



Revista de la Facultad de Medicina
Veterinaria y de Zootecnia

ISSN: 0120-2952

rev_fmvzbog@unal.edu.co

Universidad Nacional de Colombia Sede
Bogotá
Colombia

Parra, A. S.; Acosta, C. H.; Andrade, J. J.; Guerra, M. C.
ANÁLISIS PROXIMAL, PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LAS VÍSCERAS DEL CUY
(*Cavia porcellus*) Y SU USO POTENCIAL EN ALIMENTACIÓN ANIMAL

Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, vol. 63, núm. 2, mayo-agosto, 2016, pp. 124-134

Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá
Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407648840005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

ANÁLISIS PROXIMAL, PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LAS VÍSCERAS DEL CUY (*Cavia porcellus*) Y SU USO POTENCIAL EN ALIMENTACIÓN ANIMAL

A. S. Parra.^{1*}, C. H. Acosta¹, J. J. Andrade¹, M. C. Guerra¹

Artículo recibido: 21 de diciembre de 2015 • Aprobado: 8 de junio de 2016

RESUMEN

Con el fin de evaluar el valor nutritivo de materias primas no convencionales en la elaboración de concentrado animal, de bajo coste y que no compitan con la alimentación del hombre, en la presente investigación se analizó el contenido nutricional de las vísceras abdominales de cuy (*Cavia porcellus*) y de su harina, usando análisis proximal y perfil de ácidos grasos mediante cromatografía de gases. Se compararon estos resultados con materias primas convencionales como la harina de pescado y con vísceras de diversos animales. Los resultados obtenidos indican que la harina de vísceras de cuy puede competir con harinas de diversas procedencias dadas sus cualidades nutricionales (58% proteína, 28% grasa, 4% cenizas); además, el alto contenido de grasa en las vísceras frescas (55% base seca) está constituido principalmente ácidos grasos poliinsaturados tipo omega 3, 6 y 9, siendo relevante el contenido de ácido linolénico, ácidos grasos que en la dieta de los animales son escasos y de alto costo. Es posible concluir que los componentes nutricionales de las vísceras de cuy la convierten en una materia prima promisoria en alimentación animal, estimulando así el aprovechamiento de estos residuos.

Palabras claves: *Cavia porcellus*, composición proximal, omega 3, vísceras.

PROXIMATE ANALYSIS, FATTY ACID PROFILE OF GUINEA PIG (*Cavia porcellus*) VISCERA AND ITS POTENTIAL USE IN ANIMAL FEED

ABSTRACT

In order to assess the nutritional value of unconventional raw materials in the production of animal feed, of low cost and that do not compete with human food, in the present work the nutritional content of abdominal guinea pig (*Cavia porcellus*) viscera by proximate analysis and fatty acid profile by gas chromatography were analyzed. These results were compared with conventional raw materials such as fish meal and different animal viscera. The results show that the guinea pig viscera flour can compete with animal feed of various sources given its nutritional qualities (58% protein, 28% fat, 4% ash); also the high fat content in fresh viscera (55% dry basis) are primarily composed by polyunsaturated fatty acids omega 3, 6 and 9, where was relevant the content of linolenic acid,

¹ Grupo de investigación, innovación, desarrollo y optimización de procesos (GIIDOP), Programa de Ingeniería de Procesos, Facultad de Ingeniería, Universidad Mariana. Calle 18 nro. 34–104, San Juan de Pasto (Colombia).

* Autor para correspondencia: asparra@umariana.edu.co

fatty acids in the animal diet that are scarce and expensive. We conclude that given the nutritional components, the guinea pig viscera are a promising raw material for animal feed, stimulating the recycling of this waste.

Keywords: *Cavia porcellus*, proximate composition, omega-3 fatty acid, viscera.

INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus*) es un pequeño mamífero roedor originario de los Andes Suramericanos y utilizado como alimento principalmente en Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia (Rosenfeld 2008). En Colombia, la producción nacional del cuy, al cierre del 2013, fue de 2,5 millones de animales, de los cuales cerca del 86% están en Nariño (DNP 2014). Los cuyes llegan a sus características óptimas entre las 8 y 13 semanas de vida donde alcanzan un peso entre 1.300 y 1.500 g (Caycedo 2004). En promedio, el 65% del peso vivo del cuy lo constituye su caraza (parte comercial que incluye piel, músculos, cabeza, patas y huesos), y el resto lo componen las vísceras (20-24%), siendo entre el 14 y el 18% vísceras abdominales y, en menor proporción, el pelo y la sangre (Chauca 1997; Vanegas 2000; Téllez 2007). La composición de las vísceras abdominales del cuy es alta si se compara con otros animales como la merluza, donde estas constituyen entre el 5 y 8%, en vacuno macho 5,74%, en vacuno hembra 9,55%, en vacuno joven 6,60% y en porcinos adultos 7,98% (Bernal 2010), lo que hace que el rendimiento comestible del cuy sea bajo y se generen pérdidas, ya que las vísceras son desechadas sin ningún tipo de aprovechamiento.

Las principales materias primas utilizadas en la producción de alimentos balanceados para animales provienen del sector primario (maíz, sorgo, soya, Yuca y aceite crudo de palma), y del sector secundario (harina de carne, harina de

pescado, salvado, tortas de ajonjolí, afrecho de cereales, entre otros); además, el 90% de las materias primas son importadas y solo el 10% corresponden a la producción nacional (DPC 2011). La escasa disponibilidad de estas fuentes convencionales y sus elevados precios constituyen un obstáculo en las actividades pecuarias, sumado a esto la competencia existente entre la población humana y los animales por los mismos alimentos. Una de las alternativas sostenibles para suplir esta necesidad se basa en el uso de materiales de desecho y desperdicios del consumo humano o animal, lo que permite el aprovechamiento y reciclaje de residuos orgánicos y subproductos agropecuarios, industriales y de la pesca, lo cual aporta adicionalmente soluciones al problema de la contaminación ambiental (Gonzalvo *et al.* 2001). En ese sentido, por ejemplo, se ha demostrado que los concentrados elaborados con desechos de mataderos de pescado, pueden reemplazar fuentes convencionales de proteína para cerdos, patos, ovejas, vacas, entre otros (Pérez 1995). Se han realizado numerosas investigaciones sobre el uso de vísceras, provenientes principalmente de pollos y peces, en la elaboración de concentrado animal y se han reportado buenos resultados en la sustitución de concentrados convencionales en peces (Tabinda y Butt 2012; Schwertner *et al.* 2013; Pyne *et al.* 2015), pollos de engorde (Betancourt *et al.* 2005; Gomes *et al.* 2012; Gómez *et al.* 2014), cerdos (Bermúdez *et al.* 1999; Romero *et al.* 2006; Alcívar 2014) y perros

(Murray *et al.* 1998). Sin embargo no se encontraron estudios sobre el aprovechamiento de las vísceras del cuy.

Por lo tanto, se hace necesario evaluar el valor nutritivo de materias primas de bajo coste disponibles a nivel local y que no compitan con la alimentación del hombre. Por estas razones el presente estudio pone a prueba experimentalmente la hipótesis de que, por su contenido nutricional, las vísceras abdominales de cuy son una materia prima promisoria para la elaboración de alimento animal. En ese sentido se propusieron los objetivos de analizar el contenido nutricional de las vísceras de cuy y de su harina con el fin de evaluar su posible uso en alimentación animal, por medio de estimaciones comparativas frente a otros tipos de materias primas utilizadas y la normatividad nacional -NTC 685- (Icontec 2004).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La materia prima (vísceras abdominales del cuy) fue obtenida directamente del lugar de sacrificio de cuyes en el área de beneficio del restaurante Cuyquer ubicado en el corregimiento de Catambuco (km 7 vía al sur, Pasto, Nariño, Colombia). Las pruebas experimentales fueron realizadas en el laboratorio de Química y la Planta de Operaciones Unitarias ubicados en la sede Alvernia de la Universidad Mariana, en Pasto. Los análisis fisicoquímicos de la harina de vísceras de cuy fueron realizados por el Laboratorio del Valle y el perfil de ácidos grasos de la grasa extraída de las vísceras fue realizado por el Laboratorio de Cromatografía de la Universidad de Nariño.

Adecuación de la materia prima

Se utilizaron vísceras abdominales, constituidas principalmente por intestinos y estómago, provenientes de 50 cuyes machos, raza Cuyo Americano, de 13 semanas de edad, con un peso entre 1.250 y 1.350 g. Las vísceras fueron procesadas con el fin de retirar materia fecal e impurezas. La materia fecal se retiró manualmente y posteriormente se eliminaron las impurezas restantes mediante lavados sucesivos hasta observar que las vísceras quedaran limpias. Con el fin de homogenizar las muestras, las vísceras limpias se sometieron a un proceso de molienda en un molino de discos y, mediante cuarteo, se seleccionaron 10 kg de vísceras procesadas para emplear en la parte experimental, así: 1 kg fue empleado para caracterización de vísceras frescas y el resto se empleó para la elaboración de harina.

Caracterización de las vísceras de cuy

Se realizó análisis proximal a la materia orgánica de las vísceras del cuy procesadas y limpias correspondientes a proteína cruda -NTC 4657- (Icontec 1999), humedad -NTC 4888- (Icontec 2000), ceniza -NTC 4648- (Icontec 2002), grasa -NTC 4969- (Icontec 2001a) y fibra cruda -NTC 668- (Icontec 1973). En el caso de la grasa y fibra cruda las muestras se secaron antes de las mediciones a 50°C por 72 h. Cada una de las determinaciones se realizaron por triplicado.

Elaboración de harina de vísceras de cuy

Para la elaboración de la harina de vísceras de cuy se utilizó como guía el procedimiento recomendado por Berrú (2011),

con algunas modificaciones debido a que la maquinaria implementada para este proceso fue adaptada a los equipos disponibles en la planta de Operaciones Unitarias. Para ello se usaron 9 kg de vísceras procesadas y limpias que fueron pre secadas en horno a 60°C por 5 h (Costenbader 2001); posteriormente se realizó la extracción de grasa en una unidad de extracción multipropósito durante 2 h a 90°C y 5 Psi. El material resultante, libre de grasa, se secó a 60°C por 12 horas y posteriormente fue llevado a molienda en un molino para granos estrella de mano con motor; finalmente se hizo pasar por un tamiz N°10 por 10 minutos. A la harina resultante se le agregó ácido cítrico al 2% en peso para evitar la oxidación de las grasas presentes -NTC 198- (Icontec 2013), fue empacada en bolsas selladas al vacío y almacenada en un lugar fresco -NTC 685- (Icontec 2004) para los análisis posteriores.

Caracterización de la harina de vísceras de cuy

A la harina resultante se le realizó un análisis proximal correspondiente a proteína cruda -NTC 4657- (Icontec 1999), humedad -NTC 4888- (Icontec 2000), ceniza -NTC 4648- (Icontec 2002) y grasa -NTC 4969- (Icontec 2001a). Estos análisis se hicieron por duplicado y fueron realizados por el Laboratorio del Valle.

Perfil de ácidos grasos de la grasa extraída de las vísceras de cuy

A la grasa extraída de las vísceras se le realizó un análisis de ácidos grasos mediante cromatografía de gases -NTC 5013- (Icontec 2001b). Se usó un cromatógrafo de gases Shimadzu® GC17A, con columna DB-

WAX (Agilent Scientific®, 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm), detector FID a 280°C, inyector split/splitless a 250°C, fase móvil Helio UP a flujo de 1,0 ml/min. Se usaron 0,2 ml de muestra, la cual se sometió a un proceso de derivatización usando una mezcla de MeOH/HCl a 50°C. Los metil ésteres de los ácidos grasos fueron extraídos con 2 mL de n-Hexano grado HPLC. El extracto orgánico se conservó en vial ámbar de 4 mL a 4°C hasta el momento del análisis. La identificación de los ácidos grasos derivatizados se realizó empleando un estándar de metil ésteres de ácidos grasos (Restek, Bellefonte, USA.). La cuantificación se realizó por porcentaje relativo de área cromatográfica. Estos análisis se hicieron por duplicado y fueron realizados por el Laboratorio de Cromatografía de la Universidad de Nariño.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos del análisis proximal indican que las vísceras presentan altos niveles de proteína (25,8%) y grasa (54,8%) (Tabla 1). De acuerdo a la clasificación de materias primas para elaboración de concentrados, las vísceras de este animal se constituyen en una fuente adecuada de energía y nutrientes, que puede ser potencialmente usada para cubrir los requerimientos nutricionales de animales como aves, cerdos (Rostagno *et al.* 2011) y ganado de doble propósito (Moreno y Molina 2007).

A partir de la composición proximal de vísceras de distintas procedencias (Tabla 2), es posible afirmar que los niveles de proteína y grasa se encuentran dentro de los rangos comparados y cabe resaltar que, en general, las vísceras poseen un alto contenido de grasa, lo que corrobora lo investigado por otros autores que hallaron

mayores contenidos de este componente en las vísceras respecto de otras partes del cuerpo en diferentes animales (Sathivel *et al.* 2002; López *et al.* 2006; Thammapat *et al.* 2010). Esto se debe a que, por lo general, el cuy posee alto contenido energético y de lípidos, principalmente ácidos grasos saturados y poliinsaturados presentes en la correspondiente digestión de los alimentos brindados al animal (Kouakou *et al.* 2013).

Ello confirma el análisis del perfil de ácidos grasos del aceite de las vísceras del cuy (Figura 1), mediante el cual se encontró un 47,5% de ácidos grasos poliinsaturados (Tabla 3) que son considerados benéficos para la salud humana y animal, puesto que poseen omega-6 y omega-3, aceites esenciales que estos organismos no pueden sintetizar (Masson 1994). Por esta razón muchas investigaciones se han centrado

TABLA 1. Componentes nutricionales de las vísceras del cuy en base seca.

Componente	Contenido base seca (%) n=3	EEM
Materia Seca	16,06 ± 0,12	0,069
Proteína cruda	25,77 ± 0,87	0,502
Ceniza	3,65 ± 0,23	0,134
Fibra cruda	0,13 ± 0,05	0,029
Grasa	54,84 ± 0,73	0,421
Carbohidratos*	16,50	-

Los valores indican la media ± (SD). EEM: Error estándar de la media. Número de muestras analizadas, n=3.

*Los carbohidratos se calcularon mediante diferencia.

TABLA 2. Composición proximal en base seca de vísceras de diferentes animales.

Componente	Cuy	Trucha arcoíris (Caicedo y Ceballos 2015)	Pescado de agua dulce (Ahmed y Mahendrakar 1996)	Bagre (Sathivel <i>et al.</i> 2002)	Pez Totoaba macdonaldi (López <i>et al.</i> 2006)	Aves de corral (Murray <i>et al.</i> 1997)
Materia Seca	16,06 ± 0,12	21,22	33,0	49,90	ND	27,2
Proteína	25,77 ± 0,87	17,75	30,30	29,46	30,30	45,6
Grasa	54,84 ± 0,73	53,0	42,42	67,33	45,00	41,1
Ceniza	3,65 ± 0,23	6,54	9,09	ND	12,60	6,6

ND: No determinado.

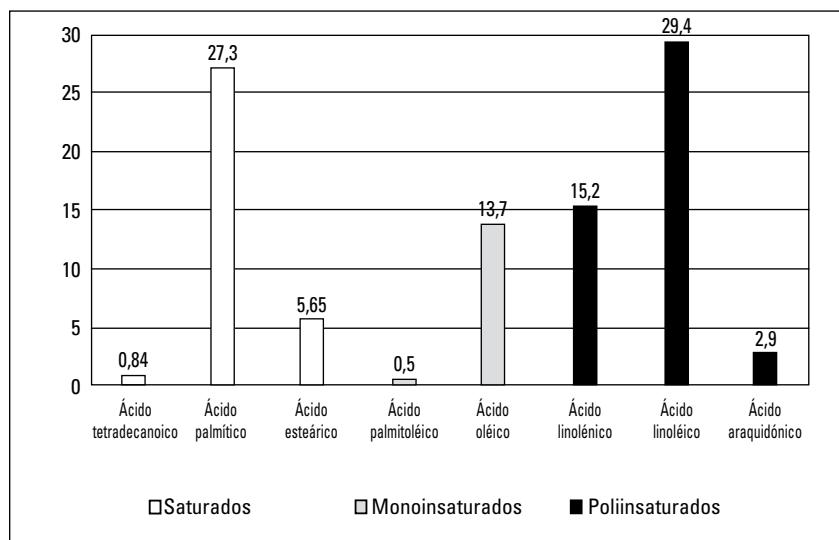


FIGURA 1. Composición porcentual de los principales ácidos grasos del aceite de las vísceras de cuy (*Cavia porcellus*). Desviación estándar relativa de los componentes de izquierda a derecha: 3,37; 0,21; 1,25; 5,66; 1,03; 0,47; 0,24; 1,46. Número de muestras analizadas, n=2.

TABLA 3. Comparación porcentual de ácidos grasos en aceite de diversas procedencias.

Procedencia del aceite	Ácidos grasos saturados	Ácidos grasos monoinsaturados	Ácidos grasos poliinsaturados
Vísceras de cuy	33,79	14,20	47,50
Tejido adiposo de cuy (Kouakou <i>et al.</i> 2013)	34,23	15,33	50,44
Vísceras de trucha arcoíris (Torres 2013)	27,72	51,58	17,01
Trucha (Masson 1994)	30,4	35,6	32,1
Soya (Masson 1994)	14,7	22,3	63,7

en la manipulación de la alimentación animal para incrementar el contenido de estos aceites esenciales en el huevo, la leche y la carne (Castro-González 2002). Es de particular interés el almacenamiento del ácido linolénico en las vísceras, el cual representa un 29,4% de los ácidos

grasos totales, similar a lo encontrado por Kouakou *et al.* (2013) en el tejido adiposo del cuy, lo que hace a estas partes del cuy buenas fuentes de omega-3. Además, el contenido de este ácido graso (C18:3) es superior a los encontrados en el aceite de vísceras de aves (Racanicci *et al.* 2004;

TABLA 4. Comparación del análisis proximal entre la harina de vísceras de cuy (*Cavia porcellus*) y harinas de diferentes procedencias.

Procedencia de la harina	Proteína (%)	Humedad (%)	Grasas (%)	Cenizas (%)
Vísceras de cuy <i>Cavia porcellus</i>	58,0	1,08	28,2	4,31
Merluza <i>Merluccius</i> sp. (Masson 1994)	61,5	4,4	5,9	27,8
Jurel <i>T. murphyi</i> (Masson 1994)	66,6	9,4	9,0	13,9
Vísceras de pollo <i>Gallus domesticus</i> (Costa <i>et al.</i> 2008)	60,7	5,5	27	4,3
Vísceras de pollo <i>Gallus domesticus</i> (Gutiérrez-Espinosa <i>et al.</i> 2011)	61,1	3,2	21,6	9,7
Vísceras de aveSTRUZ <i>Struthio camelus</i> (Costa <i>et al.</i> 2008)	47,5	3,5	20,0	17,4

Patil y Nag 2010) y de peces (Sathivel *et al.* 2002; López *et al.* 2006; Thammapat *et al.* 2010) llegando a ser en estos inferiores al 2%. La presencia de este ácido graso en dietas de animales monogástricos puede ser beneficiosa ya que se incorporan proporciones sustanciales de este omega-3 directamente al tejido adiposo, hecho que se observa también en el caso de los omnívoros, como el hombre, la rata y el cerdo (Salgado *et al.* 1992). Sin embargo, en los rumiantes, los ácidos grasos poliinsaturados ingeridos sufren procesos de biohidrogenación por las bacterias presentes en el rumen, resultando en una saturación de los mismos. Se estima que sólo del 10 al 15% de los ácidos grasos poliinsaturados consumidos en la dieta de rumiantes escapa a la biohidrogenación (Givens *et al.* 2006), por lo que el uso de este tipo de aceites para enriquecer la dieta de rumiantes en omega-3 está siendo cuestionado.

En cuanto a los ácidos grasos saturados, las vísceras de cuy poseen un 33,79%, entre los que se encuentran el ácido esfígerico y palmítico, principales ácidos grasos saturados encontrados también en vísceras de pollo y pescado (Patil y Nag

2010). El metabolismo de estos ácidos grasos en monogástricos y rumiantes es similar, puesto que los ácidos grasos saturados liberados no sufren modificaciones en el rumen; por tanto, si la dieta tiene un contenido alto de grasa saturada, los animales acumularán este tipo de ácidos grasos, los cuales, si se destinan a consumo humano, tienen efectos negativos en la salud. Adicionalmente se ha demostrado que este tipo de ácidos grasos genera un descenso de la digestibilidad de la grasa, lo que podría deberse a la limitada capacidad de producción de bilis de los rumiantes (Martínez *et al.* 2010).

Por otra parte, la harina de vísceras de cuy presenta un contenido proteínico que se halla dentro del rango de las diferentes harinas comparadas (Tabla 4); además, logra alcanzar la mayoría de los estándares nutricionales estipulados por la normativa nacional -NTC 685- (Icontec 2004) para concentrado animal derivado de subproductos de origen animal. Hay que resaltar que la harina de pescado se suele obtener por la desecación de pescados enteros, lo cual hace que la proteína sea alta; sin embargo, la harina de vísceras de cuy es un desecho de un proceso de sacrificio animal que con-

tiene un nivel de proteína competitivo que podría aumentarse si se siguen metodologías más apropiadas. En ese sentido, uno de los factores que afectó el porcentaje de proteína en la harina fue la extracción de la grasa de las vísceras, ya que se realizó por medio de una unidad de extracción multipropósito, sometiendo la muestra a temperaturas de 90°C y envuelta en una bolsa de tela para simular el método de extracción de grasa Soxhlet. Debido a que la unidad de extracción multipropósito no tiene el efecto de reflujo que tiene el método Soxhlet hubo un estancamiento de grasa en las paredes de la bolsa de tela y, por tanto, no se pudo lograr una extracción eficiente de la misma.

Otros factores que pueden influir en el valor nutritivo de la harina son la raza de cuy, la edad del animal, el tipo de alimentación a la que es sometido y la temperatura usada para la elaboración de la harina, la cual no debe sobrepasar los 70°C puesto que, al emplear temperaturas superiores y tiempos prolongados, se reduce la disponibilidad de aminoácidos por formación de productos de Maillard (Opstvedt *et al.* 2003).

CONCLUSIONES

Las vísceras constituyen en una materia prima promisoria para ser aprovechada en la elaboración de concentrado animal debido a sus adecuadas características nutricionales. La harina de vísceras de cuy presenta un contenido proteínico que cumple con los requerimientos normativos a nivel nacional y los ácidos grasos presentes en la grasa son ricos en aceites esenciales como los omega 3, 6 y 9, que en la dieta de los animales son escasos y de alto costo. Se recomienda evaluar o mejorar diferentes metodologías de extracción de la grasa de las vísceras del

cuy con el fin de aumentar el contenido proteínico de la harina, así como también realizar un análisis microbiológico y de digestibilidad en varios animales, ya que estos son factores muy importantes a tener en cuenta en la elaboración de concentrados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al restaurante Cuyquer por el apoyo económico y por facilitar la materia prima para la realización de este trabajo, además agradecen a los laboratorios de Química, Ingeniería Civil y la Planta Piloto de Ingeniería de Procesos ubicados en la sede Alvernia de la Universidad Mariana en San Juan de Pasto por el apoyo técnico y logístico.

REFERENCIAS

- Ahmed J, Mahendrakar NS. 1996. Acceleration of Fish Viscera Silage by Prefermented Starter Culture. Irish J Agric Food Res. 35(2):171-177.
- Alcívar JF. 2014. Utilización de dos niveles de harina de vísceras de pollos en reemplazo de proteína tradicionales en dietas de crecimiento y acabado de cerdos [Tesis]. [Guayaquil (EC)]: Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Bermúdez JE, Rodríguez JH, Ocampo A, Peñuela L. 1999. Ensilaje de vísceras de pescado Cachama blanca (*Piaractus brachypomum*) como fuente de proteína para la alimentación de cerdos de engorde en una dieta con aceite crudo de palma (*Elaeis guineensis-Elaeis oleifera*). Livest. Res. Rural Dev [Internet]. [Citado 2015 nov. 20]; 11(2). Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd11/2/ocam112.htm>.
- Bernal DL. 2010. Utilización de la víscera de pollo como suplemento alimenticio en ganado de ceba comercial [Tesis de pregrado]. [Bogotá (D.C.)]: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de la Salle.

- Berrú FY. 2011. Control de procesos en la línea de producción de harina y aceite de pescado de la Planta Pesquera Harinera Hayduk–Paita [Tesis]. [Callao]: Universidad Nacional del Callao.
- Betancourt L, Díaz GJ, Aguilar X, Ríos J. 2005. Efecto del ensilaje de vísceras de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) sobre el comportamiento productivo y el contenido de ácidos omega-3 en hígado, muslos y pechuga, de pollos de engorde. *Livest Res Rural Dev* [Internet]. [Citado 2015 nov. 20]; 17(9): 1–13. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd17/9/beta17106.htm>.
- Caicedo J, Ceballos D. 2015. Evaluación de los lípidos extraídos de las vísceras de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) generadas en la planta “Distripez” del Encano–Nariño para la elaboración de un desengrasante [Tesis]. [San Juan de Pasto (CO): Universidad Mariana.
- Castro-González M. 2002. Ácidos grasos omega-3: beneficios y fuentes. *Interciencia*. 27(3): 128–136.
- Caycedo A. 2004. Aspectos tecnológicos de la carne de cuy. En: Muñoz LI, editora. *El cuy, historia, cultura y futuro regional*. San Juan de Pasto (CO): Colombia Gráfica.
- Chauca L. 1997. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) [Internet]. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]; [citado 2015 nov. 20]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/W6562s/w6562s00.HTM>.
- Costa D, Romanelli PF, Trabuco E. 2008. Aproveitamento de vísceras não comestíveis de aves para elaboração de farinha de carne. *Ciênc Tecnol Aliment*. 28(3): 746–752. Doi: 10.1590/S0101-20612008000300035.
- Costenbader CW. 2001. Gran libro de las conservas. 1.º ed. Barcelona (España): Editorial Paidotribo.
- [DNP] Departamento Nacional de Planeación. 2014. Conpes 3811. Política y estrategias para el desarrollo agropecuario del departamento de Nariño. Bogotá (CO): Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia.
- [DPC] Delegatura de Protección de la Competencia. 2011. Estudios de Mercado. Cadena productiva de alimentos concentrados y balanceados para la industria avícola, porcina y vacuna en Colombia (2009-2011). Bogotá D. C.: Superintendencia de Industria y Comercio.
- Givens D, Kliem K, Gibbs R. 2006. The role of meat as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids in the human diet. *Meat Sci*. 74(1): 209–218. Doi: 10.1016/j.meatsci.2006.04.008.
- Gomes S, Stringhini J, Barbosa A, Barcellos C, Mogycá N, Andrade M, Laboissière M. 2012. Poultry viscera and bone meal in broiler pre-starter and starter diets. *Rev Bras Zootec*. 41(4): 934–940. Doi: 10.1590/S1516-35982012000400015.
- Gómez GM, Ortiz MA, Perea C, López FJ. 2014. Evaluación del ensilaje de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis spp*) en alimentación de pollos de engorde. *Bioteecnol Sect Agrop Agroin*. 12(1): 106–114.
- Gonzalvo S, Nieves D, Ly J, Macías M, Carón M, Martínez V. 2001. Algunos aspectos del valor nutritivo de alimentos venezolanos destinados a animales monogástricos. *Livest Res Rural Dev* [Internet]. [Citado 2015 nov. 13]; 13(2). Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd13/2/gonz132.htm>.
- [Icontec] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 1973. NTC 668. Alimentos y materias primas. Determinación de los contenidos de grasa y fibra cruda. [Icontec] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- [Icontec] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 1999. NTC 4657. Alimento para animales. Determinación del contenido de nitrógeno y cálculo del contenido de proteína cruda. Método Kjeldahl. [Icontec] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- [Icontec] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2000. NTC 4888. Alimentos para animales. Determinación del contenido de humedad y materia volátil. [Icontec] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- [Icontec] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2001a. NTC 4969. Alimentos para animales. Determinación del contenido de grasa. [Icontec] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- [Icontec] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2001b. NTC 5013. Grasas y

- aceites vegetales y animales. Análisis de los ésteres metílicos de ácidos grasos por cromatografía de gases. [Icontec] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- [Icontec] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2002. NTC 4648. Alimentos para animales. Determinación de ceniza cruda.
- [Icontec] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- [Icontec] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2004. NTC 685. Alimentos para animales. Harina de subproductos de origen animal. [Icontec] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- [Icontec] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2013. NTC 198. Grasas y aceites comestibles vegetales y animales. Manteca (aceite sólido). [Icontec] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Gutiérrez-Espinosa MC, Yossa-Perdomo MI, Vásquez-Torres W. 2011. Digestibilidad aparente de materia seca, proteína y energía de harina de vísceras de pollo, quinua y harina de pescado en tilapia nilótica, *Oreochromis niloticus*. Orinoquia 15(2): 169-179.
- Kouakou ND, Grongnet JF, Assidjo NE, Thys E, Marnet PG, Catheline D, Legrand P, Kouba M. 2013. Effect of a supplementation of *Euphorbia heterophylla* on nutritional meat quality of Guinea pig (*Cavia porcellus* L.). Meat Sci. 93(4): 821-826. Doi: 10.1016/j.meatsci.2012.11.036.
- López LM, Durazo E, Rodríguez-Gómez A, True CD, Viana MT. 2006. Composición proximal y perfil de ácidos grasos de juveniles silvestres y cultivados de *Totoaba macdonaldi*. Ciencias Mar. 32(2): 303-309.
- Martínez A, Pérez M, Pérez L, Gómez G. Digestión de lípidos en los rumiantes: una revisión. Interciencia. 35(4): 240-246.
- Masson L. 1994. Criterio de calidad para materias grasas utilizadas frecuentemente en la nutrición animal y de peces [Internet]. En: Control de calidad de insumos y dietas acuícolas. Roma (IT): [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [Citado 2016 Mayo 2]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab482s/AB482S00.htm#TOC>.
- Moreno F, Molina D. 2007. Manual técnico: Buenas prácticas agropecuarias –BPA- en la producción de ganado de doble propósito, bajo confinamiento con caña panelera como parte de la dieta. 1.º ed. Colombia. Medellín (CO): Corpoica/FAO/CTP Print Ltda.
- Murray SM, Patil AR, Fahey GC, Merchen NR, Hughes DM. 1997. Raw and rendered animal by-products as ingredients in dog diets. J Anim Sci. 128(12): 1-4.
- Opstvedt J, Nygård E, Samuelsen TA, Venturini G, Luzzana U, Mundheim H. 2003. Effect on protein digestibility of different processing conditions in the production of fishmeal and fish feed. J Sci Food Agric. 83(8): 775-782. Doi: 10.1002/jsfa.1396.
- Patil D, Nag A. 2010. Production of PUFA Concentrates from Poultry and Fish Processing Waste. J Am Oil Chem Soc. 88(4): 589-593. Doi: 10.1007/s11746-010-1689-4.
- Pérez R. 1995. Fish silage for feeding livestock. World Animal Rev. 82: 34-42.
- Pyne S, Bhaskar P, Ray A. 2015. Poultry viscera as an alternative of fishmeal in compound diet confirms better growth performances of magur fish, *Clarias batrachus* (LINN). Int J Bio-res Env Agric Sci. 1(1): 92-97.
- Racanicci AMC, Menten JFM, Regitano-D'Arce MAB, Gaiotto JB, Longo FA, Pedroso AA, Sorbara JOB. 2004. Oxidação lipídica do óleo de vísceras de aves para redução de seu conteúdo de energia metabolizável para frangos de corte na fase de crescimento. Rev Bras Zootec. 33(4): 919-923. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000400012>.
- Romero C, Salamanca R, Saravia J. 2006. Evaluación del uso de vísceras de pollo y melaza en la alimentación de cerdos (Yorkshire x landrace) en la etapa de finalización [Tesis de pregrado]. [San Miguel]: Departamento de Ciencias Agro-nómicas, Universidad de El Salvador.
- Rosenfeld SA. 2008. Delicious guinea pigs: Seasonality studies and the use of fat in the pre-Columbian Andean diet. Quat Int. 180(1): 127-134. Doi: 10.1016/j.quaint.2007.08.011.
- Rostagno H, Teixeira L, Donzele J, Gomes P, Flávia de Oliveira R, Lopes D, Ferreira A, Barreto S, Euclides R. 2011. Tablas brasileñas para aves y

- cerdos: composición de alimentos y requerimientos nutricionales. 3.º ed. Brasil: Departamento de Zootecnia–Universidad Federal de Viçosa.
- Salgado A, Márquez G, Dobarganes M. 1992. Influencia de la cantidad, calidad y tipo de grasa de la dieta sobre la composición y distribución de ácidos grasos del tejido adiposo de ratas. *Grasas Aceites.* 43(2): 87-92. Doi: 10.3989/gya.1992.v43.i2.1179.
- Sathivel S, Prinyawiwatkul W, Grimm CC, King JM, Lloyd S. 2002. FA composition of crude oil recovered from catfish viscera. *J Am Oil Chem Soc.* 79(10): 989–992. Doi: 10.1007/s11746-002-0592-5.
- Schwertner V, Diemer O, Higuchi L, Klein S, Boscolo W, Feiden A. 2013. Replacement of fishmeal by poultry viscera meal in the feed of *Leporinus macrocephalus*. *Ciência Anim Bras.* 14(3): 318–322. Doi: 10.526/cab.v14i3.18945.
- Tabinda AB, Butt A. 2012. Replacement of fish meal with poultry by-product meal (chicken intestine) as a protein source in grass carp fry diet. *Pakistan J Zool.* 44(5): 1373–1381.
- Téllez JG. 2007. Cadena productiva de carne de cuy. Lima: Ediciones AGRUM–Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Thammapat P, Raviyan P, Siriamornpun S. 2010. Proximate and fatty acids composition of the muscles and viscera of Asian catfish (*Pangasius bocourti*). *Food Chem.* 122(1): 223–227. Doi: 10.1016/j.foodchem.2010.02.065.
- Torres C. 2013. Extracción de aceite de pescado derivado de subproductos del beneficio de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), a través de la técnica de fluidos supercríticos [Tesis]. [Caldas]: Corporación Universitaria Lasallista.
- Vanegas L. 2000. Caracterización y determinación de las propiedades funcionales de la carne de curí (*Cavia Porcellus*) [Tesis]. [Bogotá D. C.]: Universidad de la Salle.

Article citation:

Parra AS, Acosta CH, Andrade JJ, Guerra MC. 2016. Análisis proximal, perfil de ácidos grasos de las vísceras del cuy (*Cavia porcellus*) y su uso potencial en alimentación animal. [Proximate analysis, fatty acid profile of guinea pig (*Cavia porcellus*) viscera and its potential use in animal feed]. *Rev Med Vet Zoot.* 63(2): 124-134. Doi: 10.15446/rfmvz.v63n2.59360.