



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

VIABILIDAD NUTRICIONAL DE LA HARINA DE CABEZA DE
CAMARON EN REEMPLAZO DE HARINA DE PESCADO EN DIETAS
PARA *LITOPENAEUS VANNAMEI*.

GARCIA TORRES BRYAN REMIGIO
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

VIABILIDAD NUTRICIONAL DE LA HARINA DE CABEZA DE
CAMARON EN REEMPLAZO DE HARINA DE PESCADO EN
DIETAS PARA *LITOPENAEUS VANNAMEI*.

GARCIA TORRES BRYAN REMIGIO
INGENIERO ACUÍCULTOR

MACHALA
2021



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

EXAMEN COMPLEXIVO

VIABILIDAD NUTRICIONAL DE LA HARINA DE CABEZA DE CAMARON EN
REEMPLAZO DE HARINA DE PESCADO EN DIETAS PARA *LITOPENAEUS*
VANNAMEI.

GARCIA TORRES BRYAN REMIGIO
INGENIERO ACUÍCULTOR

SANTACRUZ REYES ROBERTO ADRIAN

MACHALA, 26 DE ABRIL DE 2021

MACHALA
26 de abril de 2021

VIABILIDAD NUTRICIONAL DE HARINA DE CABEZAS DE CAMARÓN EN REEMPLAZO A LA HARINA DE PESCADO EN DIETAS PARA *Litopenaeus vannamei*.

por Bryan García Torres

Fecha de entrega: 16-abr-2021 08:01a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1560922831

Nombre del archivo: PROYECTO_DE_EXAMEN_COMPLEXIVO_-_BRYAN_GARCIA_3.docx (658.26K)

Total de palabras: 6279

Total de caracteres: 32953

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

El que suscribe, GARCIA TORRES BRYAN REMIGIO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado VIABILIDAD NUTRICIONAL DE LA HARINA DE CABEZA DE CAMARON EN REEMPLAZO DE HARINA DE PESCADO EN DIETAS PARA *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, 26 de abril de 2021

GARCIA TORRES BRYAN REMIGIO
0703302679



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

**VIABILIDAD NUTRICIONAL DE HARINA DE CABEZAS DE
CAMARÓN EN REEMPLAZO A LA HARINA DE PESCADO EN
DIETAS PARA *Litopenaeus vannamei*.**

BRYAN REMIGIO GARCIA TORRES

INGENIERO ACUICOLA

MACHALA

2020

RESUMEN

El camarón es una fuente muy importante de proteínas que es consumida frecuentemente, lo que lo hace muy interesante para su producción en acuicultura. El aumento de los precios de la harina de pescado ha dado lugar a que se investiguen otras fuentes nutricionales, que puedan sustituirla en la elaboración de piensos acuícolas. Entre éstas se destaca la harina de cabeza de camarón, misma que puede ser una opción económicamente rentable ya que presenta perfiles nutricionales similares al de la harina de pescado. En las plantas de congelación y enlatado, las cabezas de camarón suelen desecharse en el mar luego del proceso de descabezado. La cabeza de camarón contiene gran parte de las vísceras, y representa una muy buena opción para procesarla y convertirla en harina para la alimentación animal. El fundamento de este documento es realizar una revisión literaria sobre los posibles perfiles nutricionales de las harinas de cabeza de camarón centrándose en los nutrientes requeridos por *Litopenaeus vannamei*.

Palabras clave: harina de pescado, harina de cabeza de camarón, *Litopenaeus vannamei*, perfil nutricional, camarón

Abstract

Shrimp is a very important source of protein that is consumed frequently, which makes it very interesting for its production in aquaculture. The increase in the price of fishmeal has led to the search for other nutritional sources, which can substitute it in the production of aquaculture feeds. Among these, shrimp head meal stands out, which can be an economically profitable option since it has nutritional profiles similar to fish meal. In freezing and canning plants, shrimp heads are often disposed of in the sea after being removed. The shrimp head contains a large part of the viscera, and represents a very good option to process it and turn it into meal for animal feed. The rationale for this document is to carry out a literature review on the possible nutritional profiles of shrimp head meals, focusing on the nutrients required by *Litopenaeus vannamei*.

Keywords: fish meal, shrimp head meal, *Litopenaeus vannamei*, nutritional profile, shrimp

Contenido

1. INTRODUCCION	5
2. DESARROLLO	7
2.1. Actividad Acuícola en el Ecuador	7
2.2. Requerimientos nutricionales en dietas para camarón	8
2.2.1. Proteína	8
2.2.2. Carbohidratos	10
2.2.3. Lípidos	11
2.2.4. Aminoácidos	12
2.3. Harina de pescado	13
2.3.1. Valor Nutricional de Harina de Pescado	14
2.4. Harina de cabeza de camarón	17
2.5. Análisis proximal de la harina de cabeza de camarón.	18
2.5.1. Proteína	18
2.5.2. Grasa	19
2.5.3. Humedad	19
2.5.4. Cenizas	20
2.5.5. Composición de aminoácidos	21
2.6. Trabajo investigativo sobre el reemplazo de la harina en dietas de <i>Litopenaeus vannamei</i>	23
3. CONCLUSIÓN	26
4. BIBLIOGRAFIA	27

1. INTRODUCCION

Ecuador es una región muy privilegiada debido a su posición geográfica y condiciones climáticas favorables las cuales permiten una pesca y acuicultura en toda su franja costera.

La actividad acuícola lleva ya cuatro décadas establecida en el país con el manejo y cultivo de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en estanques. Abarcando más del 95% de toda la acuicultura del país, como segundo producto acuícola está el cultivo de tilapias, la misma que ha estado en crecimiento estos últimos años, dejando así un porcentaje mínimo al cultivo de otras especies de peces y crustáceos de agua dulce, y moluscos. Por ende, en esta actividad es donde más se utiliza productos elaborados que contienen gran cantidad de proteína de origen animal que provee la harina de pescado. Debido a que la harina de pescado, cubre el requerimiento principal como nutriente esencial en el organismo de cultivo.

La harina de pescado es la principal fuente de proteínas en los alimentos acuícolas formulados en todo el mundo. La disponibilidad de harina de pescado se podría encontrar en una situación crítica debido a la sobrepesca y al aumento de los precios; el empleo de harina de pescado como suplemento alimenticio en la producción acuícola durante el año 1980 fue del 10%, en el año 2006 tuvo un incremento del 46%. De acuerdo a esta tendencia se propuso investigar nuevas fuentes alternas de proteína para uso acuícola.

Hay dos tipos de fuentes de proteínas, las de origen vegetal y origen animal. Las fuentes de proteínas vegetales como la harina de soja, la lenteja de agua, el salvado de maíz, el salvado de arroz, la torta de aceite de maní, los desechos de cervecería, las legumbres, etc. se utilizan comúnmente.

La presencia de factores anti nutricionales, como inhibidores del crecimiento como alcaloides, glucósidos, ácidos oxálicos, fitatos, inhibidores de proteasa, hemaglutinina, momosina, cianoglucósidos y linamarina limitan su uso en piensos. Hay muchas fuentes de proteínas animales, como gusanos, termitas, larvas, lombrices de tierra, caracoles, renacuajos, etc., que se utilizan en alimentos acuáticos.

El contenido de proteína de los productos de origen animal puede ser del 54 al 70%, mientras que el de los productos de origen vegetal varía del 15 al 50%. Por tanto, es obvio que la proteína animal puede tener una mayor influencia en la capacidad de crecimiento y reproducción de los animales acuáticos.

La harina de cabeza de camarón es un subproducto definido como un residuo de camarón seco, molido y sin descomponer y se utiliza como ingrediente de piensos que puede utilizarse como fuente alternativa de proteínas en la elaboración de balanceados para especies acuáticas.

Se puede recalcar que nuestro país es idóneo para la producción y elaboración de harina de cabezas de camarón, ya que como se menciona somos los principales productores de este crustáceo, y para la elaboración contamos con establecimientos con todos los implementos necesarios.

El aprovechamiento de estos desechos en la producción de alimentos para camarón no sólo reducirá el costo unitario de la producción de camarón, sino que también serviría como un medio excelente para prevenir la contaminación ambiental.

Considerando los párrafos precedentes, esta investigación se centrará en el estudio nutricional de la harina de cabeza de camarón, para la producción de piensos en dietas de *Litopenaeus vannamei*, y así identificar una alternativa viable para el reemplazo de la harina de pescado utilizada tradicionalmente en la formulación de los balanceados para camarón.

2. DESARROLLO

2.1. Actividad Acuícola en el Ecuador

La acuicultura en nuestro país se basa principalmente en el cultivo de camarón, esta ocupación surgió de manera fortuita, a inicios del año 1968 en el cantón Santa Rosa provincia de El Oro (Suárez, Calle, Quinteros, Valencia, y Basantes, 2015), debido a que en las costas del cantón se daban agujajes muy grandes, estas mismas aguas de mar se mezclaban con los salitres del sector conllevando consigo larvas de camarón en estado juvenil, el cual pasado poco tiempo se desarrollan hasta alcanzar tallas comerciales de manera natural y sin ninguna acción mediática para influenciar el desarrollo de dichos animales, por tanto varios agricultores del cantón aprovecharon este fenómeno y empezaron a construir estanques de agua de grandes dimensiones para luego ir con la captura de las larvas de camarón y comenzar así el cultivo de esta especie. EL 95% de nuestra producción acuícola es de la especie *Litopenaeus vannamei*, la cual está demostrado que posee un mejor rendimiento (Cruz y Meza, 2017).

El fenómeno de la actividad acuícola se da por las grandes ventajas de las condiciones climáticas existentes en el país, la cual nos permite beneficiarnos de hasta 3 ciclos por año de cosecha de camarón. Así mismo nuestro clima proporciona que esta especie se desarrolle en buenas condiciones tanto como resistente a enfermedades, sea de buena calidad, textura y un buen sabor. Conforme con la Cámara Nacional de Acuicultura la actividad que más se desarrolla por los camaroneros es con el empleo de sistemas de cultivo semi-extensivo, mientras que el resto de la producción se lleva a cabo con el uso de sistemas semi-intensivo. En la actualidad hay una gran demanda de nuevas técnicas de cultivo para obtener un mayor rendimiento, manejo y control en cuanto a la producción, como es el uso de sistemas intensivos (Fares, 2016).

Los principales factores que afectan la productividad en las granjas son la calidad del alimento, la densidad de población de camarones y la calidad del agua. El aumento de coste de balanceado en los insumos acuícolas se debe a la elevada concentración de niveles de proteína que demanda las dietas para camarón, esto conlleva a un gran gasto para la actividad camaronicola. Por tanto, es necesario reconocer componentes que contengan proteínas a bajos costos y así aminorar el coste de elaboración de alimento para camarones (Meyers, 1986).

2.2. Requerimientos nutricionales en dietas para camarón

2.2.1. Proteína

La demanda de proteína en la dieta depende en gran medida de la densidad de población del camarón, por lo tanto, como lo demuestran diferentes trabajos experimentales, depende de la productividad primaria (fitoplancton y zooplancton) (Martínez, Campaña, y Porchas, 2003; Hardy, Tacon, Stickney y Mcvey, 2002).

El objetivo principal de una fórmula alimenticia equilibrada es estimar el perfil nutricional de diferentes ingredientes alimentarios en función de las necesidades nutricionales de los animales. Hardy et al, (2002) señaló que la eficiencia de la utilización de nutrientes en la alimentación balanceada de camarones debería mejorarse, la pérdida de nutrientes debería reducirse mediante una mejor digestión de los nutrientes y debería minimizarse el desperdicio causado por la descomposición parcial de nutrientes, o evitar las fórmulas con una concentración de nutrientes demasiado alta.

En los piensos para camarones, los alimentos se han formulado de acuerdo con el nivel de proteína cruda total de los componentes, porque este es su principal nutriente, y la concentración de proteínas fluctúa entre el 30% y el 55% (Civera, Goytortúa, Rocha, Vega, y Nolasco, 1998).

Durante mucho tiempo, a través de una comprensión más precisa de los requerimientos nutricionales de este crustáceo y el uso de más tipos de ingredientes alimentarios, varios investigadores se han propuesto la posibilidad de reducir el contenido de proteínas del alimento balanceado de camarón (Tacon y Akiyama, 1997).

Akiyama y Polanco, (1995) mencionó que es posible disminuir el gasto de alimentación evitando altas concentraciones de diferentes nutrientes, y que se puede reducir el nivel de proteína al 30% en dietas para camarones *Penaeus monodon* en cultivos semi-intensivos. Con el tiempo se vino realizando varios diseños experimentales con el propósito de optimizar los niveles de proteínas en alimentos para camarones.

Con el tema del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, se han ejecutado diferentes investigaciones para relacionar el resultado de alimentos con distintos niveles de proteínas. Por ejemplo Velasco, Lawrence, Castille, y Obaldo, (2000), realizó un experimento para la evaluación en respuesta a los crecimientos de larvas de camarón; se inició con pesos promedios de 0.9 mg a 1 mg; las dietas se suministraron con diferentes niveles de proteína y lípidos, estableciendo así que la concentración óptima de proteína para mejorar el crecimiento de peso fluctúa entre el 21,4 al 24,5%.

El nivel óptimo de proteína en dietas para un incremento alto de camarones se ve afectado por disparidad de tallas dentro de estas especies, así mismo como su concentración de población, de que especie es, el sistema de siembra y cultivo y las fuentes de origen de las proteínas en sus dietas alimenticias. En una investigación realizada por Rosas et al., (2001) observó un crecimiento óptimo de camarón con niveles de 33 a 44% de proteína cruda en las dietas para esta especie (peso promedio de camarón 1g) siendo su fuente principal de proteína la harina de krill.

Gao et al., (2016) informaron que la concentración óptima de proteína en la dieta para *L. vannamei* (tamaño de 0,31 a 6,0 g) fue del 34% cuando se utilizó una dieta semi purificada. Shahkar et al., (2014) informaron que una dieta con un nivel del 33% de proteína es óptimo para un excelente crecimiento de *L. vannamei* (aproximadamente 1 a 11 g de tamaño) cuando se usa harina de pescado como la principal fuente de proteína, mientras que Martinez et al., (2003) en un ensayo de dietas comerciales para camarón (*L. vannamei*) con 3 diferentes niveles de proteína (25, 35 y 40%) cultivadas en sistemas de estanques se encontró que el nivel óptimo fue del 25 %.

Tabla 1 Crecimiento de camarones en respuesta a distintos niveles de proteína cruda (en base húmeda) en el alimento.

Especie	Condiciones		Niveles de PC (%)	Pesos (g)		Tiempo (d)	Referencia
	Lab	Ext		Inicial	Final		
<i>L. vannamei</i>	**		21, 21+bacterias SD	1.69	12.2 y 11.7	94	McIntosh <i>et al.</i> (2000)
""	**		21, 31*	1.69	14.0	94	McIntosh <i>et al.</i> (2001)
""	**		27, 33, 38, 44*	0.28	1.8	30	Rosas <i>et al.</i> (2001)
<i>L. setiferus</i>	**		27, 33, 38, 44*	0.27	0.97	30	Rosas <i>et al.</i> (2001)
<i>L. vannamei</i>	**		16, 32*	1.7	6.18a	28	Kureshy y Davis (2002)
""	**		32*, 48	1.3	5.44b	28	Kureshy y Davis (2002)
""		**	25 y 40 NS	postlarvas	12.0 y 12.9	56	Martínez-Córdova <i>et al.</i> (2002)
<i>P. monodon</i>		**	30, 35, 40*	3.1	14.6	56	Burford <i>et al.</i> (2004)
<i>L. vannamei</i>	**		25, 30, 35, 40 SD	1.96	3.9	25	Gómez-Jiménez <i>et al.</i> (2005)
""	**		25, 30, 35, 40 SD	0.68	2.78	28	González-Félix <i>et al.</i> (2007)
""	**		25, 30, 35, 40 SD	0.35 - 0.36	3.40	32	Pérez-Velázquez <i>et al.</i> (2007)
""	**		30, 34*, 38, 42	0.09	10.24	70	Hu <i>et al.</i> (2008)
""	**		25 y 30 SD	0.35 y 0.36	1.96 y 2.09	28	Pérez-Velázquez <i>et al.</i> (2008)
""	**		35 y 40 SD	0.35 y 0.36	1.13 y 1.21	21	Pérez-Velázquez <i>et al.</i> (2008)
""	**		35*, 38, 40, 41	0.36	5.95	70	Huai <i>et al.</i> (2010)

** Experimento desarrollado en laboratorio (Lab) o en exterior (Ext). PC = proteína cruda SD = sin diferencias. * Nivel de proteína con mejor respuesta. a, b = alimento restringido al 25% y 30% de la biomasa por día.

Fuente: Terrazas (2010).

2.2.2. Carbohidratos

Según FAO (2016), indica que el tercer compuesto orgánico que predomina en el cuerpo de una especie son los carbohidratos, después de las proteínas y los lípidos. Los carbohidratos tienen prioridad en la investigación nutricional debido a su efecto de ahorro de proteínas, ya que es uno de los principales componentes energéticos con una energía relativa menor que las proteínas y los lípidos.

En un estudio de dietas balanceadas con duración de 8 semanas por Hu, Tan, Mai, Ai, y Zheng, (2009), suministraron 5 dietas experimentales con diferentes niveles de lípidos (45,86%, 42,01%, 37,82%, 33,30% y 29,01%) y carbohidratos (13,82%, 19,41%, 25,72%, 31,80% y 38,2%), para evaluar el crecimiento en camarones juveniles *L. vannamei* con un peso promedio de $0,17 \pm 0,00$ g. Se evidenció que la concentración de proteína en el intestino del camarón fue baja en los tratamientos suministrados con el nivel más bajo de carbohidrato (13,82%). En esta misma concentración de carbohidratos se registraron valores muy bajos de glucosa y proteína en la hemolinfa de los camarones.

En este trabajo no hay diferencias estadísticas en los crecimientos de los camarones con los diversos tratamientos.

En un ensayo realizado por Niu, et al. (2012), se utilizaron siete fuentes diferentes de carbohidratos (almidón de trigo, sacarosa, almidón de papa, almidón de maíz, dextrina, maltosa y glucosa) en las mismas cantidades de 200 g/kg para formular las dietas experimentales para camarones (*Penaeus monodon*) con un peso promedio inicial de $1,92 \pm 0,01$ g con una duración del experimento de 74 días. La ganancia de biomasa (g) y WG (%) fueron más altas en los camarones alimentados con almidón de trigo que contienen sacarosa y la más baja ocurre en la dieta que contiene dextrina. Esta investigación nos señala que las dietas experimentales con almidón de trigo poseen los mejores efectos sobre la ganancia de peso en los camarones. Por lo tanto, se concluyó que estas dos fuentes de carbohidratos en la dieta son más adecuadas y presentan los mismos valores nutricionales en los alimentos para *P. monodon*.

2.2.3. Lípidos

Uno de los componentes más relevantes en las dietas acuícolas son los lípidos, los cuales son fuente de energía disponible y ácidos grasos esenciales, conforman los importantes elementos estructurales de las biomembranas; así como también intervienen como portadores de vitaminas liposolubles, actúan como iniciadores de eicosanoides, hormonas y cofactores enzimáticos para los camarones (Zhao, Wen, Li, Zhu, y Li, 2015).

El aceite de pescado se utiliza principalmente para la producción de alimentos de peces y crustáceos cultivados. Para la producción de aceite de pescado se utilizan especies como el arenque, la sardina, la anchoa y el capelán, entre otros, sean de escaso o nulo valor económico para el consumo humano. La acuicultura se apoya primordialmente en harina y aceite de pescado, el cual Tacon y Metian, (2008) informan que solo el sector de la actividad acuícola agotó un aproximado de 835.000 T, lo que simboliza aproximadamente el 88,5% del aceite de pescado elaborado en 2006. En su mayoría, la fabricación mundial de aceite de pescado fue sobreexplotada y en este momento corren en riesgo ciertas especies de peces que se utilizan para la elaboración de harina y aceite de pescado. Se proyectó que el suministro de las pesquerías de calidad para piensos silvestres permanecerá estático en la próxima década; por lo tanto, la viabilidad, el crecimiento y la rentabilidad de la acuicultura podrían verse afectados negativamente. Se han realizado algunos trabajos para evaluar diferentes tipos de aceites como posible uso en alimentos

para camarones para reducir el costo de alimentación y el costo de producción acuícola en general (Toledo, Silva, Vieira, Mouriño, y Seiffert, 2016).

Además, Zhang et al., (2013) experimentaron los efectos de cinco dietas iso nitrogenadas e isoenergeticas (6, 8, 10, 12 y 14% de lípidos) en base al aumento de peso y la inmunidad en postlarvas de camarón. Los investigadores de este trabajo reportaron que la especie *L. vannamei* necesita diferentes concentraciones de lípidos en sus dietas conforme se va desarrollando las fases larvarias o etapas de crecimiento. El nivel de lípidos del 12% demostró ser adecuado durante la primera mitad del período de cultivo, pero se redujo entre un 2% y un 10% durante la segunda mitad del período de cultivo. Por tanto, sugieren que las concentraciones de lípidos en las dietas que van del rango 10 al 12% aumentan el rendimiento en cuanto a crecimiento de los camarones (*L. vannamei*). Con la particularidad de que cuando se eleva la concentración de lípidos a 14% el aumento de los camarones no mejoró y se atribuye a que la especie *L. vannamei* tiene la incapacidad de utilizar con eficacia los lípidos disponibles.

2.2.4. Aminoácidos

El requerimiento dietético de treonina del camarón blanco del Pacífico (*L. vannamei*) fue examinado por Zhou, Li, Liu, Chi, y Yang, (2007) utilizando seis dietas isonitrogenadas e isolipídicas (43% de PC y 7,5% de lípidos crudos, respectivamente) con niveles graduales de treonina en la dieta que van del 1,07% al 2,30% (peso seco). Los camarones que marcan con un incremento de peso medio más alto fueron los sometidos a 1,67% de treonina; ya que cuando se dosificó más allá del 1,67% de treonina el aumento de peso no tuvo ninguna ganancia. Por lo tanto, los autores utilizaron un modelo de línea discontinua para estimar el requerimiento dietético óptimo de treonina basado en la tasa de crecimiento específico (SGR) y registraron que el 1.51% de la dieta seca (correspondiente al 3.53% de proteína dietética sobre una base de peso seco) como el requerimiento dietético de treonina para *L. vannamei*.

2.3. Harina de pescado

La harina de pescado se ha empleado como elemento principal de la nutrición animal, con cierta prioridad y relevancia a la actividad acuícola. Esto se debe a que la harina de pescado es una extraordinaria fuente de nutrientes con elevado valor biológico, proteína de excelente calidad con aminoácidos esenciales, vitaminas, minerales, factores de crecimiento y atrayentes (Samocha, Davis, Saoud, & DeBault, 2004). El 43% de la fabricación mundial de harina de pescado hasta el año 2000 se ha venido utilizando en la producción avícola, mientras que el 33% se lo utiliza para la acuicultura (Hardy et al., 2002)

Sin embargo, con el incremento de la acuicultura, esta situación ha cambiado, debido a que el uso de harina y aceite de pescado en la producción acuícola ha aumentado mucho, utilizando el 56% de la producción mundial actual de harina y el 87% de aceite, pero otros. Todo el consumo está en el costo. Se utiliza principalmente en industrias y productos farmacéuticos para consumo humano (Ido y Kaneta, 2020).

Debido al aumento de la demanda de harina y aceite de pescado en las actividades acuícolas, y a la falta de crecimiento de la pesca mundial, el precio de la harina de pescado (FAO, 2014), ha aumentado gradualmente y ha alcanzado un máximo histórico en los últimos años. En diciembre de 2014, era de 2.389 dólares EE.UU. por tonelada de harina de pescado, que alcanza los USD 2.400 por tonelada al mes.

Uno de los principales problemas que ha provocado la subida del precio de la harina de pescado, es que la captura de pescado de alta mar a partir de la cual se elabora este ingrediente ha seguido disminuyendo, lo que ha provocado una escasez de oferta y por ende un aumento de los precios de la misma. Según FAO, (2018), la aportación promedio de la actividad acuícola al consumo mundial de pescado rebasará el 54% en los próximos 10 años, por tanto el sistema alimentario en los cultivos que se dosifican con harina de pescado es fundamental para la nutrición del mañana, ya que es un insumo que no se ha podido ser sustituido (De Silva, Francis, y Tacon, 2011).

Con una disponibilidad limitada y elevado requerimiento de harina y aceite de pescado las encarece como materia prima y reduce la rentabilidad de la camaronicultura y otros cultivos de especies acuáticas que dependen de ellas, por lo que se ha elaborado una extensa investigación sobre el reemplazo de la harina de pescado por otros derivados. La harina de pescado representa hasta el 50% en la alimentación, por lo tanto, si se reduce el

contenido de harina de pescado en los piensos acuícolas, el costo de la producción acuícola puede reducirse considerablemente (FAO, 2016).

La harina de pescado se obtiene de la cocción, prensado, desecado y triturado de las materias primas, siendo el pescado el más utilizado y utilizado, que incluye sardinas, arenques, anchoas, merluza, atún y caballa. Por consiguiente, la harina de pescado de determina por su elevado contenido de proteínas, vitaminas y minerales. Se utilizan principalmente como ingredientes en la producción de piensos equilibrados para la acuicultura, pero también se utilizan en la producción de alimentos para aves, ganado y mascotas (Rojas, 2005).

2.3.1. Valor Nutricional de Harina de Pescado

El valor nutricional de la harina de pescado es significativamente más alto que el de muchas otras harinas de origen animal o vegetal porque entre el 65 y el 80% del producto es proteína de alta digestibilidad. De tal manera, otorgan una fuente consolidada de proteínas de buena calidad que contienen aminoácidos esenciales. Los niveles de grasa en la harina de pescado son bajos, en cuanto a las concentraciones de HUFA son elevadas. El contenido de grasa en la harina es bajo, pero, aun así, la proporción de HUFA es alta. Aun así, la producción de harina de pescado se efectúa utilizando diferentes tipos de materias primas, lo que afectará la constitución del producto final; algunos son subproductos basados en la industrialización de productos de consumo humano, generalmente con menor contenido de proteínas y grasas, y mayor contenido de cenizas procedente de huesos y escamas. Por lo tanto, debido a las diversas fuentes de harina de pescado, su estructura química puede variar mucho (Sandbol, 1993).

Tabla 2 Composición proximal de harinas experimentales de anchoveta (en base húmeda).

	F	FM	D
	Fresca	Frescura mediana	Descompuesta
Composición química (%)			
Humedad	9.39	10.99	11.01
Proteína	65.98	64.20	62.39
Lípidos	7.96	7.58	8.75
Ceniza	14.26	14.52	14.77
Fibra	0.90	0.27	0.51
Indicadores de la frescura de la materia prima			
TVN (mg N/100g materia prima) ¹	14	30	50
Histamina (mg/kg)	0.028	1.850	4.701
Cadaverina (mg/kg)	0.051	0.803	1.599
Putrescina (mg/kg)	0.035	0.446	0.916
Tiramina (mg/kg)	—	0.285	0.657
Total (mg/kg)	0.114	3.384	7.873
Indicadores de la calidad de la proteína			
Digestibilidad en Mink (%)	91.4	89.7	89.8
Proteína soluble (Bradford) ²	5.51a	6.37b	6.81b
Proteína soluble (Kjeldhal) ³	20.97a	25.21b	27.64c

¹ = nitrógeno volátil total.

Fuente: (Cruz, Ricque, Nieto y Tapia, 1998).

La identificación de aminoácidos de la harina de pescado hace que este componente nutricional sea tan relevante como un complemento proteico. Las proteínas de los cereales y otros condensados de plantas no contienen perfiles requeridos de aminoácidos y suelen ser escaso en aminoácidos esenciales como la lisina y la metionina. Los aminoácidos con elevada concentración de azufre que se encuentran en la harina de pescado llevan no solo metionina, sino también lisina, que fortalece la potencia de los animales a numerosas enfermedades y aumenta el crecimiento (Carroll, Gaines, Allee y Zannelli, 2003).

Los lípidos que se hayan en los peces se separan en aceites de pescado líquidos y grasas sólidas. Sin embargo, la parte superior del aceite obtenido se extrae durante el procesamiento de la harina de pescado, el lípido que sobra confiere típicamente entre el 6% y el 10% en peso, aunque puede fluctuar entre el 4% y el 20%. Los ácidos grasos de relevancia en la medicina como los es el ácido graso n-3, son principalmente cuantiosos en los aceites de anchoa y sardina a comparación de otros aceites de pescado. Asimismo, los aceites de anchoa y sardina contienen más EPA y DHA que otros aceites de pescado. Los lípidos de pescado son en gran medida digeribles por todas las especies de animales

y son magníficas fuentes de ácidos grasos poliinsaturados esenciales (PUFA) en las familias de ácidos grasos omega-3 y omega-6 (Pike, 1999).

Tanto los ácidos grasos DHA como los EPA son elaborado y transferidos a lo largo de la cadena alimentaria por el fitoplancto y el zooplancton consumido por los peces. La harina de pescado con alto contenido de ácidos grasos n-3, cuando se alimenta a algunos animales (particularmente aves de corral), puede aumentar el contenido de n-3 en la carne de los animales, lo que convierte a estos tejidos en otra fuente de ácidos grasos n-3 para las dietas en seres humanos (Pike, 1999).

Tabla 3 Características nutricionales de harina de pescado de proteína cruda (CP) y aminoácidos esenciales (FM: Fish meal).

Items	FM
CP, %	64.6
Ash†, %	15.0
Na, %	0.88
EAA, g/100g CP	
Arginine	5.70
Histidine	2.41
Isoleucine	4.74
Leucine	7.74
Lysine	7.91
Methionine	3.02
Cystein	0.94
Phenylalanine	4.12
Tyrosine	3.33
Threonine	4.37
Tryptophan	1.18
Valine	5.43

Fuente: NRC (1998).

2.4. Harina de cabeza de camarón

Los desperdicios de camarones son desperdicios secos de las actividades acuícola desechos secos de la industria del camarón, que consisten en cabezas, apéndices y son particularmente ricos en lisina y quitina. Impulsada por el alza de la producción de camarón a partir de la captura y siembra, la harina de desperdicio de camarón (SWM) ha sido identificada como una fuente de proteína animal de con alto valor potencial (Fanimu, Oduguwa, Onifade, & Olutunde, 2000).

Los productos elaborados de desperdicios del procesamiento del camarón sirven como fuente útil de proteínas y saborizantes en las representaciones de alimentos más que nada se debe a la concentración de aminoácidos libres (Heu, Kim, y Shahidi, 2003; Ruttanapornvareesakul et al., 2005).

Estos últimos años, la rama industrial del sector camaronicola ha tenidos sus crecimientos significativos; esta industria produce una cantidad relevante de desperdicios a causa del gran porcentaje de cabezas de camarón, exoesqueleto y componentes solubles que no han usado en varias operaciones de procesos. Las cabezas de camarón corresponden a un acercamiento proximal del 44% de todo el camarón (Meyers, y Rutledge, 1971).

Los residuos de camarón comprenden elementos de gran valor en materia orgánica y de compuestos químicos tales como proteínas, carbohidratos, grasas, pigmentos, minerales, quitina, entre otros, que al ser empleados podrían convertirse en materia prima de excelente calidad para el suministro de gran importancia a nivel industrial (Briceño y Montiel, 2008).

La harina de camarón también se usa como fuente natural de pigmento carotenoide (astaxantina) para producir la coloración optima en trucha, salmón, camarón y plumas de aves exóticas y como elemento aromatizante en alimentos para mascotas. No es inusual que se utilice hasta un 20% de harinas de camarón en formulaciones de trucha de estanque o en peces, mariscos y otros animales de valor económico criados comercialmente (Synowiecki y Abdul, 2000).

Los aminoácidos componen una de las fuentes de nutrientes fundamental en los crustáceos (Ruiz y Moral, 2004). Ellos no sólo son importantes como unidades para la formación de proteínas, sino que favorecen directamente al sabor de los alimentos y son los que preceden de componentes aromáticos que conforman a través de las reacciones térmicas y enzimáticas que surgen durante la realización, elaboración y almacenaje de los productos alimenticios (Ruiz y Moral, 2004; Vilasoa, López, y Lage 2007).

Tabla 4 Composición química de la harina de camarón (% en materia seca).

	Crude Protein	Crude fat	Crude fibre	NFE	Ash
Shrimp meal:					
- Whole ^(11, 33)	70.9	3.3	3.1	4.4	18.3
- Head ^(11, 13, 14, 14, 34)	43.2	5.6	15.8	2.4	33.0
- Waste ^(22, 37)	31.2	4.1	20.0	15.8	28.9
- Process residue ^(25, 26, 27, 28, 39)	46.0	3.5	14.6	4.9	31.0
Acetes ^(11, 14)	72.0	3.8	3.1	5.2	15.9
Shrimp head silage dried ⁽³⁹⁾	74.2	7.4	-	-	18.4

Fuente: Hertrampf y Pascual (2000).

2.5. Análisis proximal de la harina de cabeza de camarón.

2.5.1. Proteína

Las proteínas representan una de las fuentes de nutrientes fundamentales en los desechos de crustáceos. Su incidencia en algunos nutrientes comprende una parte considerable del espacio disponible o peso del alimento (González, Cordoba, Indorf, y Buitriago, 2007).

Como se aprecia en la tabla 5, en un trabajo realizado por Briceño y Montiel, (2013), la porción más considerable resultó ser la proteína cruda con valores promedio de 50,72 y 46,20% para cabeza y exoesqueleto de camarón, respectivamente; demostrando que no existen diferencias significativas ($P > 0,05$) entre estas harinas. Los elevados niveles de proteínas en las harinas de camarón confieren al medio ambiente y nutrición del camarón,

que, a diferencia de otras especies acuáticas usan la proteína como fuente principal de energía, y no a los carbohidratos (Carranco et al., 2003).

Por otra parte, otro factor que favorece el alto porcentaje de proteína en cabezas de camarón, se atribuye a los restos de tejido muscular que se adhieren a la cabeza de estos crustáceos, el cual es mayor a los desperdicios que quedan adheridos al exoesqueleto, donde la erradicación de la carne (músculo) se desarrolla con más facilidad (Mujica, 2005).

2.5.2. Grasa

En la tabla 5, se observan los valores promedio de grasas de 12,03% para cabeza y 1,13% para exoesqueleto de camarón. Está marcada diferencia ($P < 0,05$) se atribuye como se mencionó anteriormente a los restos de carne que podría adherirse a la cabeza del camarón. También se reporta un alto contenido de lípidos en la mayoría de crustáceos y peces marinos influenciados por la dieta, ya que se conforma de fitoplancton y zooplancton que es abundante en ácidos grasos insaturados (Carranco et al, 2003).

En cuanto al capacidad de grasa en las harinas de cabeza de camarón, Andrade, Chávez y Osorio (2007), Carranco et al., (2003), Morillo, Montiel, Belandria y Mújica (2006), consiguieron valores promedio de 6,57, 8,81 y 10,48%, respectivamente, los cuales son inferiores a los de la tabla 5. Sin embargo, Guilherme, Oliveira y Simão. (2007), estableció resultados superiores de 12,50% a los comparados anteriormente. Estas variaciones pueden ser originadas por la zona de captura, estado fisiológico, tamaño, sexo y edad del animal (Morillo et al., 2006).

2.5.3. Humedad

En el Tabla 5, se destacan los resultados arrojados en cuanto a la composición porcentual de humedad en las harinas de residuos de camarón. Los valores promedio de humedad obtenidos para cabeza y exoesqueleto de camarón fueron de 7,70 y 7,74%, respectivamente, indicando que no existen diferencias significativas entre sí ($P > 0,05$). En otros estudios realizados por Morillo et al., (2006) en subproductos de exoesqueleto de camarón, se obtuvo un valor de 5,25%, siendo inferior al alcanzado en la tabla 5 de la investigación de Belandria y Morillo, (2013).

En otras investigaciones realizadas por Morillo et al., (2006), Andrade et al., (2007) y Guilherme et al., (2007), se destacan los resultados conseguidos en harinas de cabeza de camarón de 4,46, 3,94 y 19,70%, respectivamente. Estas marcadas variaciones pueden atribuirse a las técnicas de pre-secado utilizadas por estos autores.

2.5.4. Cenizas

En cuanto al contenido de cenizas en las harinas de residuos de camarón, se compararon los valores promedios para cabeza y exoesqueleto de camarón de 16,73 y 20,22%, respectivamente. Estos resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) entre estas harinas, siendo mayor el contenido de cenizas en el exoesqueleto de camarón (Belandria y Morillo, 2013).

Recientemente, se llevaron a cabo algunas investigaciones reportadas en harinas de exoesqueleto de camarón por Andrade et al., (2007) y Morillo et al. (2006), quienes presentaron valores promedios superiores de 30,00 y 23,85% respectivamente, a los alcanzados en la tabla 5. En cambio, para las harinas de cabeza los resultados son superiores a los presentados por Carranco et al., (2003), Morillo et al., (2006) y Andrade et al., (2007), los cuales reportaron cifras de 18,54, 20,89 y 19,58%, respectivamente. Estos Resultados son inferiores al conseguido por Guilherme et al. (2007), quien indicó un valor de 12,50%. En tal sentido, las diferencias observadas pueden ser debido a la zona de captura, estado fisiológico y la especie utilizada (Morillo et al., 2006).

Tabla 5. Composición proximal de las harinas de camarón

Harinas	Proteínas (%)	Grasa (%)	Humedad (%)	Cenizas (%)
Cabeza de Camarón	50,72 ± 3,10 ^a	12,03 ± 3,45 ^a	7,70 ± 1,47 ^a	16,73 ± 1,49 ^a
Concha de Camarón	46,20 ± 1,75 ^a	1,13 ± 0,25 ^b	7,74 ± 0,28 ^a	20,22 ± 1,33 ^a

^{a,b} Letras distintas en una misma columna denotan diferencias significativas ($P < 0,05$).

Fuente: Belandria y Morillo, (2013).

2.5.5. Composición de aminoácidos.

En los alimentos los componentes de mayor interés son los aminoácidos (AA) y las proteínas. Ellos proveen los componentes necesarios para la síntesis proteica. Además de, contribuir de forma directa en el sabor y la textura de los alimentos (Vilaso et al., 2007).

En la tabla 6, se aprecian los resultados del contenido de aminoácidos esenciales y no esenciales en las muestras antes mencionadas, las cuales, se llevaron a cabo por duplicado. Los valores obtenidos se expresaron en gramos por cada 100 g de peso fresco.

Tabla 6. Comparación del contenido de aminoácidos (g/100 g proteína) en las harinas de cabeza y exoesqueleto de camarón.

Aminoácidos	Harina de cabeza (g/100 g)	Harina de concha (g/100 g)
Acido Aspártico	8,91 ± 0,27 ^a	6,82 ± 1,11 ^a
Acido Glutámico	24,54 ± 2,88 ^a	14,93 ± 1,92 ^a
Serina	2,16 ± 0,55 ^a	2,10 ± 0,35 ^a
Histidina	6,50 ± 0,38 ^a	4,43 ± 0,61 ^a
Glicina	2,35 ± 0,05 ^a	1,86 ± 0,29 ^a
Alanina	3,17 ± 0,14 ^a	4,23 ± 0,66 ^a
Arginina	19,22 ± 0,48 ^a	5,89 ± 1,03 ^b
Tirosina	3,56 ± 0,24 ^a	2,81 ± 0,41 ^a
Valina	4,22 ± 0,23 ^a	3,10 ± 0,44 ^a
Metionina	4,35 ± 0,40 ^a	0,65 ± 0,25 ^b
Triptófano	8,19 ± 0,64 ^a	5,77 ± 1,00 ^a
Fenilalanina	6,71 ± 0,44 ^a	2,83 ± 0,43 ^b
Isoleucina	1,21 ± 0,28 ^b	3,37 ± 0,48 ^a
Lisina	6,98 ± 0,48 ^a	6,19 ± 0,50 ^a

^{a,b} Letras distintas en las dos columnas denotan diferencias significativas (P<0,05).

Fuente: Belandria y Morillo, (2013).

En comparación con los resultados alcanzados en harinas de cabeza y exoesqueleto de camarón, los niveles más altos de aminoácidos, se observaron en la arginina (19,22 y 5,89 g/100 g), ácido glutámico (24,54 y 14,93 g/100 g), y ácido aspártico (8,91 y 6,82 g/100 g), respectivamente. Los valores mostraron que existen diferencias significativas (P<0.05) en cuanto al contenido de algunos aminoácidos esenciales y no esenciales, en ambas harinas de camarón. En tal sentido, las diferencias podrían estar relacionadas probablemente a los residuos de carne que puedan quedar incorporados durante el proceso

de extracción, lo cual hace que incremente el contenido de proteínas y la calidad nutricional de las harinas (García, 1998).

Es importante destacar que existen otros aminoácidos que contribuyen a la calidad nutricional de las harinas de cabeza y exoesqueleto camarón, entre ellos, se encuentran la lisina y la serina (Vilasoá et al., 2007), con valores de 6,98 y 6,19 g/100 g y 2,16 y 2,10 g/100 g, respectivamente. En tal sentido, la lisina es un aminoácido esencial que se encuentra en baja proporción en cereales, el cual es apropiado para el desarrollo y se utiliza como precursor en la producción de carnitina, una sustancia nutritiva que convierte los ácidos grasos en energía y regula los niveles de colesterol (Cao, Zhang, Hong, y Ji, 2008). Cabe destacar, que la cisteína no fue determinada debido a la rápida oxidación de este compuesto a la forma de ácido cisteico (Vilasoá, et al., 2007). El aminoácido que se presentó en menor proporción en las harinas de cabeza y exoesqueleto de camarón fueron la Isoleucina y Metionina con valores de 1,21 y 0,65 g/100 g de peso fresco, respectivamente.

En el caso de los aminoácidos aromáticos como triptófano y tirosina arrojaron valores para cabeza (8,19 y 3,56) g/100g y exoesqueleto de camarón (5,77 y 2,81) g/100 g, respectivamente. Estos valores, se compararon con otros estudios realizados en harinas de cabeza de camarón, en donde se alcanzó un valor 2,82 g/100 g para triptófano, inferior a los arrojados en la investigación de Belandria y Morillo (2013). Estas diferencias se atribuyen a que este aminoácido es un factor limitante en la proteína (Sánchez, Chavira y López, 2008). Cabe resaltar, que el análisis de triptófano ha generado grandes problemas, debido a que la etapa de hidrólisis ocasiona largos tiempos de reacción y requieren del calentamiento de reactivos peligrosos (Sánchez et al., 2008).

El triptófano y la tirosina son conocidos como sustancias precursoras para muchos compuestos neuro activos. Su importancia radica por ser un aminoácido esencial utilizado para la alimentación animal y humana, pero se ha reportado que su ingesta excesiva, podría generar efectos aterogénicos (Sánchez et al., 2008).

2.6. Trabajo investigativo sobre el reemplazo de la harina en dietas de *Litopenaeus vannamei*.

En un trabajo realizado por Cruz, Ricque, Martínez y Wesche, (1993), se preparó y evaluó harinas de subproductos de camarón, tomadas de dos puntos en las costas del Golfo de México, se utilizaron cabezas y exoesqueletos; mientras que en las costas del Pacífico se usaron solo las cabezas del camarón, como fuentes de proteínas para dietas en juveniles de *Penaeus vannamei* con porcentaje de tallas inicial de 0,209 g. Se reemplazó la harina de pescado y la harina de soja en la dieta control con harina de los subproductos de camarón en dietas experimentales; se incluyeron diferentes niveles dietéticos de 3, 6 y 18%, de harina de subproductos de camarón, cada dieta (control, PM3, GM3, PM6, GM6, PM18, GM18) se colocaron con 3 grupos de repeticiones de 15 camarones por un periodo de 28 días. Las tasas de supervivencia oscilaron entre el 96 y 98%, y las tasas de incremento de los camarones suministrados con las dietas fueron aproximadamente el 360% para las dietas control y las dietas experimentales con el 3% de harina de camarón, mientras que para las dietas GM6 y PM6 fue del 500% y para las dietas GM18 fue de 590% y 730% para la dieta PM18.

Tabla 7. Composición y análisis proximal de las dietas (%).

	CD	PM3	GM3	PM6	GM6	PM18	GM18
Ingredients							
Fish meal	27.0	26.25	25.6	25.5	24.2	22.5	18.6
Soybean meal	15.0	13.25	13.75	11.5	12.5	4.5	7.5
PM	–	3.0	–	6.0	–	18.0	–
GM	–	–	3.0	–	6.0	–	18.0
Cellulose	3.0	2.5	2.65	2.0	2.3	0.0	0.9
Yeast	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Wheat flour	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0
Corn gluten	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Lecithin	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
Fish oil	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
Vitamin mix. ²	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Starch	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
NaH ₂ PO ₄	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
CaCO ₃	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Analyzed (% dry matter)							
Crude protein	36.58	36.70	36.61	36.76	37.04	36.35	37.52
Crude fat	5.96	6.07	6.41	6.28	5.53	5.97	5.68
Crude fiber	4.64	5.42	4.10	4.26	4.03	4.58	4.41
Ash	9.65	9.02	7.66	11.09	10.71	12.51	12.05
Calculated							
NFE ³	43.17	42.79	45.22	41.61	42.69	40.59	40.34
animal/plant protein ratio	1.14	1.26	1.22	1.38	1.31	2.08	1.73

¹CD=control diet; GM=Gulf shrimp by-product meal; PM=Pacific shrimp by product meal; 3%, 6% and 18%=levels of PM or GM added to CD.

²Vitamin mixture composition (active substance/kg mixture): retinol 2000000 IU; cholecalciferol 200000 IU; thiamin HCl 450 mg; riboflavin 2500 mg; pyridoxine HCl 400 mg; cyanocobalamine 1 mg; phyloquinone 200 mg; biotin 0.5 mg; folic acid 425 mg; meso-inositol 20000 mg; p-aminobenzoic acid 1500 mg; ascorbic acid 15000 mg; niacin 10000 mg; calcium pantothenate 5000 mg; choline chloride 37000 mg; tocopherol 3750 mg.

³Nitrogen-free extract (calculated by difference).

Fuente: Cruz, *et al* (1993).

El crecimiento final estuvo representativamente más elevado para los camarones suministrados con dietas de niveles del 6% que a los que no se suministró dietas control. Tras alcanzar niveles de 18%, PM se desempeñó muy bien y mejor que GM ($P < 0.05$). La conversión alimenticia mejoró con un proximal de 2,1 para el grupo control; el 3% de la dieta experimental a 1,3 para el grupo dosificado con PM18. El progreso en la conversión alimenticia nivela el aumento de coste en las dietas, en virtud al uso de harina de subproductos de camarón y resulto en una contribución 36% menos que los componentes alimenticios

Los pesos finales fueron significativamente más altos para los camarones alimentados con niveles dietéticos del 6% que los alimentados con las dietas de control y al 3%. Al nivel del 18%, PM se desempeñó mejor que GM ($P < 0.05$). La conversión alimenticia mejoró de aproximadamente 2,1 para el grupo de control y el 3% de la dieta a 1,3 para el grupo alimentado con PM18. La mejora en la conversión alimenticia compensa el aumento en el costo de las dietas, debido al uso de harina de subproductos de camarón y resultó en una contribución 36% menor de los ingredientes del alimento en el costo de producción de camarón.

Tabla 8. Composición aproximada de las harinas de subproductos del camarón (% materia seca)

	Protein ²	Chitin ³	Lipids	Ash	Fiber ⁴	NFE ⁵
GM	51.31	11.71	2.74	22.89	1.48	9.87
PM	47.94	10.56	6.03	20.80	5.93	8.74

¹Gulf (G) and Pacific (P) by-product meals (M).

²Protein = (total N – chitin N) × 6.25.

³Chitin = chitin N × 14.6.

⁴Fiber = crude fiber – chitin.

⁵NFE = nitrogen-free extract, calculated by difference.

Fuente: Cruz, *et al* (1993).

Tabla 9. Resultados del estudio de alimentación.

	CD	PM3	GM3	PM6	GM6	PM18	GM18
Parameters							
Initial weight (g)							
mean	0.206	0.207	0.212	0.207	0.211	0.209	0.210
s.d.	0.013	0.011	0.013	0.012	0.011	0.013	0.012
Final weight (g)							
mean	0.935 ^d	0.969 ^d	0.968 ^d	1.295 ^c	1.223 ^c	1.709 ^a	1.446 ^b
s.d.	0.281	0.319	0.176	0.250	0.256	0.343	0.314
Growth rate (%)	359.9 ^c	370.3 ^{bc}	359.0 ^c	527.9 ^{abc}	481.3 ^{bc}	733.6 ^a	593.4 ^{ab}
Relative GR (%)	100.0	102.8	99.7	146.7	133.7	203.8	164.9
Survival rate (%)	97.78 ^a	97.78 ^a	95.55 ^a	97.78 ^a	95.55 ^a	97.78 ^a	93.33 ^a
Feed consumption (g)	1.44 ^a	1.60 ^a	1.57 ^a	1.84 ^a	1.78 ^a	1.90 ^a	1.88 ^a
Feed Conversion	2.10 ^b	2.32 ^b	2.11 ^b	1.70 ^{ab}	1.77 ^{ab}	1.27 ^a	1.56 ^{ab}

¹Initial and final weights are means of individual values (three tanks containing 15 shrimps each = 45 values for the initial mean weight); individual final weights of the three replicate groups of each treatment were pooled together after checking by ANOVA that there were no significant differences among the replicate means. On the contrary, growth rate, survival rate, feed consumption and feed conversion are means of three replicate values corresponding to the respective replicate tanks.

²Means in the same row sharing the same superscript letter do not differ significantly ($P < 0.05$).

³Relative GR is the relative growth rate compared to the control diet (relative GR = [GR experimental/GR control] × 100).

Fuente: Cruz, *et al* (1993).

3. CONCLUSIÓN

Las harinas derivadas de los residuos sólidos del procesamiento de camarón constituyen una excelente fuente de proteínas y grasas a muy bajo costo, que permitirían sustituir en cierta medida a la harina de pescado, de uso tradicional en la fabricación de alimentos balanceados para dietas de camarón. En este contexto, tal como se analizó los perfiles nutricionales que requiere la especie *Litopenaeus vannamei* son similares a las harinas de cabeza camarón registrados por varios autores, las cuales aportan niveles óptimos de proteínas.

El perfil de aminoácidos establecido en las harinas camarón, demostraron que son una excelente fuente de aminoácidos esenciales y no esenciales. Por lo tanto, estas harinas de camarón contienen aminoácidos esenciales, y pueden ser consideradas como una fuente principal de proteínas en las dietas para animales.

El contenido de proteína de la harina de camarón es bajo en comparación con el de harinas comerciales de pescado, que generalmente es del 55% al 65%. Sin embargo, con un contenido promedio de proteína de hasta el 40%, la harina fabricada con cabezas de camarón frescas puede tener valor comercial como alimento para animales, y su producción podría ser rentable considerando el bajo costo de procesamiento.

4. BIBLIOGRAFIA

1. Andrade, R., Chávez, M., y Osorio, V. (2007). Evaluación de las etapas de cocción y secado en la obtención de harina de cabezas de camarón de cultivo (*Penaeus sp*). *Dyna*. 153, 181-186. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49615335>.
2. Akiyama, D., y Polanco, B. (1995). Semi-intensive shrimp farm management. *American Soybean Association. Technical Manual*. 14-27.
3. Belandria, J., y Morillo, N. (2013). Perfil de aminoácidos y contenido de pigmentos en las harinas de residuos de camarón. *Zootecnia Trop.*, 31 (1): 24-34. <https://docplayer.es/92689098-Perfil-de-aminoacidos-y-contenido-de-pigmentos-de-las-harinas-de-residuos-de-cangrejo-y-camaron.html>
4. Briceño, B., y Montiel, N. (2008). Recuperación de quitina a partir de los residuos sólidos generados del procesamiento industrial de crustáceos. *Rev.Cub. Quim.* XX, 3, 17 -26. <https://www.redalyc.org/pdf/4435/443543715003>.
5. Burford, M., Smith, D., Tabrett, S., Coman, F., Thompson, P., Barclay, M., y Toscas, P. (2004). The effect of dietary protein on the growth and survival of the shrimp, *Penaeus monodon* in outdoor tanks. *Aquaculture Nutrition*. 10, 15-23. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2003.00274.x>
6. Cao, W., Zhang, C., Hong, P., y Ji, H., (2008). Response surface methodology for autolysis parameters optimization of shrimp head and amino acid. *Elsevier*. 109, 176–183. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.11.080>
7. Carranco, M., Calvo, C., Arellano, L., Pérez, F., Ávila, E., y 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 del huevo. *Interciencia*. 28, 6,328-333.

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003000600004

8. Carroll, J., Gaines, A., Allee, G., y Zannelli, M. (2003). Effect of menhaden fish oil supplementation and lipopolysaccharide exposure on nursery pigs. I. Effects on the immune axis when fed diets containing spray-dried plasma. *Domestic Animal Endocrinology*, 24(4), 341-351. [https://doi.org/10.1016/S0739-7240\(03\)00016-X](https://doi.org/10.1016/S0739-7240(03)00016-X).
9. Civera, R., Goytortúa, E., Rocha, S., Vega, F., y Nolasco, H. (1998). Proyecto Langostilla Roja: Utilización de la langostilla roja como insumo proteico en alimentos para camaronicultura. *Proyecto Piloto. Promotora Industrial Acuasisistemas, SA-Federación de Sociedades Cooperativas Pesqueras de Baja California-CIBNOR. Informe Ejecutivo*, (2), 1-86. <http://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/307/304>.
10. Cruz, A., y Meza, L. (2017). Caracterización de los factores de producción y productividad del sector camaronero en Ecuador. <https://1library.co/document/zkw50d8z-caracterizacion-factores-produccion-productividad-sector-camaronero-ecuador.html>.
11. Cruz, L., Ricque, D., Martínez A., y Wesche, P. (1993). Evaluation of two shrimp by-product meals as protein sources in diets for *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*, 115 (1-2), 53–62. doi: 10.1016/0044-8486(93)90358-6
12. Cruz, L., Ricque, D., Nieto, M., y Tapía, M. (1998). Revisión Sobre Calidad de Harinas y Aceites de Pescado para la Nutrición de Camarón. *Avances en Nutrición Acuicola*, 298-326. https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/20cru2.pdf

13. De Silva, S., Francis, D., y Tacon, J. (2011). Fish oil in aquaculture: in retrospect. in Fish oil replacement and alternative lipid sources in aquaculture feeds, *CRC Press*, 1, 1-20. <http://dro.deakin.edu.au/view/DU:30031360>
14. Fanimó, A., Oduguwa, O., Onifade, A., y Olutunde, O. (2000). Protein quality of shrimp-waste meal. *Bioresource technology*, 72(2), 185-188. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(99\)00108-X](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(99)00108-X).
15. FAO. (2016). El estado mundial de la pesca y la acuicultura. ROMA: Recuperado de <http://naval582.com/pesca/pdf/informe.pesca.fao.pdf>
16. FAO (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. doi:10.18356/37c4c7b4-es
17. Fares, M. (2016). *La comercialización del camarón ecuatoriano en el mercado internacional y su incidencia en la generación de divisas*. (Tesis). Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Económicas. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/10295>
18. García, L. (1998). *Composición proximal y mineral en desechos de conchas de cangrejo*. (Trabajo Especial de Grado). Maracaibo, Venezuela. Universidad del Zulia (LUZ), Facultad de Ingeniería. 65 p.
19. Gao, W., Tian, L., Hu, W., Luo, M., Liu, J., Xu, Q., y Tian, J. (2016). Optimal dietary protein level for the white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in low salinity water. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*. 68, 1-8. <https://evols.library.manoa.hawaii.edu/handle/10524/54969>
20. Gómez, S., González, M., Perez, M., Trujillo, D., Esquerra, I., y Barraza, R. (2005). Effect of dietary protein level on growth, survival and ammonia efflux rate of *Litopenaeus vannamei* (Boone) raised in a zero water exchange culture

- system. *Aquaculture Research*. 36; 834-840. doi: 10.1111/j.1365-2109.2005.01287.x
21. González, D., Córdoba, J., Indorf, F., y Buitriago, E. (2007). Estudios preliminares en la formulación de dietas para camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*) utilizando ensilado de pescado. *Revista Científica*. XVII, 2,166-172. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95917210>.
22. González, M., Gómez, S., Perez, M., Allen, D., y Velazco, J. (2007). Nitrogen budget for a low salinity, zero-water exchange culture system: I. Effect of dietary protein level on the performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Aquaculture Research*. 38; 798-808. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01657.x>
23. Guilherme, R., Oliveira, J., y Simão. P. (2007). Caracterização química e perfil aminoacídico da farinha de silagem de cabeça de camarão. *Ciênc. agrotec*. 31. 3, 793-797. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000300028>.
24. Hardy, R., Tacon, A., Stickney, R., y Mcvey, J. (2002). Fish meal: historical uses, production trends and future outlook for sustainable supplies. *Responsible marine aquaculture*, 311-325. <https://doi.org/10.1079/9780851996042.0311>
25. Hertrampf J., y Pascual, P. (2000) Shrimp Meal. In: Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4018-8_38
26. Heu, M., Kim, J., y Shahidi, F. (2003). Components and nutritional quality of shrimp processing by-products. *Food chemistry*. 82, 235-242. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00519-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00519-8).
27. Hu, Y., Tan, B., Mai, K., Ai, Q., y Zheng, S. (2009). Influence of dietary carbohydrate levels on growth and some physiological-biochemical index in

- juvenile *Litopenaeus vannamei*. *Acta Hydrobiologica Sinica*. 33, 2. 289-295.
<https://doi.org/10.3724/SP.J.1035.2009.00289>.
28. Huai, M., Liu, Y., Tian, L., Deng, S., Xu, A., Gao, W., y Yang , H. (2010). Effect of dietary protein reduction with synthetic amino acids supplementation on growth performance, digestibility, and body composition of juvenile Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture International*. 18, 255–269.
<https://doi.org/10.1007/s10499-009-9241-y>
29. Ido, A., y Kaneta, M. (2020). Fish Oil and Fish Meal Production from Urban Fisheries Biomass in Japan. *Sustainability*, 12, 3345. doi:10.3390/su12083345
30. Kureshy, N., y Allen, D. (2002). Protein requirement for maintenance and maximum weight gain for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*. 204, 125-143. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00649-4](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00649-4)
31. Martinez, L., Campaña, A., y Porchas, M. (2003). Dietary protein level and natural food management in the culture of blue (*Litopenaeus stylirostris*) and white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in microcosms. *Aquaculture Nutrition*. 9, 155-160. doi:10.1046/j.1365-2095.2003.00235.x
32. McIntosh, D., Samocha, T., Jones, E., Lawrence, A., y Horowitz, A., (2001) Effects of two commercially available low-protein diets (21% and 31%) on water and sediment quality, and on the production of *Litopenaeus vannamei* in an outdoor tank system with limited water discharge. *Aquaculture Engineering*, 25, 69-82. [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(01\)00073-5](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(01)00073-5)
33. Meyers, S., y Rutledge, J. (1971). Shrimp meal—A new look at an old product. *Feedstuffs* 43:31–32.
34. Meyers, S. (1986). Utilization of shrimp processing waste. *Infofish Marketing Digest*, 4, 18-19.

35. Morillo, N., Montiel, N., Belandria, J., y Mújica, F. (2006). Caracterización proximal de los desechos del procesamiento de los crustáceos (cangrejo y camarón) en el estado Zulia”. *Veterinaria Trop.* 31, 1-2, 71-83. <https://pdfslide.tips/documents/caracterizacin-proximal-de-los-desechos-sianiniagobverevistasciveterinariatropicalvt31pdfmorillo71.html>
36. Mujica, F. (2005). *Análisis proximal de los desecho sgenerados por el procesamiento industrial decrustáceos (cangrejo y camarón) en el estado Zulia.* (Tesis. Trabajo Especial de Grado). Maracaibo, Venezuela, Universidad del Zulia (LUZ). Facultad Experimental de Ciencias.75 p.
37. National Research Council, 1998: Nutrient requirement of pigs, 10th edn. *The National Academy Press*, Washington, DC.
38. Niu, J., Lin, H., Jiang, S., Chen, X., Wu, K., Tian, L., y Liu, Y. (2012). Effect of seven carbohydrate sources on juvenile *Penaeus monodon* growth performance, nutrient utilization efficiency and hepatopancreas enzyme activities of 6-phosphogluconate dehydrogenase, hexokinase and amylase. *Animal feed science and technology*, 174(1-2), 86-95. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.03.003>
39. Perez, M., González, M., Jaimes, F., Martínez, L., Trujillo, D., y Allen, D. (2007). Investigation of the effects of salinity and dietary protein level on growth and survival of pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *World Aquaculture Society*. 38; 475-485. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2007.00121.x>
40. Pike, I. (1999). Health benefits from feeding fish oil and fish meal. *The role of long chain omega-3 polyunsaturated fatty acids in animal feeding.* IFOMA, Herts, UK. 28. http://www.gpfeeds.co.uk/analysis/fish_oil.pdf

41. Rojas, I. (2005). Análisis de exergía en dos puntos críticos en una industria productora de harina de pescado. *Revista jurídica de la Universidad de Puerto Rico*. <https://hdl.handle.net/20.500.11801/787>.
42. Rosas, C., Cuzon, G., Taboada, G., Pascual, C., Gaxiola, G., y Wormhoudt, A. (2001). Effect of dietary protein and energy levels on growth, oxygen consumption, haemolymph and digestive gland carbohydrates, nitrogen excretion and osmotic pressure of *Litopenaeus vannamei* (Boone) and *L. setiferus* (Linne) juveniles (Crustacea, Decapoda; Penaeidae). *Aquaculture research*, 32(7), 531-547. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2001.00573.x>
43. Ruttanapornvareesakul, Y., Ikeda, M., Hara, K., Osako, K., Kongpun, O., y Nozaki, Y. (2005). Effect of shrimp head protein hydrolysates on the state of water and denaturation of fish myofibrils during dehydration. *Fisheries science: FS*, 71(1), 220-228. <https://doi.org/10.1111/j.1444-2906.2005.00951.x>
44. Ruiz, C. y Moral, A. 2004. Free aminoacids in muscle of Norway lobster (*Nephrops norvegicus* (L.)) in controlled and modified. *Food Chemistry*. 86, 85-91. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.08.019>
45. Samocha, T., Davis, D., Saoud, I., y DeBault, K. (2004). Substitution of fish meal by co-extruded soybean poultry by-product meal in practical diets for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* , 231(1), 197-203. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.08.023>
46. Sánchez, D., Chavira, B., y López, J. (2008). High-performance liquid chromatography with fluorescence detection for quantitation of tryptophan and tyrosine in a shrimp waste protein concentrate. *J. Chromatogr. B*, Vol. 863,88-93. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2008.01.011>

47. Sandbol, P. (1993). Nueva tecnología en la producción de harina de pescado para piensos: implicaciones sobre la evaluación de la calidad. *IX Curso de Especialización FEDNA. Barcelona, España, 8*.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Nueva-tecnolog%C3%ADa-en-la-producci%C3%B3n-de-harina-de-para-Sandbol/a69779f69a1fe18ecdc018c92bb5607b55258525>
48. Shahkar, E., Yun, H., Park, G., Jang, I., Kim, S., Katya, K., y Bai, S. (2014). Evaluation of Optimum Dietary Protein Level for Juvenile Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Crustacean Biology: A Quarterly of the Crustacean Society for the Publication of Research on Any Aspect of the Biology of Crustacea*, 34(5), 552-558. <https://doi.org/10.1163/1937240X-00002267>
49. Suárez, M., Calle, J., Quinteros, E., Valencia, L., y Basantes, M. (2015). Análisis del impacto económico de la aplicación del Decreto N° 1391 en la regularización de la Industria Acuícola Camaronera del Ecuador / Analysis of the economic impact of the application of Decree No. 1391 on the regularization of Ecuador Shrimp Aquaculture Industry. *Ciencia Unemi*, 8, 11. doi:10.29076/issn.2528-7737vol8iss16.2015pp11-20p
50. Synowiecki, J., y Abdul, N. (2000). The recovery of protein hydrolysate during enzymatic isolation of chitin from shrimp *Crangon crangon* processing discards. *Food Chemistry*. 68, 147-152. doi:10.1016/s0308-8146(99)00165-x
51. Tacon, A., y Akiyama, D. (1997). Feed ingredients. *Crustacean nutrition*.
52. Tacon, A., Cody, J., Conquest, L., Divakaran, S., Forster, I., y Decamp, O. (2002). Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. *Aquaculture Nutrition*, 8(2), 121-137. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2095.2002.00199.x>

53. Tacon, A., y Metian, M. (2008). Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture* , 285(1), 146-158. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.08.015>
54. Terrazas, M. (2010). Digestibilidad aparente *in vivo* de materia seca, proteína y aminoácidos de ingredientes de origen marino y terrestre. Y su aplicación para el estudio de requerimientos nutricionales en juveniles de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. (Tesis doctoral). https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/1444/1/terrazas_f.pdf.
55. Toledo, T., Silva, B., Vieira, F., Mouriño, J., y Seiffert, W. (2016). Effects of different dietary lipid levels and fatty acids profile in the culture of white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) in biofloc technology: water quality, biofloc composition, growth and health. *Aquaculture research*, 47(6), 1841-1851. <https://doi.org/10.1111/are.12642>
56. Vilasoa, M., López, J., y Lage-Yusty, M. (2007). Protein and amino acid contents in the crab, *Chionoecetes opilio*. *Food Chem.*103, 1330-1336. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.045>
57. Velasco, M., Lawrence, A., Castille, F., y Obaldo, L. (2000). Dietary protein requirement for *Litopenaeus vannamei*. *Avances en Nutrición Acuicola*, 0(0). <http://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/272>
58. Zhang, S., Li, J., Wu, X., Zhong, W., Xian, J., Liao, S., Miao, Y., y Wang, A. (2013). Effects of different dietary lipid level on the growth, survival and immune-relating genes expression in Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish & Shellfish Immunology*, 34(5), 1131-1138. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2013.01.016>

59. Zhao, J., Wen, X., Li, S., Zhu, D., y Li, Y. (2015). Effects of dietary lipid levels on growth, feed utilization, body composition and antioxidants of juvenile mud crab *Scylla paramamosain* (Estampador). *Aquaculture*, 435, 200-206. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.09.018>
60. Zhou, Q., Li, C., Liu, C., Chi, S., y Yang, Q. (2007). Effects of dietary lipid sources on growth and fatty acid composition of juvenile shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 13(3), 222-229. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2007.00470.x>