



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Evaluación de la calidad, valor nutricional y aprovechamiento nutritivo de harina de desechos 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 nutritivo de harina de desechos 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 continuo.

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

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

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 los valores nutricionales de las materias. 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 empleado 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 values of the materials. 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.....	IX
Lista de figuras	XIII
Lista de tablas.....	XIV
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	6
1.3 Justificación.....	7
1.4 Hipótesis	7
2. Revisión de literatura.....	9
2.1 Camarón <i>Litopenaeus 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>Litopenaeus vannamei</i>	12
2.4 Manejo de los subproductos.....	13
2.5 Rangos para nutrición de tilapia roja <i>Oreochromis sp.</i>	13
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	17
3.5 Metodología de la digestibilidad <i>in vitro</i> pre-cecal.....	19

XII Contenido

3.5.1	Análisis de digestibilidad <i>in vitro</i> pre-cecal peces y cerdos	19
3.6	Diseño experimental	20
3.6.1	Curvas de secado.....	20
3.6.2	Digestibilidad <i>in vitro</i> pre-cecal de las harinas de camarón.....	21
3.7	Análisis estadístico	21
4.	Resultados y discusión.....	23
4.1	Análisis microbiológicos	23
4.2	Secado	24
4.3	Composición bromatológica.....	26
4.4	Perfil de aminoácidos.....	28
4.5	Perfil de ácidos grasos.....	29
4.6	Digestibilidad <i>in vitro</i> pre-cecal de la materia seca.....	30
5.	Conclusiones.....	33
5.1	Conclusiones.....	33
	Referencias bibliográficas	35

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Ciclo del camarón de <i>Penaeus vannamei</i> . (FAO, 2010).....	12
Figura 2. Ubicación geográfica del municipio de Tumaco departamento de Nariño (Golfos y bahías de Colombia, 2002).....	16
Figura 3. Ubicación geográfica del municipio de Buenaventura departamento del Valle del Cauca (Golfos y Bahías de Colombia, 2002).....	16
Figura 4. Selección de la materia prima.....	17
Figura 5. Pesaje y secado de las materias primas.....	18
Figura 6. Molienda de las materias primas.	18
Figura 7. Curva de secado cabeza de camarón.....	25
Figura 8. Curva de secado exoesqueleto de camarón.....	25

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Composiciones promedio de subproductos del camarón dadas en porcentaje.	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. Análisis microbiológico de cabeza de camarón en harina	23
Tabla 5. Análisis microbiológico de exoesqueleto de camarón en harina.....	24
Tabla 6. Composición bromatológica de cabeza y exoesqueleto de camarón en fresco y harina.....	27
Tabla 7. Perfil de aminoácidos de la harina de cabeza de camarón, harina de exoesqueleto de camarón y harinas de origen animal (HP, HHB, HCA).....	28
Tabla 8. Perfil de ácidos grasos de la harina de cabeza camarón, harina de exoesqueleto de camarón y harinas de origen animal (HP, HHB, HCA).....	29
Tabla 9. Digestibilidad <i>in vitro</i> pre-cecal de Materia Seca (DIVCMS) de cabeza y exoesqueleto de camarón en fresco y harina	31

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 camaron. 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
- 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>
- 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.
- Civera, R., Villareal H., Goytortúa E., Rocha S., Vega F., H. Nolasco H., Pastén J., Camarillo T. 1996. Uso de la langostilla (*Pleuroncodes planipes*) como fuente de proteína en dietas experimentales para camarón. En: L.E. Cruz et al., editores, *Avances en Nutrición Acuícola III. Memorias del Tercer Simposio Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos*. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, MEX. p. 325-348.
- 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>
- Ezquerro. 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/ldNew/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.
- 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.
- 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.imesitores.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.
- Hart, F. y Fisher, H. (1991). *Análisis Moderno de los Alimentos*. Acribia, Zaragoza, España, 1 – 29.
- Hernández, C. (2012). Uso de subproductos 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 Cecsa. 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.
- Mata, L. (2011). Tabla de composición de materias primas usadas en alimentos para animales. SIEDIN, San José, CRC.
- 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 (*Staphylococcus 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. *Biotecnología Aplicada* v.27 n. 4; 270-276.
- 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.
- Sanchez-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-Rajadurai, 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.
- Tarlton F., Wilkins L., Toscano M., Avery N., Knott L. (2013). Reduced bone breakage and increased bone strength in free range laying hens fed omega-3 polyunsaturated fatty acid supplemented diets, *BONE*, Volume 52, Issue 2, Pag. 578-586.
- 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.