



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Evaluación de la calidad, valor nutricional y aprovechamiento de harina de subproductos de camarón en peces y cerdos

Nathalia Polo Henao

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Palmira, Colombia
2019

Evaluación de la calidad, valor nutricional y aprovechamiento de harina de subproductos de camarón en peces y cerdos

Nathalia Polo Henao

Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ciencia Agraria

Directores

Ph.D., José Ader Gómez Peñaranda

Ph.D., Lucena Vásquez Gamboa

Línea de Investigación:

Producción Animal Tropical

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Palmira, Colombia

2019

Dedicatoria

A Dios, por iluminar mi mente con esta idea y poder culminar mi maestría.

A mis padres, Ana I. Henao y Harvey Polo por su sacrificio y apoyo.

A mi hermano Andrés Polo y niño por su compañía incondicional.

A mis tías Lina J. Henao & Andrea A. Henao por su confianza y apoyo para poder realizar mi maestría.

Acta de grado

Agradecimientos

A mi director de tesis José Ader Gómez Peñaranda Ph.D. por su orientación durante mi formación, apoyo y valioso acompañamiento.

A mi directora de tesis Lucena Vásquez Gamboa Ph.D. por las asesorías, las gestiones y los conocimientos brindados.

Al Instructor Fernando Estrada y la auxiliar Arlet Johanna Giraldo Gil del Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira, por su apoyo y colaboración durante la realización de las pruebas.

Al profesor Jaime Eduardo Muñoz Flórez Ph.D. por su colaboración en los inicios de mi maestría.

A la Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira por la financiación de mi trabajo de tesis y por mi formación académica durante tantos años.

Resumen

Los altos costos de las materias primas utilizadas en la alimentación animal ha llevado a buscar materias primas alternativas, este es el caso de subproductos de camarón. El objetivo de esta investigación fue transformar estos subproductos en harina, tratando de no alterar su valor nutricional, conocer su contenido de nutrientes y determinar el aprovechamiento nutricional a través de pruebas de digestibilidad *in vitro* prececal en peces y cerdos. Para tal fin, se realizaron análisis bromatológicos, fisicoquímicos, microbiológicos, perfil de ácidos grasos, aminogramas y pruebas de digestibilidad. Los resultados mostraron que el método de secado utilizado, no alteró el valor nutricional. La composición química arrojó un alto valor proteico (>50%) y el valor de Extracto Etéreo (EE) de la harina de cabeza de camarón fue mayor que el obtenido con la harina de exoesqueleto, con una estructura rica en ácidos grasos insaturados benéficos para la nutrición de peces y cerdos. Por otra parte, los resultados de las pruebas de digestibilidad mostraron valores altos en todas las materias analizadas.

En conclusión, estos subproductos del camarón transformados en harina, poseen un alto potencial nutricional y se convierten en una alternativa viable para ser empleados en la nutrición de peces y cerdos.

Palabras clave: Camarón, Transformación, Harinas, Digestibilidad, Peces, Cerdos.

Abstract

The high costs of raw materials used in animal feeding has led to look for alternative raw materials, this is the case of shrimp by-products. The research aims at transforming these by-products into flour, trying not to alter their nutritional value, to know their nutrient content and to determine the nutritional utilization through in vitro digestibility tests in fish and pigs. For this purpose, bromatological, physicochemical, microbiological, fatty acid profile, aminogram and digestivity tests were performed. The results showed that the drying method used did not alter the nutritional. The chemical composition showed a high protein value (>50%) and the value of Ethereal Extract (EE) of the shrimp head flour was higher than that obtained with the exoskeleton flour, with a structure rich in unsaturated fatty acids beneficial for nutrition of fish and pigs. On the other hand, the results of the digestibility tests showed high values in all the analyzed subjects.

In conclusion, these shrimp by-products transformed into flour, have a high nutritional potential and become a viable alternative to be used in the nutrition of fish and pigs.

Keywords: Shrimp, Transfromation, Flours, Digestivilidad, Fish, Pigs.

Contenido

	Pág.
Resumen.....	XI
Lista de figuras.....	XV
Lista de tablas	XVI
Introducción	1
1. Problema de investigación.....	5
1.1 Planteamiento del problema.....	5
1.2 Objetivos de investigación.....	6
1.2.1 Objetivo general.....	6
1.2.2 Objetivos específicos	7
1.3 Justificación.....	7
1.4 Hipótesis	7
2. Revisión de literatura.....	9
2.1 Camarón <i>Litopennaeus vannamei</i>	9
2.1.1 Nutrición del camarón	10
2.2 Sistemas de producción del camarón.....	10
2.2.1 Extensiva	10
2.2.2 Semi-intensiva.....	11
2.2.3 Intensiva.....	11
2.2.4 Súper-intensiva	11
2.3 Transformación del camarón <i>Litopennaeus vannamei</i>	12
2.4 Manejo de los subproductos.....	13
2.5 Rangos para nutrición de tilapia roja <i>Oreochromis sp</i>	14
2.6 Rangos para nutrición de cerdo <i>Sus scrofa ssp</i>	14
3. Materiales y métodos.....	15
3.1 Localización	15
3.2 Laboratorio de nutrición animal de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira	17
3.3 Laboratorio externo	17
3.4 Metodología para la extracción de harina de camarón	18
3.5 Metodología de la digestibilidad <i>in vitro</i> pre-cecal.....	20

3.5.1	Análisis de digestibilidad <i>in vitro</i> pre-cecal peces y cerdos	21
3.6	Diseño experimental	22
3.6.1	Curvas de secado.....	22
3.6.2	Composición bromatológica y Digestibilidad <i>in vitro</i> pre-cecal de la materia seca	22
3.6.3	Análisis microbiológico, perfil de aminoácidos, perfil de ácidos grasos	22
3.7	Análisis estadístico	23
4.	Resultados y discusión.....	25
4.1	Secado	25
4.2	Composición bromatológica.....	27
4.3	Digestibilidad <i>in vitro</i> pre-cecal de la materia seca.....	29
4.4	Análisis microbiológicos	31
4.5	Perfil de aminoácidos.....	32
4.6	Perfil de ácidos grasos.....	33
5.	Conclusiones.....	35
5.1	Conclusiones	35
	Referencias bibliográficas	37

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Dimensión del sector porcino a nivel mundial	2
Figura 2. Ciclo del camarón de <i>Penaeus vannamei</i> . (FAO, 2010)	12
Figura 3. Ubicación geográfica del municipio de Tumaco departamento de Nariño (Golfos y bahías de Colombia, 2002).....	16
Figura 4. Ubicación geográfica del municipio de Buenaventura departamento del Valle del Cauca (Golfos y Bahías de Colombia, 2002).	17
Figura 5. Selección del subproducto.....	18
Figura 6. Pesaje y secado del subproducto	19
Figura 7. Molienda del subproducto.....	19
Figura 8. Curva de secado cabeza de camarón.....	26
Figura 9. Curva de secado exoesqueleto de camarón.....	26

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Composición promedio de subproductos del camarón dada en porcentajes.	10
Tabla 2. Requerimiento nutricional de la tilapia roja <i>Oreochromis sp.</i>	14
Tabla 3. Requerimiento nutricional del cerdo <i>Sus scrofa ssp.</i>	14
Tabla 4. Composición bromatológica de cabeza y exoesqueleto de camarón en fresco y en harina.....	29
Tabla 5. Digestibilidad in vitro pre-cecal de Materia Seca (DIVCMS) de cabeza y exoesqueleto de camarón en fresco y harina.....	30
Tabla 6. Análisis microbiológico del Tratamiento T2, harina de cabeza de camarón.....	31
Tabla 7. Análisis microbiológico del Tratamiento T4, harina de exoesqueleto de camarón.	32
Tabla 8. Perfil de aminoácidos de la harina de cabeza de camarón (HC), harina de exoesqueleto de camarón (HE) y harinas de origen animal (HP, HHB, HCA).	33
Tabla 9. Perfil de ácidos grasos de la harina de cabeza camarón, harina de exoesqueleto de camarón y harinas de origen animal (HP, HHB, HCA).	34

Referencias bibliográficas

- Amado, G. et al., (2008). Producción de camarón. Recuperado de: <http://camaronesexpo.blogspot.com.co/2008/02/produccion-de-camarones.html>.
- Andrade, Torres, Montes, Chávez & Naar, (2007). Elaboración de un sazónador a base de harina de cabezas de camarón de cultivo (*Penaeus* sp). Revista de la facultad de química farmacéutica. VITAE. Vol. 14, Núm. 2, págs. 109-113. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v14n2/v14n2a15.pdf>.
- AOAC (ASSOCIATION of Official Analytical Chemists). (1990). Official Methods of Analysis. 15 ed. Virginia (USA) Association of Official Analytical Chemists. 1298 p.
- Apelsa Guadalajara, S.A. de C.V. (2012). Harina de camarón. Recuperado de: http://apelsaguadalajara.com.mx/es/harina_de_camaron.html.
- Arboleda Montaña, N. (2014) Estudio de alternativas tecnológicas para el tratamiento básico del agua lluvia de uso doméstico en el consejo comunitario de la comunidad negra de los lagos, Buenaventura. Universidad de Manizales. Disponible en: <http://docplayer.es/22109851-Nixon-arboleda-montano.html>(Consultado: el 21 de mayo de 2019).
- Balladares, J. (2006). Efecto del nivel de melaza sobre el índice de acidez en el ensilado biológico de residuos de langostino. Tesis para optar el título de Ing. Pesquera, Universidad Nacional de Tumbes. 36 pp
- Caballero, D. (2010). Efecto del uso de alimento balanceado peletizado desde el inicio hasta el engorde en la granja porcina el Hobo, Santa Cruz de Yojoa, Honduras. Trabajo de grado, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Francisco Morazán, Honduras.
- Cadena Nacional Acuicultura – MADR (2017). Dirección de cadenas pecuarias, cadena de la acuicultura pesquera y acuícolas Recuperado de <https://sioc.minagricultura.gov.co/Acuicultura/Boletines/Cifras%20Sectoriales%2018%20de%20Mayo%20de%202018%20Acuicultura.pdf>
- Carmona, L. (2004). Evaluación técnica del proceso de extracción y cuantificación de diferentes compuestos (pigmentos carotenoides, proteínas, quitina/quitosano, D-glucosamina) a partir del cefalotórax de camarón. Tesis Lic., Universidad de Costa Rica, San José, CRC.

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

Crecimiento del 8,23% en el consumo de carne de cerdo, impulsa la producción porcícola. (2018). Recuperado el 21 de enero de 2018, de <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Crecimiento-del-8,23-en-el-consumo-de-carne-de-cerdo,-impulsa-el-crecimiento-de-la-producción-porcícola.aspx>

Castell, J. D. & Kean, J. C. (1986). A standerd reference crustacean research. II. Section of purification procedures for production of the rock crab (*cáncerirroratus*) protein ingredient. *J. World Aqua Soc.*, 20-100.

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

Cruz- Suarez, L. E., Ricque, D. & Wesche-Ebeling, P. (1993). Evaluation of twos shrimp by product meals as protein sources in diets for

Dimar-CCCP. (2011). Centro de Investigación Oceanográficas e hidrográficas del pacifico. Recuperado de: <http://www.cccp.org.co/index.php/component/content/article/49>

SAS. 2000. System for Windows. SAS Institute Inc. Cary, NC.

Exportaciones de tilapia colombiana en 2018. (2018). Recuperado de: <https://www.dinero.com/economia/articulo/exportaciones-de-tilapia-colombiana-en-2018/260489>

Ezquerria. J.M., F.L. García F.L. Civera R., Haard M.F. (1997). pH-stat method to predict protein digestibility in white shrimp (*Penaeus vannamei*). *Aquaculture* 157:249-260.

Fall, J., Tseng, Y., Ndong D., Sheen S. (2012). The effects of replacement of soybean meal by shrimp shell meal on the growth of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*) reared under brackish water. *International Journal of Fisheries and Aquaculture Vol.4* (5), pp. 85-91.

Fanimo. A.O., Susenbeth. A., Sudekum K.H. (2006). Protein utilization. lysine bioavailability and nutrient digestibility of shrimp meal in growing pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 129:196-209.

FAO. (2010). Programa de información de especies acuáticas. Recuperada de: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus_vannamei/es.

Foro Agro-Ganadero (2018). La dimensión del sector porcino a nivel mundial. Recuperado de <http://foroagroganadero.com/news/new/IdNew/1278/Option/3>

- Flores, I. (2012). Manual de Producción de Tilapia con Especificaciones de Calidad e Inocuidad. Recuperado de: <http://www.funprover.org/formatos/cursos/Manual%20Buenas%20Practicas%20Acuicolas.pdf> 24-07-2014.
- Fraga, I., Galindo, J. & Jaime, B. (2010). Evaluación de niveles de inclusión de harina de cangrejo rojo de tierra en la dieta de juveniles de camarón blanco.
- Furuya, W. (2010). Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias. Paraná Brasil. Gráfica Editora.
- Furuya, W., Botaro, D., Neves, P., Silva, L. & Hayashi, C. (2004). Exigência de lisina pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de terminação. *Ciência Rural*, 34 (5) 1571 - 1577.
- Galano, T., Villarreal-Colmenares, H & Fenucci, J. (2007). Manual de ingredientes proteicos y aditivos empleados en la formulación de alimentos balanceados para camarones peneidos. Argentina. Universitaria de Mar del Plata.
- Galicia-Gonzales, A. (2003). Utilización de hidrolizado de langostilla (*Pleuroncodes planipes*) como aditivo en alimentos para juveniles de camarón *Litopeneus*. Tesis de maestría, Centro de investigaciones biológicas del norte, la Paz, México, 131 pp
- Gamboa, S. (2007). Dieta suplementaria para la producción de Tilapia roja en etapa de engorde. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos60/dieta-suplementaria-tilapia-roja/dieta-suplementaria-tilapia-roja2.shtml>. 20-07-2014.
- Golfos y Bahías de Colombia (2002) Recuperado de: <https://www.imeditores.com/banocc/golfos/mapas.htm>
- Gómez, E. F. (2014). Evaluación del valor nutricional y pigmentante de la harina de cangrejo *Procambarus clarkii*, para la alimentación de gallinas semi-pesadas y pollos de engorde como método de control poblacional del cangrejo. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Colombia – Palmira.
- Gonzalvo, S. (2001). Métodos para la determinación de la digestibilidad in vitro de alimentos para animales monogástricos. Revista computarizada de producción porcina, 8 (2), 7 - 8.
- Guevara, W. (2003). Formulación y Elaboración de Dietas para Peces y Crustáceos. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Facultad de Ingeniería Pesquera. Tacna, Perú. Recuperado de <http://www.unjbg.edu.pe/coin2/pdf/01040800303.pdf>. 24-07-2014.
- Hernández, C. (2012). Uso de subproductos para la alimentación de tilapia y camarón. Editorial Académica Española. ISBN: 978-3-659-03400-8
- Hertrampf, J. W., Piedad-Pascual, F. (2000). Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds. Kluwer Academic Publisher, *Dordrecht*. The Netherlands. 573pp.

- Heu M.S., Kim J.S, Shahidi F. (2003). Components and nutritional quality of shrimp processing by-products. *Food. Chem.* 82:235-242.
- Honorato, G.C., Oliveira, L.S., Alsina, S., Magalhaes, M.A. (2006). Estudio del proceso cinético del secado de cefalotórax de camarón. *Inf. Tecnol.*, 16(4):3-10.
- ISO – Organización Internacional de Normalización. (2005). Microbiología de alimentos y pienso – Método horizontal para la detección y enumeración de *Escherichiae coli* presuntiva – Técnica de número más probable. 13 p.
- Kirk, R.S.; Sawyer, R.; Pearson, S. (1996). Composición y análisis de alimentos de Pearson. Segunda edición. Editorial Cecsca. México.
- Llanes, J., Bórquez, A., Alcaino, J. & Toledo, J. (2011). Composición físico-química y digestibilidad de los ensilajes de residuos pesqueros en el salmón del Atlántico (*Salmo salar*). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45 (4), 417 – 422.
- LY, J. (2008). Predicción de la digestibilidad ileal del N en alimentos tropicales no convencionales para cerdos. *Revista computadorizada de producción porcina*, 15 (4), 329 – 333.
- Marie, D., Cruz-Suárez, L.E., Camarena Conchas, M. y Melo del Ángel. A. L (2000). Uso de Coextruidos de Subproductos de Camarón en Dietas para Camarón. pp. 366-397. México.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2013). Colombia crecimiento, confianza y oportunidades para invertir. Inversión en el sector de la acuicultura. Recuperado de: <http://inviertaencolombia.com.co/ACUICULTURA2016.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2016) Recuperado de <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/colosal-pesca-de-camaron-impulsada-por-colombia-siembra.aspx>
- National Research Council. (1998) Nutrient requirements of swine. National Academy of Sciences. Washington. 210 pág.
- NTC – NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4516. (1998). Microbiología de alimentos y productos de alimentación animal – Método horizontal para la detección y enumeración de Coliformes - Técnica del número más probable. 14 p.
- NTC – NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4519. (2009). Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal – Método horizontal para el recuento de microorganismos – Técnica de recuento de colonias a 30°C. 12 p.
- NTC – NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4574. (2007). Microbiología de alimentos y de alimentos para animales – Método horizontal para la detección de Salmonella spp. 33 p.

- NTC – NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 4779. (2000). Microbiología de alimentos y alimentos para animales – Método horizontal para el recuento de Estafilococos coagulasa positiva (*Staphilococcus aureus* y otras especies). 25 p.
- Pan, B.S. (1990). Recovery of shrimp waste for flavorant. In: M.N. Voigt, and J.R. Botta, editors, *Advances in fisheries technology for increased profitability*. Technomic, SUI. p. 437-447.
- Perea, (2017). Evaluación nutricional de ensilajes de residuos de Trucha Arcoíris *Oncorhynchus mykiss* en la alimentación de Tilapia Roja *Oreochromis* spp. Tesis de doctoral. Universidad Nacional de Colombia.
- Pluske, J. (2013). Feed and feed additives-related aspects of gut health and development in weanling pigs. *J Anim Sci Biotechnol.* 4 (1): 1.
- Ramírez, M. Á., Rodríguez, A. T., Alfonso, L., Peniche, C. (2010). Chitin and its derivatives as biopolymers with potential agricultural applications. *Biología Aplicada* v.27 n. 4; 270-276.
- Ricque, D., Cruz-Suárez, E. & Melodel Ángel, A. L. (2000). Uso de coextruidos de subproductos de camarón en dietas para camarón. *Memorias del IV Simposio Internacional de Nutrición Acuícola*, La Paz, México, 27 pp.
- Rosas, L., (2017) Comunicación personal.
- Ruiz, M., Muñoz, L. & Leterme, P. (2005). Desarrollo de una metodología in vitro para estimar la tasa de fermentación de los forrajes en el intestino grueso del cerdo. *Acta Agronómica*, 54 (4), 47 - 54.
- Sánchez-Camargo, A., Ameida, L., Lopez, F., Cabral, F. (2011). Proximate composition and extraction of carotenoids and lipids from Brazilian redspotted shrimp waste *Farfantepenaeus paulencis*. *J. Food Eng.* 102: 87 – 93.
- Sánchez. H., Ochoa. G. (2016). Producción y valoración de alimentos para animales monogástricos con ensilado biológico de restos del procesamiento de langostino (*Litopenaeus vannamei*) fermentados con lactobacilos. *Scientia Agropecuaria* 7 (3): 181 – 189.
- Shirai, T., Suzuki, A., Yamane, T., Ashida, T., Kobayashi, T., Hitomi, J., Ito, S. (1997). High-resolution crystal structure of M-protease: phylogeny aided analysis of the high-alkaline adaptation mechanism. *Protein Eng.* 1997 Jun; 10(6):627-34
- Shoemaker, R. & Richards-Rajadurái, N. (1991). Shrimp waste utilization. *Infofish Technical Handbook*, Kuala Lumpur, 4:20 pp.
- Sastoque. L., Mercado. M., Martínez. M., Quevedo. B., Pedroza. A. (2007). Producción de quitinasas extracelulares con una cepa alcalófila halotolerante de *Streptomyces* sp. Aislada de residuos de camarón. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. Vol. 6 N° 2. 137-146.

- Stickney, R., McGeachin, R. & Robinson, E. (2009). Effect of dietary linoleic acid level on growth, food conversion and survival of channel catfish. *Journal of the World Mariculture Society*, 15 (1-4), 186 – 190.
- Tacon, Jackson. (1985). Utilisation of conventional and unconventional protein sources in practical fish feeds. In *Nutrition and Feeding in Fish*, edited by C.B. Cowey, A.M. Mackie and J.C. Bell. Academic Press, London, pp. 119–145.
- Tacon, A. (1989). Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. Programa cooperativo gubernamental. FAO. Brasil. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab492s/AB492s00.htm>
- Toyes, E. (2016). Aprovechamiento de subproductos marinos para la alimentación de camarón de cultivo y gallinas ponedoras. Tesis Doctoral. Centro de Investigaciones Biológicas del Norte S.C.
- Trung; Nguyen Manh Dung (2018). Los subproductos del camarón son una “mina de oro” para la industria de procesamiento Recuperado de <https://www.aquahoy.com/noticias/crustaceos/32335-los-subproductos-del-camaron-son-una-mina-de-oro-para-la-industria-de-procesamiento>
- Villarreal, D., Ricque, D., Peña, A., Nieto, M., Tapia, M., Lemme, A., Gamboa, J., & Cruz, L. (2014). Digestibilidad aparente de materia seca, proteína cruda y aminoácidos de seis subproductos de rastro en juveniles de *Litopenaeus vannamei*. [Versión electrónica]Revista Scielo. Vol. 40. No. 3.}
- Villarreal, H & Hernández-Llamas, A. (2004). Effect of substitution of shrimp meal, fish meal and soy meal with red crab *Pleuroncodes planipes* (Stimpson) meal in pelleted diets for postlarvae and juvenile *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes). *Aquaculture Res.*, 35, 178-183.