



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

ÚLTIMOS ADELANTOS DEL USO DE HARINA DE CABEZA DE
CAMARÓN COMO SUPLEMENTO NUTRICIONAL EN DIETAS PARA
CAMARÓN *LITOPENAEUS VANNAMEI*.

ERAZO SALAS OSCAR RENE
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

ÚLTIMOS ADELANTOS DEL USO DE HARINA DE CABEZA DE
CAMARÓN COMO SUPLEMENTO NUTRICIONAL EN DIETAS
PARA CAMARÓN *LITOPENAEUS VANNAMEI*.

ERAZO SALAS OSCAR RENE
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

EXAMEN COMPLEXIVO

ÚLTIMOS ADELANTOS DEL USO DE HARINA DE CABEZA DE CAMARÓN COMO
SUPLEMENTO NUTRICIONAL EN DIETAS PARA CAMARÓN *LITOPENAEUS*
VANNAMEI.

ERAZO SALAS OSCAR RENE
INGENIERO ACUÍCULTOR

RENTERIA MINUCHE JORGE PATRICIO

MACHALA, 20 DE SEPTIEMBRE DE 2021

MACHALA
20 de septiembre de 2021

deOscarerazo

por Oscar Erazo

Fecha de entrega: 10-ago-2021 09:08p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1630109787

Nombre del archivo: CORREGIDO_-TURNITIN-COMPLEXIVO_1.docx (32.42K)

Total de palabras: 5480

Total de caracteres: 29722

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

El que suscribe, ERAZO SALAS OSCAR RENE, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Últimos adelantos del uso de harina de cabeza de camarón como suplemento nutricional en dietas para camarón *Litopenaeus vannamei*, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

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

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

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

Machala, 20 de septiembre de 2021



ERAZO SALAS OSCAR RENE
0706062080

RESUMEN

La producción de camarón ha ido aumentando debido a las exigencias de los mercados mundiales y consumidores, a la alta demanda del producto, ya que es una fuente de proteína que beneficiará al consumidor, siendo aceptable y apetecible. Así como ha ido incrementando las producciones, también ha ido generando desechos que las plantas procesadoras adquieren al procesar al camarón, siendo un producto bruto de componentes nutricionales y funcionales los cuales pueden ser aplicados en dietas alimenticias en el campo de la acuicultura. En el procesamiento de estos desechos, se obtiene la harina de cabeza camarón, siendo un producto alto en proteínas, con una similitud relevante a la harina de pescado, teniendo como una buena alternativa debido a que presenta un buen perfil nutricional. Este documento; está enfocado fundamentalmente como una revisión literaria sobre que nos puede brindar el subproducto harina de cabeza de camarón, los componentes nutricionales que se pueden aislar, en la sustentabilidad y reutilización de subproductos, siendo aplicados como dietas alimenticias para *Litopenaeus vannamei* camarón blanco del pacífico.

Palabras clave: harina de cabeza de camarón, componentes nutricionales, componentes funcionales, *Litopenaeus vannamei*, perfil nutricional, camarón

ABSTRACT

Shrimp production has been increasing due to the demands of world markets and consumers, to the high demand for the product, since it is a source of protein that will benefit the consumer, being acceptable and palatable. As production has been increasing, it has also been generating waste that the processing plants acquire when processing shrimp, being a raw product of nutritional and functional components, which can be applied in food diets in the field of aquaculture. In the processing of these wastes, shrimp head meal is obtained, being a high protein product, with a relevant similarity to fish meal, having as a good alternative because it has a good nutritional profile. This document is fundamentally focused as a literary review about what the shrimp head meal by-product can provide us, the nutritional components that can be isolated, in the sustainability and reuse of by-products, being applied as diets for *Litopenaeus vannamei* white shrimp of the peaceful.

Keywords: shrimp head meal, nutritional components, functional components, *Litopenaeus vannamei*, nutritional profile, shrimp.

ÍNDICE

- 1 INTRODUCCIÓN.. 8**
- 2 DESARROLLO.. 9**
 - 2.1 Actividad Acuícola en Ecuador. 9**
 - 2.2 Requerimientos nutricionales en dietas para camarón. 10**
 - 2.2.1 Proteína. 10**
 - 2.2.2 Carbohidratos. 12**
 - 2.2.3 Lípidos. 13**
 - 2.2.4 Aminoácidos. 15**
 - 2.3 Harina de cabeza de camarón. 16**
 - 2.4 Análisis de la harina de cabeza de camarón. 17**
 - 2.4.1 Proteína. 17**
 - 2.4.2 Grasa. 17**
 - 2.4.3 Humedad. 18**
 - 2.4.4 Ceniza. 19**
 - 2.4.5 Composición de aminoácidos. 19**
 - 2.5 Trabajos investigativos sobre los últimos adelantos del uso de harina de cabeza de camarón en dietas para *Litopenaeus vannamei* 21**
- 3 CONCLUSIÓN.. 27**
- 4 BIBLIOGRAFÍA.. 28**

1 INTRODUCCIÓN

La actividad de acuicultura en Ecuador ha sido muy ventajosa, debido a su ubicación geográfica y las condiciones climáticas favorables hacen que toda la zona costera esté disponible para la pesca y la acuicultura. El país durante el último quinquenio ha fortalecido sus políticas y manejos, cubriendo más del 95% de toda la acuicultura en el país y ha venido creciendo en los últimos años, dejando así el menor porcentaje para el cultivo de otros peces, moluscos y crustáceos de agua dulce. La harina de cabeza de camarón es un subproducto, obtenido a partir del residuo de este organismo, sometido a secado, molido y principalmente no descompuesto, su principal uso es como de piensos siendo una fuente alternativa de proteínas en la producción de piensos para especies acuáticas.

Se puede enfatizar que nuestro país es un lugar ideal para la producción y procesamiento de harina de cabeza de camarón, pues como se mencionó anteriormente, dado que somos el principal productor de este crustáceo en el sector de Latinoamérica, y contamos con instalaciones de procesamiento equipadas con todas las herramientas necesarias. El uso de estos desechos en la producción de alimentos para camarones no solo puede reducir el costo unitario de la producción de camarones, sino que también es un medio excelente para prevenir la contaminación ambiental.

Muy en cuenta con los párrafos anteriores, este documento se centrará en exponer las cualidades nutricionales de la harina de cabeza de camarón, que se utiliza en la producción de alimento para estos organismos, con el fin de determinar una alternativa viable a la harina de pescado que se utiliza tradicionalmente en dietas para la alimentación del camarón.

2 DESARROLLO

2.1 Actividad Acuícola en Ecuador

La acuicultura Ecuatoriana se basa principalmente en el cultivo de camarón. Debido a que hay grandes estanques de agua a lo largo de la costa del estado, estas aguas marinas se mezclan con salitre del sector, transportando larvas de camarón juvenil, que naturalmente se convertirán en negocios comerciales en poco tiempo. A gran escala, no existe una acción mediática que afecte el desarrollo de estos animales, por lo que gran mayoría de camaroneros aprovechan este fenómeno de pleamar y bajamar, se inició a construir grandes piscinas aprovechando así encerrar las semillas del camarón que la pleamar traída a tierras continentales e islas. La actividad acuícola de Ecuador representa el 95% de la producción acuícola de nuestra especie *Litopenaeus vannamei* y se ha demostrado que tienen un mejor desempeño (Apolo, 2018).

Las grandes ventajas de las condiciones climáticas existentes en el país, hacen crecer las producciones acuícolas, lo que nos permite beneficiarnos de hasta 3 ciclos de cosecha de camarón por año. Asimismo, nuestras condiciones climáticas permiten que esta especie se desarrolle en buenas condiciones y sea resistente a enfermedades, cosechando camarones de excelente calidad, buena textura y buen sabor. Menciona la Cámara Nacional de Acuicultura (CNA) que el sistema de cultivo más desarrollado de los camaroneros es sistema semi-extensivo, mientras que el resto de la producción se realiza mediante un sistema semi-intensivo. Actualmente, existe una gran demanda de nuevas técnicas de cultivo para obtener mayores rendimientos, manejo y control en términos de producción, como el uso de sistemas intensivos (Cuadrado & Viscarra, 2017).

Entre los factores que causan efecto en las piscinas camaroneras son la calidad del alimento suministrado, la densidad de población de camarones en las piscinas y la calidad del agua de las mismas. En cuanto a los elevados costos de producción para alimentar a estos organismos son debido a sus altos requerimientos de insumos nutricionales que debe tener la dieta para su alimentación, una alta concentración de niveles de proteínas, esto requiere enormes costos para las actividades en proceso. Por lo tanto, es necesario identificar los

ingredientes que contienen proteínas a precios no muy elevados, reduciendo así los gastos de preparar el alimento para camarones (Cruz, 2017).

2.2 Requerimientos nutricionales en dietas para camarón

2.2.1 Proteína

El requerimiento de proteína en el alimento está sujeta en mayor medida en la densidad de poblaciones de camarón, por lo tanto, como lo demuestran diferentes trabajos experimentales, depende de la productividad primaria. El objetivo principal de una fórmula alimenticia equilibrada es satisfacer las necesidades del estado nutricional de los organismos que la ingieren, atendiendo los diferentes requisitos nutricionales de los animales (Bautista, Vergara& Suarez, 2017).

Para aumentar la eficiencia cuando se utilice los nutrientes en la alimentación balanceada para camarones, Marquez, (2021), menciona que se debe reducir la pérdida de nutrientes mediante una mejor digestión de los mismos y así minimizar los desechos causados por la descomposición parcial de nutrientes o fórmulas con una concentración excesiva de nutrientes. Noblecilla, (2020), argumenta que la formulación para el alimento de camarones, se hace de acuerdo con el nivel de proteína cruda total de cada componente, porque este es su principal ingrediente nutritivo, y la concentración de proteína fluctúa entre 30%- 55%.

Tabla 1: Rango de proteína óptimo (% de requerimiento) para varias especies de camarón.

Especies	Estadio	Requerimiento (%)	Referencias
<i>Litopenaeus</i>	Protozoa	30	Durruty <i>et al.</i> , 2000
<i>vannamei</i>	Mysis	50	Durruty <i>et al.</i> , 2000
	Postlarvae	20-25	Velasco <i>et al.</i> , 2000
	Postlarvae	30-35	Colvin y Brand, 1977
	Juvenil	32	Kureshy y Davis, 2002
	Juvenil	40	Pedrazzoli <i>et al.</i> , 1998
	Juvenil	30	Cousin <i>et al.</i> , 1991
	Juvenil	>36	Smith <i>et al.</i> , 1985
	Juvenil	15	Aranyakananda y Lawrence, 1993
<i>Litopenaeus</i>	Protozoa	30	Durruty <i>et al.</i> , 2000
<i>setiferus</i>	Mysis	60	Durruty <i>et al.</i> , 2000
	Postlarvae	50	García <i>et al.</i> , 1998
	Juvenil	28-32	Andrews <i>et al.</i> , 1972
	Juvenil	30	Lee y Lawrence, 1985
	Juvenil	30	Taboada <i>et al.</i> , 1998
<i>Litopenaeus</i>	Postlarvae	60	García y Galindo, 1990
<i>schmitti</i>	Juvenil	28-33	Galindo <i>et al.</i> , 2002
<i>Litopenaeus</i>	Postlarvae	44	Colvin y Brand, 1977
<i>stylirostris</i>	Juvenil	30	Colvin y Brand, 1977
<i>Macrobrachium</i>	Postlarvae	40	Millikin <i>et al.</i> , 1980
<i>rosenbergii</i>	Postlarvae	15	Boonyaratpalin y New, 1982
	Postlarvae	35	Balazs y Ross, 1976
	Juvenil	27	Stanley y Moore, 1983
<i>Marsupenaeus</i>	Postlarvae	45-55	Teshima y Kanazawa, 1984
<i>japonicus</i>	Juvenil	52-57	Deshimaru y Yone, 1978b
	Juvenil	54	Deshimaru y Kuroki, 1974b
	Juvenil	50	Teshima <i>et al.</i> , 2001

Fuente: Molina (2016).

Durante mucho tiempo, al comprender con mayor precisión los requerimientos nutricionales de este crustáceo y utilizar una variedad más amplia de ingredientes alimentarios, algunos investigadores han propuesto la posibilidad de reducir el contenido proteico del alimento para camarones (Ordóñez, 2020). Esto puede reducir los costos de alimentación, evitar altas concentraciones de diferentes nutrientes y el nivel de proteína, en la alimentación de *L. vannamei* en cultivos semi-intensivo, de acuerdo a algunos diseños experimentales se puede reducir al 30% en la sustitución de la harina de pescado, porcentaje que puede ser reemplazado con la harina de cabeza de camarón (Rodríguez, 2020).

2.2.2 Carbohidratos

El tercer compuesto orgánico principal de una especie son los carbohidratos, solo superados por las proteínas y los lípidos. Los carbohidratos tienen prioridad en la investigación en nutrición debido a su efecto de ahorro de proteínas, porque es uno de los principales componentes energéticos y su energía relativa es menor que las proteínas y los lípidos (Panigrahi et al., 2019).

Tabla 2: Coeficiente de digestibilidad de diversas fuentes de carbohidratos en *Litopenaeus vannamei*.

Fuente de carbohidratos	Método de procesamiento	Nivel de Inclusión (%)	ADC (%)	Referencia
Almidón de maíz	Crudo	35	85	Cousin et al., 1996
Almidón de maíz	Alta amilosa	35	63	
Almidón de maíz	Ceroso	35	85	
Almidón de maíz	Gelatinizado	35	94	
Almidón de maíz	Gelatinizado	35	96	
Almidón de papa	Crudo	35	72	
Almidón de papa	Gelatinizado	35	93	
Almidón trigo	Crudo	35	92	
Harina de trigo		36	78	Rivas-Vega et al., 2006
Frijol	Crudo	15	77	
Frijol	Cocinado	15	83	
Frijol	Extruido	15	82	
Mandioca o Tapioca	Nativo	35	75	Molina-Poveda y Gómez, 2002
	Gelatinizado	35	88	
Plátano	Nativo	35	69	
	Gelatinizado	35	81	
Banano	Nativo	35	45	
	Gelatinizado	35	74	

Fuente: Molina, (2016)

Ruvalcaba et al., (2021) suministraron diferentes tipos de dietas con distintos niveles de carbohidratos de 13,5 - 37,5% y lípidos en 14,1 - 28,5%, este experimento fue para evaluar los niveles de crecimiento del camarón *L. vannamei* con un peso inicial de 0,18 g, para lo

cual, se pudo observar en los resultados que duraron entre 7 a 8 semanas, que no hubo diferencias estadísticas en el peso, pero, sí se evidenciaron en el intestino del camarón niveles bajos de proteína, lípidos y carbohidratos en los tratamientos de menor porcentaje de carbohidratos (13,5%) y lípidos (14,1).

Así mismo, Ayisi et al., (2017) demostraron que, en su ensayo con distintas muestras de carbohidratos (almidón de trigo, papa y maíz) en cantidades de 150a 200 g/kg suministrados en camarones *Penaeus monodon*, los cuales tenían un peso de 1,5 a 2 g al inicio del ensayo. Tuvo una duración de tres meses, obteniendo una ganancia de peso para las concentraciones de almidón de trigo dando gran efectividad en ganancia de peso y talla. Finalmente, las fuentes de carbohidratos que da el almidón de trigo debido a que posee sacarosa, son los más adecuados para la preparación de dietas del camarón.

2.2.3 Lípidos

Los lípidos son uno de los componentes más importantes en las dietas acuícolas, debido que brindan o aportan ácidos grasos esenciales como también fuentes de energías para el camarón, y son elementos estructurales importantes para las biomembranas del sistema inmune; y también actúan como portadores de vitaminas liposolubles para intervenir como eicosanoides, iniciador de hormonas y cofactores enzimáticos del camarón (Ayisi et al., 2017).

Uno de los principales elementos para la obtención de alimento tanto de peces como crustáceos e incluso varias especies acuáticas que están en cultivo, hace uso del aceite de pescado, que tiene mucha demanda a nivel mundial. Para obtención de este insumo, se utiliza distintas especies de peces, como por ejemplo se encuentra la sardina, el capelán, el arenque, entre otras especies más, lo cual solo tiene rentabilidad en la elaboración del alimento para especies acuáticas, en cambio no tiene mucho valor económico e incluso nulo en la utilización del consumo humano (Shi et al., 2021).

Tabla 3: Rango óptimo de ácidos grasos esenciales en distintas especies de camarón.

Especies	18:3 ω -3	18:2 ω -6	C20:5 ω -3	C22:6 ω -3	C20:4 ω -6	Tasa ω -3 to ω -6	Referencia
Camarón azul (<i>Penaeus stylirostris</i>)	-	-	-	-	-	1,8:1	Fenucci et al., 1981
Camarón café (<i>Farfantepenaeus aztecus</i>)	1-2%	-	-	-	-	-	Shewbart y Mies, 1973
Fleshy prawn (<i>Fenneropenaeus chinensis</i>)	0,7-1,0%	-	-	-	-	-	Xu et al., 1993
	-	-	-	1,0%	-	-	Xu et al., 1994
Camarón gigante de río (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>)	-	-	-	0,075%	-	-	D'Abramo y Sheen, 1993
	-	-	-	-	0,08%	-	D'Abramo y Sheen, 1993
Camarón Kuruma (<i>M. japonicus</i>)	-	-	-	-	-	-	Kanazawa et al., 1977
	-	-	1,1%	o 1,1%	-	-	Kanazawa et al., 1978; 1979a
Camarón tigre (<i>P. monodon</i>)	1,0%	or 1,5%	-	-	-	-	Glencross y Smith, 1999
	1,5%	and 1,0%	-	-	-	-	Glencross y Smith, 1999
	-	-	0,9%	o 0,9%	-	-	Glencross y Smith, 2001a
	-	-	-	-	NR	-	Glencross y Smith, 2001b
	-	-	-	-	-	2,5:1	Glencross et al., 2002
	2,5	-	-	o 1,44	-	-	Merican y Shim, 1997
Camarón blanco (<i>Litopenaeus vannamei</i>)	-	-	0,5%	o 0,5%	-	-	Gonzales-Felix et al., 2003
	-	-	-	-	0,5%	-	Gonzales-Felix et al., 2003

Fuente: Molina, (2016).

Hamidoghli et al., (2020) argumentaron que, la acuicultura tiene una gran demanda en la utilización de harina y aceite de pescado para la elaboración de alimentos balanceados, indican también que la actividad industrial de este sector consume una cantidad de 830.000 T al año, lo que representa un 88% en la elaboración de dietas balanceadas. Esta producción mundial de aceite de pescado está sobreexplotada, y ciertas especies de peces utilizados para producir harina y aceite de pescado están en riesgo en este momento.

Se espera que el suministro de pesquerías de alimentos silvestres de alta calidad se mantenga sin cambios en los próximos diez años, para conservar los recursos naturales y no desaparecer especies nativas; por lo tanto, la viabilidad, el crecimiento y la rentabilidad de la acuicultura pueden verse afectados de manera negativa. Se han realizado diferentes tipos de investigaciones para evaluar los posibles usos de diferentes tipos de harinas y aceites en la alimentación del camarón a fin de reducir el costo de alimentación y producción de organismos acuícolas (Kumar et al., 2020).

Por tal motivo, Xie et al., (2019) aplicaron en un ensayo experimental, dietas isoenergéticas e isonitrogenadas con 12 a 14% de porcentaje lipídico, a fin de observar la variabilidad del peso e inmunidad en postlarvas de camarón *L. vannamei*. Sus resultados demostraron que, la dieta suministrada al 12% presentó un aumento de crecimiento durante la primera mitad en el cultivo de las postlarvas, en cambio en la dieta del 14% no reporto mayor eficiencia al crecimiento lo cual no mejoró y por lo contrario hubo un desperdicio de lípidos disponibles, procediendo a bajarlo a un rango de 10% logrando así entonces, obtener mejores resultados en la segunda mitad del periodo del cultivo. Su conclusión manifiesta que la especie *L. vannamei* necesita de rangos óptimos de lípidos en su dieta balanceada según vaya desarrollándose en sus diferentes etapas de crecimiento.

2.2.4 Aminoácidos

Este de mucha importancia para el crecimiento y desarrollo del camarón blanco del pacífico, por lo que Párraga y Parrales, (2020), demostraron en su investigación, que el requerimiento dietético de treonina a través de dietas de tipo isolipídicas e isonitrogenadas, con un porcentaje de proteína del 43% de lípidos con un 7,5% y con un 1,07%-2,30% del AA treonina. Los resultados demostraron que los camarones alimentados con la dieta en la que la treonina aportaba un 1,67% tuvieron un incremento medio-alto en los animales. Para determinar la cantidad de treonina que requerían los animales, los autores realizaron una metodología de línea discontinua para ello, la cual se basa en el crecimiento de los animales, y demostraron que el 1,51% de dieta seca la cual representa el 3,53% de proteína dietética basándose sobre un peso seco, como el verdadero requerimiento de treonina que necesitan en la alimentación para *L. vannamei*.

2.3 Harina de cabeza de camarón

Uno de los productos en la actividad de la acuicultura son los desechos de camarón. Los desechos más utilizados son de estas partes apéndices y cabezas, muy ricos en quitina y

lisina. Como una fuente de proteína de origen animal, estos desperdicios incitan a los productores a una mayor producción de camarones (Nirmal et al., 2020).

Tabla 4: Características del suplemento harina de cabeza de camarón.

Característica	Valor
Grasas (%p/p)	6,57
Proteínas (%p/p)	50,27
Humedad (%p/p)	3,94
Cenizas (%p/p)	19,58
Granulometría (Diámetro de partícula), mm	0,25 – 0,60
Densidad aparente, g / cm	3 0,39
Aerobios mesófilos (UFC / g)	95
Coliformes totales (NMP), bacterias/ g	<3
Coliformes fecales (NMP), bacterias/ g	<3

NMP: número más probable
UFC: unidades formadoras de colonias

Fuente: Molina, (2016).

Según Tacon, (2017) indica que, los desechos de camarón procesados son utilizados como una fuente de proteína animal y como un saborizante para los alimentos, por la concentración de aminoácidos libres que encontramos en los desperdicios de camarón. La industria de camarón ha aumentado su crecimiento en las últimas décadas, por tanto, el desperdicio de exoesqueletos, cabezas de camarón, e ingredientes solubles que no utilizan en los diferentes procesos. En porcentajes la cabeza de camarón corresponde con el 44% total de todo el animal (Mathew et al., 2020). Mao et al., (2017) argumentan que, los desechos del camarón constan con un valor importante de materia orgánica como grasas, proteínas, minerales carbohidratos, quitina, pigmentos, etc. El uso de estos desechos conlleva a una materia prima muy importante en cuanto a la calidad del producto.

Así mismo, Ahmadkelayeh y Hawboldt, (2020) usaron subproductos de crustáceos como la harina de cefalotórax o cabeza de camarón, aislando gran cantidad de pigmento natural carotenoides, que lo utilizan en truchas, salmones, camarones e incluso plumas de aves para colorear, además como fuente aromatizante lo utilizan en la formulación del alimento para mascotas. Se conoce que hasta el 20% de la harina de camarón se utiliza como ingrediente en la alimentación de especies acuáticas como peces, truchas, y otros que representan un valor económico importante en la industria pecuaria. Según, Jannathulla et al., (2021) señalan que, los crustáceos son una fuente rica de aminoácidos. No solo aportan la parte nutritiva sino también en la parte gustativa o sea, en el sabor de los alimentos.

2.4 Análisis de harina de cabeza de camarón

2.4.1 Proteína

La proteína es una de las bases nutricionales básicas en los desechos de los crustáceos. Su repercusión en los nutrientes nos da una referencia en cuanto a el peso de los alimentos (Gowsalya y Kumar, 2018). Cano y García, (2017) declaran que, los niveles de proteínas que contiene la harina de camarón se atribuyen al tipo de nutrición que se le da y además a las condiciones del medio ambiente, que de lo contrario en otras especies acuáticas utilizan la proteína como una fuente energía y no les dan mucha importancia a los carbohidratos. Otro de los factores que ayuda en el alto contenido de proteína precisamente en la cabeza de camarón, se le otorga al tejido muscular que encontramos en esta zona, a comparación de otras partes como el exoesqueleto que contienen menos cantidad de tejido muscular (Ghorai, Dora y Choudhury, 2020).

2.4.2 Grasa

La cantidad de lípidos en animales es debida a la alimentación que se les da, la producción primaria como el fitoplancton y zooplancton como fuente de alimento contiene un alto nivel de ácidos grasos insaturados. Para Molina, (2016) los factores que pueden incidir en la cantidad de lípidos presentes en el organismo cultivado están en función de estado físico, edad del animal, sexo, y por la zona donde los capturan.

Tabla 5: Rango de colesterol óptimo en distintas especies de crustáceos.

Especies	Requerimiento óptimos (% en dieta)	Referencia
<i>M. japonicus</i>	0,5-1,0	Kanazawa <i>et al.</i> , 1971a
	0,2	Shudo <i>et al.</i> , 1971
	2,1	Deshimaru y Kuroki, 1974a
	1*	Teshima <i>et al.</i> , 1983
	1*	Teshima <i>et al.</i> , 1982
<i>P. monodon</i>	0,54	Kai y Kanazawa, 1989
	0,5	Chen, 1993
<i>P. penicillatus</i>	0,5	Chen y Jenn, 1991
<i>P. menguiensis</i>	NR en juvenil	Thongrod y Boonyaratpalin, 1998
<i>Artemesia longinaris</i>	0,5	Petriella <i>et al.</i> , 1984
<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	0,12	Briggs <i>et al.</i> , 1988
	0,11-0,26	Teshima <i>et al.</i> , 1997
	0,6	D'Abramo, 1998
<i>Homarus americanus</i>	0,5	Castell <i>et al.</i> , 1975
	NR en adulto	Castell y Covey, 1976
	0,12	D'Abramo <i>et al.</i> , 1984
	0,25	Kean <i>et al.</i> , 1985
<i>Pacifastacus leniusculus</i>	0,4	D'Abramo <i>et al.</i> , 1985
<i>Carcinus maenas</i>	1,4-2,1	Ponat y Adelung, 1983
<i>Scylla serrata</i>	0,61*	Suprayudi <i>et al.</i> , 2012
<i>L. vannamei</i>	0,23-0,42	Duerr y Walsh, 1996
	0,35 (0% lecitina de soya desengrasada)	Gong <i>et al.</i> , 2000
	0,14 (1,5% lecitina de soya desengrasada)	Gong <i>et al.</i> , 2000
	0,13 (3,0% lecitina de soya desengrasada)	Gong <i>et al.</i> , 2000

Fuente: Molina, (2016).

2.4.3 Humedad

Por lo general, la harina de cabeza de camarón, elaborada a partir de los residuos como el cefalotórax, reporta en la tabla 6 un valor de 5,17% de humedad según Molina, (2016). También se obtuvo un total de humedad en la harina de cabeza de camarón, en la cual para

varios investigadores la variación del porcentaje de humedad puede ser debido a la técnica que utilizan en la parte de pre-secado (Da Silva Martins et al., 2017).

2.4.4 Ceniza

En un estudio realizado por Kurnia et al., (2017) demostraron que, la cantidad de ceniza en la cabeza de camarón fue del 16,73% un valor algo menor en comparación con el obtenido del exoesqueleto el cual fue 20,22%. En cambio, en el estudio de Da Silva Martins et al., (2017) obtuvieron esta cifra 19,58% como valor de ceniza obtenido en la harina de cabeza de camarón.

2.4.5 Composición de aminoácidos

Los aminoácidos (AA) y proteínas representan la fuente de mayor interés en los alimentos. Los AA son los que proveen aquellos componentes que son necesarios para la síntesis proteica, además son ellos los que les dan la textura y sabor a los alimentos (Guo et al., 2019). El aminoácido que en mayor cantidad encontraron en un estudio de harina de cabeza de camarón fue el de arginina 19,22 y 5,89 g/100 g, seguido por el ácido glutámico con el 24,54 y 14,93 g/100 g, por último, el de ácido aspártico con un 8,91 y 6,82 g/100 g. Lo cual no podríamos sospechar que estas diferencias pueden estar influenciadas en la cantidad de tejido muscular que queda una vez extraído, por lo cual la cantidad de proteína incrementa, así como la calidad a nivel nutricional de estas harinas (Pattanaik et al., 2020).

Debemos conocer que en la calidad nutricional los aminoácidos son los que aportan en la harina de cabeza y exoesqueleto en los camarones, otro de los aminoácidos no muy conocidos pero que son de mucho aporte en la parte nutritiva es la serina y lisina, en un estudio realizado por Nguyen et al., (2021) encontraron valores en la harina de cabeza de camarón de 2,10 g/100 g. Por ello se conoce que la lisina es uno de los AA más importantes para el desarrollo y además es el encargado en la producción de carnitina, sustancia que cumple la función de transformar los ácidos grasos en energía y ayuda en la regulación del

colesterol, por otra parte, el que en menor cantidad se encuentra en las harinas de cabeza y exoesqueleto es la metionina y la isoleucina.

Los aminoácidos como tirosina y triptófano dieron estos valores 8,19 g/100g para la cabeza de camarón y 5,77 g/100g para el exoesqueleto del mismo, estos AA son sustancias conocidas como precursores en los compuestos conocidos como neuro-activos, la importancia en que es uno de los AA muy utilizados para la formulación de alimentos en los humanos y animales, sin embargo se han hechos estudios donde han demostrado que su uso indiscriminado puede acarrear problemas aterogénicos (Cao et al., 2020).

Tabla 6: Análisis nutricional del suplemento harina de cabeza de camarón.

	Humedad,	Proteína,	Grasa,	Ceniza,	Fibra,	E.L.N.N-
	%	%	%	%	%	otros,
	%	%	%	%	%	%
Húmeda	5,17	43,44	14,03	22,27	10,34	4,75
Seca	0,00	45,81	14,80	23,48	10,90	5,01

Fuente: Molina, (2016).

2.5 Trabajos investigativos sobre aplicabilidad de harina de cabeza de camarón en dietas para *Litopenaeus vannamei*

En una evaluación sobre dietas para el camarón, Coutinho, (2019) hizo uso de diferentes tipos de harinas (animal y vegetal) incluido suplemento obtenido de los residuos harina cabeza de camarón, con la finalidad de minimizar el uso de harina de pescado, el cual brinda aminoácidos esenciales como ácidos grasos insaturados que son importantes en la dieta balanceada para la alimentación en camarones (*L. vannamei*).

Dicha evaluación tiene como finalidad buscar alternativas al uso de la harina de pescado, buscando componentes o atrayentes económicos y viables para las respectivas dietas. Se realizó dietas isoproteicas minimizando la utilización del 50% de harina de pescado, complementando un 3% en harina de cabeza de camarón (FCC) como una dieta alterna y otras dietas más que se realizó en la investigación. Se hizo uso de tanques de 1m³ en un área abierta, se utilizó un total de 4.988 camarones juveniles de un peso de $1,75 \pm 0,15$ g y se sembró a una densidad de 100 camarones en 1m², realizando una frecuencia de alimentación de 8 veces al día, entre intervalos de dos horas, este proceso duró un lapso de 70 días (Coutinho, 2019).

Tabla 7: Perfil bromatológico y aminoacídico de los quimioatrayentes evaluados. Harina de cabeza de camarón (FCC).

Nutrientes	Composição Bromatológica/Aminoacídica (% base natural)					
	FS	FK	FL	FFL	FCC	HS
Matéria seca	89,11	91,63	89,00	89,39	90,23	27,20
Proteína bruta	64,44	55,00	75,22	48,74	52,95	17,62
Extrato etéreo	8,71	25,16	4,06	6,02	6,43	2,26
Fibra total	0,21	3,06	1,31	5,68	14,37	0,08
Matéria mineral	16,12	8,55	14,89	7,86	21,81	7,83
Cálcio	3,33	1,25	4,36	0,51	5,75	0,53
Fosforo	2,52	1,23	1,14	0,56	1,39	1,81
Aminoácidos Essenciais² (AAE)						
Arginina	3,91	3,34	4,56	3,29	3,55	0,93
Histidina	1,77	1,31	2,73	1,24	1,43	0,58
Isoleucina	2,67	2,73	4,27	2,31	2,39	0,69
Leucina	4,36	4,22	5,96	3,49	3,90	1,14
Lisina	4,97	3,86	6,24	3,28	3,57	1,41
Metionina	1,87	1,54	2,18	0,67	1,29	0,46
Metionina + Cistina ³	2,70	1,95	3,04	1,27	1,81	0,88
Fenilalanina	2,51	2,90	3,51	2,49	2,14	0,67
Treonina	2,76	2,38	3,28	1,83	2,31	0,62
Tirosina	1,91	3,25	3,12	1,70	1,78	0,50
Valina	3,06	2,83	3,90	2,16	2,66	0,79
Aminoácidos Não Essenciais (AANE)						
Alanina	4,25	2,99	4,08	2,18	3,45	1,07
Ácido aspártico	4,82	5,73	8,45	6,26	5,44	1,72
Cistina	0,83	0,41	0,86	0,60	0,52	0,42
Glicina	5,75	2,58	3,39	2,34	4,32	1,10
Ácido glutâmico	7,37	7,05	9,17	8,08	7,11	2,31
Prolina	3,34	2,18	2,93	2,43	3,05	0,69
Serina	2,95	2,22	3,13	2,47	2,41	0,66
Taurina	0,91	0,14	0,57	0,11	0,47	0,18
Soma AAE	29,79	28,37	39,75	22,46	25,02	7,79
Sum AANE	30,22	23,29	32,58	24,47	26,77	8,15
AAE + AANE	60,01	51,66	72,33	46,93	51,79	15,94

¹FK, Farinha de krill; FL, farinha de lula; FS, farinha de salmão; FCC, farinha de cabeça de camarão; HS, hidrolizado de sardinha; FFL, farinha de fígado de lula.
²Todos os AAE reportados, exceto o triptofano.
³AATS, aminoácidos totais sulfurados.

Fuente: Coutinho, (2019).

Entre los perfiles de los atrayentes evaluados, se puede observar el 52,95 % de proteína bruta que posee la harina de cabeza de camarón (FCC), siendo unos de los más elevados y elegidos para complementar dietas balanceadas en la alimentación del camarón blanco del pacífico *L. vannamei* (Coutinho, 2019). Los resultados obtenidos durante la evaluación de los diferentes tipos de dietas, se determinó que todos los tratamientos o dietas, mostraron una supervivencia del $93,5 \pm 4,95\%$. Por otro lado, entre el crecimiento semanal, se demostró diferencias significativamente. En cuanto al peso final, la única diferencia mayor la obtuvo los

camarones alimentados con harina de calamar, pero sus rangos de diferencia no eran mayores en relación a los demás tratamientos (Coutinho, 2019).

Tabla 8: Rendimiento de diferentes dietas aplicadas como alimento en camarones *L. vannamei* suplementadas con quimioatrayentes.

Dieta ¹	Sobrevivência (%)	Crecimiento (g/semana)	Productividade (g/m ²)	FCA	Consumo (g/camarão)
FS	92,5 ± 4,79	0,97 ± 0,05	884 ± 51 ^a	1,44 ± 0,05	12,7 ± 0,36
FK	94,5 ± 4,19	0,88 ± 0,05	821 ± 51 ^b	1,53 ± 0,09	12,5 ± 0,52
FL	93,1 ± 7,74	0,87 ± 0,11	792 ± 31 ^{bc}	1,55 ± 0,06	12,3 ± 0,32
FFL	96,1 ± 2,97	0,89 ± 0,06	849 ± 53 ^b	1,46 ± 0,07	12,3 ± 0,31
FCC	93,0 ± 6,34	0,87 ± 0,15	791 ± 113 ^{bc}	1,58 ± 0,19	12,3 ± 0,54
HS	92,9 ± 2,98	0,84 ± 0,07	771 ± 70 ^c	1,59 ± 0,11	12,2 ± 0,35
Média ± DP	93,5 ± 4,95	0,90 ± 0,10	-	1,52 ± 0,11	12,4 ± 0,44
P Sig.	0,823	0,227	0,050	0,0820	0,240

Dados expressos como média ± desvio padrão (n = 5). Letras diferentes indicam diferença estatística ao nível de $\alpha = 0,05$, teste Duncan.¹FS, farinha de salmão; FK, farinha de krill; FL, farinha de lula; FFL, farinha de fígado de lula; FCC, farinha de cabeça de camarão; HS, hidrolisado de sardinha.

Fuente: Coutinho, (2019).

Coutinho, (2019) argumentó que, entre los datos obtenidos por cada tratamiento, afirma que compensa una determinada reducción en el uso de harina de pescado en dietas para camarón, dando fuentes económicas viables sean de procedencia animal como vegetal. Cabe recalcar que en el peso final corporal hubo una diferencia entre un tratamiento con las demás, pero fue significativamente.

Vieira et al., (2017) menciona sobre sus altos niveles de proteína y aminoácidos esenciales presentes en la harina de cabeza de camarón. Este subproducto puede brindar los mismos requerimientos esenciales como lo hace la harina de pescado e incluso harinas de diferente procedencia (animal o vegetal). Esta investigación de conocer los altos niveles de proteína que puede contener ciertos subproductos, es para generar una buena rentabilidad y poder

aprovechar los recursos. En la siguiente tabla se podrá observar los niveles de proteínas, realizando una breve comparación.

Tabla 9: Niveles de proteínas y aminoácidos comparando la harina de camarón y harina de pescado comercial.

Nutrientes (%)	Subproductos harina de camarón	Harina de pescado comercial*
Cp	55.18	54.44
lisina	3.43	4.04
metionina	1.05	1.40
con + Cisteína	1.74	0.60
triptófano	0.50	0.27
arginina	2.80	3.42
histidina	1.09	1.15
isoleucina	1.97	2.24
leucina	3.09	3.79
fenilalanina	2.42	2.20
treonina	1.74	2.17
valina	2.54	2.87

Fuente: Vieira et al., (2017).

Nirmal et al., (2020) en su trabajo de investigación, afirma que, en desechos como exoesqueletos, cefalotórax, se encuentra presente la quitina. Este biopolímero se presenta al momento de procesar los desechos de camarones y puede variar entre 14 a 30% en base seca, esto dependerá mucho del método de extracción para conseguir el biopolímero. Esta extracción ha causado a los investigadores mucho interés debido a la amplia variedad que puede ser aplicada industrialmente.

Así mismo, al procesar los desechos de camarones, se obtuvo proteína de muy alta calidad. Al ser hidrolizado los residuos procesados del camarón con ayuda de enzimas proteolíticas, se pudo recuperar hasta un 70%. Cabe recalcar que estos desechos pueden brindar varias propiedades biológicas y funcionales, debido que también se obtienen fuentes ricas de aminoácidos esenciales como no esenciales (Nirmal et al., 2020).

Los carotenoides, cumplen una de las funciones fisiológicas más importantes en los crustáceos, lo cual le da pigmentación (color rosa-naranja) en los crustáceos. Este pigmento liposoluble (astaxantina) también se puede extraer del cefalotórax, hepatopáncreas y exoesqueleto de los desechos del camarón. La astaxantina se encuentra presente en los crustáceos entre un 75 a 95% según la especie (Nirmal et al., 2020).

Por último, como otros compuestos que pueden ser extraídos o ser aislados de los desechos de camarones, se encuentran los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) y tocoferol (vitamina E). Los PUFA son los promotores de salud siendo de mucha importancia. El aislamiento de este lípido en los desechos del camarón, se obtuvo hasta un 37,5% de PUFA, también se obtuvo 30,4 FA saturados y finalmente 22,25% de FA monosaturado (Nirmal et al., 2020).

Se ha determinado que, en los desechos de camarón, comprenden moléculas bioactivas y nutricionales, debido que puede extraer minerales, aminoácidos esenciales y no esenciales, ácidos grasos, vitaminas e incluso compuestos como quitina y pigmentos liposolubles (astaxantina). Todos los compuestos que pueden ser aislados en el procesamiento de los desechos de camarones, son de muy importantes debido a que cumplen diversas actividades biológicas en el organismo, pero, los ácidos grasos, son muy fundamentales, siendo los principales promotores en la salud y defensas, específicamente los ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) (Nirmal et al., 2020).

Debido a la fermentación de la cabeza de camarón a través de enzimas, puede ser utilizado como uno de los ingredientes en la preparación de los alimentos. El contenido de ácidos grasos encontrados en la extracción de los residuos del camarón *L. vannamei* eran abundantes al igual de otros elementos como α -tocoferol y astaxantina, por lo que estos autores señalan que el extracto de lípidos que fueron obtenido de los residuos del camarón podría ser un ingrediente más en la alimentación, gracias a su propiedad como antioxidante y su función como un colorante (Nirmal et al., 2020).

En otra investigación obtuvieron buenos resultados al fermentar los desperdicios del camarón específicamente el cefalotórax se extrajo la fracción lipídica, la misma que se caracteriza por tener en su contenido astaxantina libre, diéster astaxantina y monoéster. Todos estos aceites tienen la capacidad de captar los radicales libres contra los radicales de DPPH, por lo que este aceite obtenido de los desperdicios del camarón puede ser parte de un ingrediente con función nutracéutico en la alimentación humana (Nirmal et al., 2020).

Entre las nuevas aplicaciones que puede brindar los desechos de camarones, se encuentra una gran cantidad de polietileno de nitrógeno sacárido o más comúnmente conocidos quitina lo cuales son aislado especialmente del exoesqueleto siendo una gran fuente de bases de carbono. El carbono poroso suele ser una buena superficie para reacciones químicas, siendo un electrodo catalizador muy aplicado para la energía. Se demostró, que el catalizador extraído del exoesqueleto del camarón, dio buenos resultados y una excelente actividad a largo plazo (Nirmal et al., 2020).

Actualmente, los desechos de camarón han demostrado ser una gran fuente de compuestos bioactivos como activos, generando gran aplicación a la biorremediación y conservación de la energía. De esta manera, se generará sostenibilidad al reutilizar los subproductos, generando nuevas maneras al utilizar los desechos del *L. vannamei* (Nirmal et al., 2020).

3 CONCLUSIÓN

Finalmente, en la actualidad, varios investigadores han tomado mucho interés en la reutilización de los subproductos del *L. vannamei*, en el cual, durante el procesamiento de estos desechos se obtiene como producto la harina de sus derivados, siendo:

- Una gran fuente de proteína de excelente calidad la cuales pueden ser aplicados en el campo acuicultura,
- De esta manera, se minimizará la demanda de otros productos como la harina de pescado,
- Menor contaminación al reutilizar los “desperdicios” del camarón,
- Siendo una producción sustentable y sostenible con el medio.
- Se puede extraer diferentes tipos de compuestos bioactivos y activos, las cuales generarán diversas actividades biológicas como promotores en la salud del animal y propiedades nutricionales como funcionales.

4 BIBLIOGRAFÍA

1. Apolo Honores, S. D. (2018). *Evaluación de buenas prácticas ambientales en la actividad acuícola enfocados a la obtención de la certificación Punto verde-MAE* (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil).
2. Ayisi, CL, Hua, X., Apraku, A., Afriyie, G. y Kyei, BA (2017). Estudios recientes hacia el desarrollo de dietas prácticas para camarones y sus requerimientos nutricionales. *Revista de biociencias de HAYATI*, 24 (3), 109-117.
3. Ahmadvelayeh, S., & Hawboldt, K. (2020). Extraction of lipids and astaxanthin from crustacean by-products: A review on supercritical CO₂ extraction. *Trends in Food Science & Technology*.
4. Bautista, J. F. F., Vergara, R., & Suarez, A. (2017). Evaluación de una fórmula alimenticia para camarón de cultivo (*L. vannamei*) con inclusión de proteína vegetal a base de harina de soya. *Revista AquaTIC*, 1(44), 12-29.
5. Cuadrado Larrea, F. J., & Viscarra Herrera, A. E. (2017). *Propuesta tecnológica de un sistema de gestión aplicado a los procesos de trazabilidad de la actividad acuícola del Ecuador* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Administrativas).
6. Cruz Pico, A. F. (2017). *CARACTERIZACIÓN DE LOS FACTORES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD DEL SECTOR CAMARONERO EN ECUADOR* (Master's thesis).
7. Cano, Y., Zarate, Y., & García-Zapateiro, L. A. (2017). Food emulsion type oil in water prepared with high-protein from shrimp (*Penaeus vannamei*) heads flour-SHF. *Ingeniería e Investigación*, 37(3), 17-22.
8. Cao, W., Tian, S., Wang, H., Zhang, C., & Yuan, J. (2020). Release principle of peptides and amino acids during the autolysis of shrimp head from *Litopenaeus vannamei* after UV-C irradiation stress. *Food science & nutrition*, 8(1), 170-178.
9. Da Silva Martins, L. H., Neto, J. M., Lopes, A. S., da Cruz Rodrigues, A. M., Carvalho, A. V., de Oliveira, J. A. R., & Moreira, D. K. T. (2017). Study of

preparation, composition and moisture sorption isotherm of Amazon River shrimp meal. *LWT-Food Science and Technology*, 79, 376-383.

10. Gowsalya, T., & Kumar, J. S. S. (2018). Cost-benefit analysis of protein ingredients in the maturation diets of goldfish, *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758). *J. Entomol. Zool. Stud*, 6, 330-334.
11. Ghorai, T., Dora, K. C., & Choudhury, S. (2020). Biofermentation: An efficient way to utilize shrimp head waste. *SCIENTISTS JOINED AS LIFE MEMBER OF SOCIETY OF KRISHI VIGYAN*, 31.
12. Guo, N., Sun, J., Zhang, Z., & Mao, X. (2019). Recovery of chitin and protein from shrimp head waste by endogenous enzyme autolysis and fermentation. *Journal of Ocean University of China*, 18(3), 719-726.
13. Hamidoghli, A., Won, S., Aya, F. A., Yun, H., Bae, J., Jang, I. K., & Bai, S. C. (2020). Dietary lipid requirement of whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* juveniles cultured in biofloc system. *Aquaculture Nutrition*, 26(3), 603-612.
14. Jannathulla, R., Sravanthi, O., Khan, H. I., Moomeen, H. S., Gomathi, A., & Dayal, J. S. (2021). Chemoattractants: Their essentiality and efficacy in shrimp aquaculture. *Indian Journal of Fisheries*, 68(1), 151-159.
15. Kurnia, A., Yusnaini, W. H. M., Astuti, O., & Hamzah, M. (2017). Replacement of fish meal with fish head meal in the diet on the growth and feed efficiency of spiny lobster, *Panulirus Ornatus* under reared in sea net cage. *Int. J. Eng. Sci*, 6, 34-38.
16. Márquez, J. C. R. (2021). Sustratos energéticos, relaciones carbohidrato: proteína y lípido: proteína en la dieta de *Litopenaeus vannamei* con relación al desempeño acuícola, capacidad inmune y antioxidante.
17. MOLINA POVEDA, C. E. S. A. R. (2016). *Evaluación de varias fuentes de proteína vegetal en dietas para camarón Litopenaeus vannamei* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).

18. Mathew, G. M., Mathew, D. C., Sukumaran, R. K., Sindhu, R., Huang, C. C., Binod, P., ... & Pandey, A. (2020). Sustainable and eco-friendly strategies for shrimp shell valorization. *Environmental Pollution*, 115656.
19. Mao, X., Guo, N., Sun, J., & Xue, C. (2017). Comprehensive utilization of shrimp waste based on biotechnological methods: A review. *Journal of Cleaner Production*, 143, 814-823.
20. 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*.
21. Noblecilla Salas, G. H. (2020). Valoración de la proteína vegetal y proteína animal en el alimento balanceado para el cultivo de *litopeneus vannameii*.
22. Nguyen, N. V., Hai, P. D., My My, V. T., Men, D. T., Trung, L. D., & Bavor, H. J. (2021). Improving Product Added-value from Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Waste by Using Enzymatic Hydrolysis and Response Surface Methodology. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 1-13.
23. Ordoñez Barcia, A. M. (2020). Beneficios de las harinas de origen animal y vegetal en la formulación de dietas para la alimentación de *litopenaeus vannamei*.
24. Panigrahi, A., Sundaram, M., Saranya, C., Swain, S., Dash, R. R., & Dayal, J. S. (2019). Carbohydrate sources differentially influence growth performances, microbial dynamics and immunomodulation in Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) under biofloc system. *Fish & shellfish immunology*, 86, 1207-1216.
25. Párraga Vergara, A. L., & Parrales Mendoza, V. Y. (2020). *Efecto de la incorporación de harina Amaranthus Dubius sobre la conversión alimenticia del camarón de baja salinidad en etapa post larva* (Master's thesis, Calceta: ESPAM MFL).
26. Pattanaik, S. S., Sawant, P. B., Xavier, K. M., Dube, K., Srivastava, P. P., Dhanabalan, V., & Chadha, N. K. (2020). Characterization of carotenoprotein from different shrimp shell waste for possible use as supplementary nutritive feed ingredient in animal diets. *Aquaculture*, 515, 734594.

27. Ruvalcaba-Márquez, J. C., Álvarez-Ruíz, P., Zenteno-Savín, T., Martínez-Antonio, E., Goytortúa-Bores, E., Casillas-Hernández, R., ... & Magallón-Barajas, F. J. (2021). Performance, immune response, and oxidative stress parameters of *Litopenaeus vannamei* fed diets containing varying carbohydrate/protein, lipid/protein, and energy/protein ratios. *Aquaculture Reports*, *21*, 100771.
28. Rodríguez Crespín, F. A. (2020). Influencia de la adición de harina de quinua como fuente proteica en la calidad de un embutido a base de carne de corvina y camarón obtenidos en la isla Puná.
29. Shi, B., Hu, X., Jin, M., Xia, M., Zhao, M., Jiao, L., ... & Zhou, Q. (2021). Dietary choline improves growth performance, antioxidant ability and reduces lipid metabolites in practical diet for juvenile Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, *27*(1), 39-48.
30. Tacon, A. G. (2017). Biosecure shrimp feeds and feeding practices: guidelines for future development. *Journal of the World Aquaculture Society*, *48*(3), 381-392.
31. Vieira, SGA, dos Santos Fogaça, FH, dos Santos Filho, LGA, Pereira, AML, Magalhães, JA y Alves, I. (2017). Calidad nutricional de la harina de subproductos de camarón *Litopenaeus vannamei*. En *Embrapa Meio-Norte-Resumo em anais de congresso (ALICE)* . En: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO E SAÚDE DE PEIXES, 7., 2017, Botucatu. Anais ... Botucatu: UNESP-FCA, 2017.
32. Váscquez, C., & Arquimides, D. (2017). *Evaluación de diferentes niveles de harina de cabezas de camarón en la alimentación de conejos neozelandés en las etapas de crecimiento-engorde* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
33. Xie, S., Wei, D., Fang, W., Wan, M., Guo, T., Liu, Y., ... & Niu, J. (2019). Optimal dietary lipid requirement of postlarval white shrimp, *Litopenaeus vannamei* in relation to growth performance, stress tolerance and immune response. *Aquaculture Nutrition*, *25*(6), 1231-1240.