



# 4

Facultad de Ciencias Agropecuarias

ISSN L 2644-3856

Revista Investigaciones Agropecuarias

Volumen 2, N°1. pp. 49-62

Diciembre 2019 - Mayo 2020

Panamá

Recepción: 19 de septiembre de 2019

Aceptación: 29 de octubre de 2019

## EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE TRES FUENTES DE LÍPIDOS EN EL ALIMENTO SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y LOS ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE DE CUY

Juan E. Moscoso M.<sup>1</sup>, Abilio Quispe R.<sup>1</sup>, Celina Luizar O.<sup>2</sup>, Mario Arjona S.<sup>3\*</sup>, Juan Olazábal L.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Agrarias, Perú.

<sup>2</sup> Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias, Perú.

<sup>3</sup> Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Zootecnia, Panamá.

<sup>4</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria, Lima, Perú.

 \* [m\\_arjona32@hotmail.com](mailto:m_arjona32@hotmail.com)

### RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la inclusión de aceite de soya, sebo de vacuno y manteca de cerdo en el alimento sobre los parámetros productivos y los ácidos grasos de la carne en cuyes (*Cavia porcellus*) durante la etapa de crecimiento. Se utilizaron 60 cuyes hembras tipo I, de 25 a 30 días de edad, con un peso promedio de  $437 \pm 49$  g y asignados dentro de tres tratamientos en un diseño completo al azar: dieta con aceite de soya (T1), dieta con sebo de vacuno (T2), dieta con manteca de cerdo (T3). Las variables evaluadas fueron ganancia de peso, consumo de alimento, conversión de alimento, rendimiento de carcasa, longitud de tejido adiposo y contenido de ácidos grasos. No se encontraron diferencias significativas en ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. El rendimiento de carcasa fue menor en los animales de T1 y T3 ( $p < 0.05$ ) y los animales de T1 y T3 tuvieron una menor longitud de tejido adiposo ( $p < 0.05$ ). Asimismo, los cuyes de T1 tuvieron una mayor concentración de ácidos grasos poliinsaturados ( $p < 0.05$ ). Se concluye que el perfil de ácidos grasos poliinsaturados omega 3 y omega-6 de la carne de cuy durante la etapa de crecimiento puede ser modificado favorablemente y sin afectar los índices productivos con la inclusión de aceite de soya en la dieta en comparación con la inclusión de manteca de cerdo o sebo de vacuno.

**PALABRAS CLAVES:** cuy, ácidos grasos, lípidos, alimentación.

EFFECT OF INCLUSION OF SOYBEAN OIL, BEEF TALLOW AND LARD IN DIET ON  
PRODUCTIVE PERFORMANCE AND MEAT FATTY ACIDS IN GUINEA PIGS

**ABSTRACT**

The aim of this study was to evaluate the inclusion of three sources of fat on performance and fatty acids in meat in guinea pigs (*Cavia porcellus*). Sixty female guinea pigs type I, 25 to 30 days old, and  $437 \pm 49$  g body weight were used in a completely randomized design with three treatments (T1: diet with soybean oil; T2: diet with beef tallow; T3: diet with lard). The variables were weight gain, feed intake, feed conversion, carcass yield, length of adipose tissue and fatty acid content. No differences in body weight gain, feed intake and feed conversion were found. The carcass yield was lower in animals of T1 and T3 ( $p < 0.05$ ) and animals of T1 and T3 had shorter length of adipose tissue ( $p < 0.05$ ). Moreover, animals in T1 had a higher amount of polyunsaturated fatty acids. It is concluded that the profile of omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids of guinea pig meat can be favorably modified by inclusion of soybean oil in the diet without affecting production rates during the growth stage as compared with the inclusion of lard or beef tallow.

**KEYWORDS:** guinea pig, fatty acids, lipids, feeding.

## INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus*) es una especie nativa de los Andes, donde su carne es muy apreciada (Zaldívar, 1997). Su contenido de proteína cruda es cercano a 20% y su contenido de grasa a 8% la convierte en un alimento interesante desde el punto de vista nutricional (Rosenfeld, 2008).

Los lípidos son nutrientes importantes, que proveen del 25 al 45% de la energía de la dieta (Manchila-Carvalho *et al.*, 1990), así como los ácidos grasos poliinsaturados omega 3 (n-3), que juegan un rol crítico en la salud humana, debido a sus actividades anti-aterogénicas, anti-trombóticas, anti-carcinogénicas y antiinflamatorias, contribuyendo además a mejorar la función cardíaca y vascular (Simopoulos., 2002, 2009).

En los últimos años, las técnicas ganaderas se han orientado a producir carne con un perfil favorable de ácidos grasos. El objetivo inicial fue reducir el contenido de ácidos grasos saturados y actualmente es incrementar las concentraciones de ácidos grasos de cadena larga poliinsaturados n-3 y n-6. El éxito de estas estrategias depende del desarrollo de mecanismos que permitan incrementar el contenido de n-3 y n-6 en la carne sin incidir sobre los costos de producción. Existen experiencias de incrementar los niveles de n-3 suplementado con aceite de pescado en la dieta (López- Ferrer *et al.*, 1999, 2001) en carne de pollo (Bou *et al.*, 2005) así como en la de patos (Scheavoni *et al.*, 2004). Asimismo, Guevara *et al.* (2016) en el Perú incrementó el contenido de n-3 en cuyes por efecto de suplementación de ácidos grasos n-3 en la dieta.

En humanos una forma de lograr niveles adecuados de n-3 n-6 en la dieta es el consumo constante de pescado; sin embargo, en los andes peruanos el consumo de pescado es bajo, por lo que una alternativa viable sería incrementar el nivel de n-3 en alimentos que se consumen en la zona, como por ejemplo el cuy, sin tener que cambiar los hábitos alimenticios. Por esta razón, se plantea el presente trabajo con el objetivo de evaluar la inclusión de tres fuentes de grasa en la dieta del cuy sobre sus parámetros productivos y niveles de ácidos grasos en su carne.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se realizó en el Centro Agronómico Kayra de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, ubicado en la región Cusco, Perú. La zona se encuentra a una altitud de 3218 m, con temperatura media anual de 12.0 °C y precipitación pluvial anual de 762 mm. Los análisis de ácidos grasos fueron realizados en el laboratorio de química de la Universidad Nacional del Callao, Lima.

Se utilizaron 60 cuyes hembras tipo I, entre 25 a 30 días de edad, con un peso inicial promedio de  $437 \pm 49$  g, distribuidos en 15 pozas de cemento (4 cuyes por poza). Cada poza contó con comedero y bebedero. El suministro de alimento se realizó dos veces al día (08:00 y 16:00) y la limpieza de las pozas se realizó semanalmente. El trabajo tuvo una duración de 56 días.

Se utilizó un diseño completamente al azar bajo un modelo fijo con tres tratamientos (T1: Dieta con aceite de soya; T2: Dieta con sebo de vacuno; T3: Dieta con manteca de cerdo (Tabla 1). Se emplearon cinco repeticiones (pozas) por tratamiento y cuatro cuyes por repetición. En las variables de ganancia de peso y de conversión alimenticia se utilizaron 20 repeticiones por tratamiento.

El alimento suministrado se formuló al mínimo costo, usando la herramienta solver de Excel, tomando en cuenta los requerimientos para cuyes en crecimiento (NRC, 1995). Se llevó un registro diario del alimento suministrado y rechazado.

El efecto de los tratamientos sobre las variables en estudio se evaluó mediante análisis de varianza para un diseño completamente al azar. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Duncan. Los análisis estadísticos fueron realizados con ayuda del paquete estadístico SAS/STAT® 9.2 (SAS Institute Inc., 2009). En todas las pruebas estadísticas se usó un nivel de significancia de 5%.

Se evaluaron las siguientes variables:

- *Ganancia diaria de peso*: Los cuyes se pesaron individualmente los días 0, 28 y 56, usando

una balanza digital con una aproximación de 0.1 g. La ganancia de peso se obtuvo de la diferencia entre el peso final y el peso inicial, dividido entre el número de días para cada periodo evaluado.

- *Consumo de alimento*: Se obtuvo de la diferencia de la materia seca ofrecida y rechazada, medida diariamente, para los periodos 0-28, 28-56 y 0-56 días.
- *Conversión de alimento*: Se determinó a través de la relación entre el consumo de alimento y la ganancia de peso para los periodos 0-28, 28-56 y 0-56 días.
- *Rendimiento de carcasa*: Se determinó con base al peso vivo antes del beneficio y luego del eviscerado. En la carcasa se incluyó la cabeza, patas y riñones.
- *Longitud de tejido adiposo*: Con una regla milimetrada se midió la longitud de la grasa dorsal.
- *Contenido de ácidos grasos*: Las carcasas se colocaron en bolsas de polietileno y se derivaron al laboratorio para su análisis por cromatografía.

**Tabla 1.** *Composición porcentual (%) de las dietas experimentales para cuyes en crecimiento.*

Ingredientes	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Maíz grano	21.78	21.78	21.78
Cebada grano	34.77	34.77	34.77
Harina de alfalfa	7.00	7.00	7.00
Torta de soya 44	22.52	22.52	22.52
Afrecho de trigo	3.50	3.50	3.50
Aceite de soya	4.00	0	0
Sebo de vacuno	0	4.00	0
Manteca de cerdo	0	0	4.00
Carbonato de calcio	1.29	1.29	1.29
Fosfato di cálcico	1.47	1.47	1.47
Sal común	0.25	0.25	0.25
DL – metionina	0.45	0.45	0.45
Lisina	0.17	0.17	0.17
Bicarbonato de sodio	0.15	0.15	0.15
Premix de vit y minerales	0.10	0.10	0.10
Colina	0.05	0.05	0.05
Arena	2.50	2.50	2.50

El contenido de materia seca, proteína, extracto etéreo, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y ceniza se determinó de acuerdo a AOAC (1997), los demás contenidos fueron determinados por fórmula. Las características de la carcasa al final del experimento se determinaron en ocho cuyes por tratamiento, los que fueron beneficiados previo ayuno.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química de las dietas utilizadas en el presente estudio se presenta en el Tabla 2.

**Tabla 2.** Contenido nutricional (%) de las dietas experimentales.

Nutriente	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Materia seca	90.22	90.22	90.22
Proteína	18.00	18.00	18.00
Extracto etéreo	5.95	5.95	5.95
Fibra cruda	5.84	5.84	5.84
Extracto libre de nitrógeno	52.35	52.35	52.35
Ceniza	5.77	5.77	5.77
Energía metabolizable	2.65	2.65	2.65
Lisina	1.01	1.01	1.01
Metionina	0.72	0.72	0.72
Metionina – Lisina	1.01	1.01	1.01
Fosforo disponible	0.40	0.40	0.40
Calcio	1.00	1.00	1.00
Sodio	0.17	0.17	0.17
Potasio	0.52	0.52	0.52
Cloro	0.17	0.17	0.17
N + K + Cl, meq	155.13	155.13	155.13

La composición química de las tres dietas es similar, ya que el único ingrediente que cambia es el aporte grado (aceite de soya, sebo de vacuno y manteca de cerdo). Así mismo, el uso del maximizador permitió llegar a esta composición química cumpliendo los requerimientos de cuyes en crecimiento (NRC, 1995).

En el Tabla 3 se presenta la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia de los tres tratamientos. No se observaron diferencias significativas para las tres variables en ninguno de los periodos evaluados ( $p > 0.05$ ).

La ganancia de peso promedio para todos los tratamientos fue de 7.74 g/d, ganancia menor a otros reportes en cuyes (Sánchez *et al.*, 2013; Camino e Hidalgo, 2014; Mamani *et al.*, 2015). Una posible razón para esta menor ganancia podría ser que en la mayoría de los estudios se emplean animales machos y en el presente estudio se utilizaron hembras. La composición de la dieta tiene influencia sobre la respuesta productiva de los animales puesto que afecta a eficiencia de uso de la energía (Noblet *et al.*, 2010), siendo esta mayor con la inclusión de

lípidos en la alimentación animal (Cerrate-Fernandez *et al.* 2012), en el presente estudio el nivel de inclusión fue el mismo, variando la fuente, razón por la cual la respuesta productiva no se vio afectada, a pesar de las diferencias en el tipo de lípidos empleados, los cuales no habrían afectado el uso de las mismas a nivel digestivo y metabólico.

**Tabla 3.** *Ganancia de peso (g), consumo de alimento (g/d) y conversión alimenticia de cuyes sometidos a tres dietas con diferente componente graso.*

Variable	Tratamiento <sup>1</sup>	Día 28	Día 56	Total
Ganancia de peso (g/d)	T1	6.86 <sup>a</sup>	8.27 <sup>a</sup>	7.57 <sup>a</sup>
	T2	6.59 <sup>a</sup>	9.04 <sup>a</sup>	7.81 <sup>a</sup>
	T3	7.15 <sup>a</sup>	8.57 <sup>a</sup>	7.86 <sup>a</sup>
Consumo de alimento (g/d)	T1	23.54 <sup>a</sup>	33.50 <sup>a</sup>	28.52 <sup>a</sup>
	T2	23.54 <sup>a</sup>	33.40 <sup>a</sup>	28.47 <sup>a</sup>
	T3	24.21 <sup>a</sup>	33.32 <sup>a</sup>	28.77 <sup>a</sup>
Conversión alimenticia	T1	3.43 <sup>a</sup>	4.05 <sup>a</sup>	3.77 <sup>a</sup>
	T2	3.57 <sup>a</sup>	3.70 <sup>a</sup>	3.64 <sup>a</sup>
	T3	3.39 <sup>a</sup>	3.89 <sup>a</sup>	3.66 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Superíndices diferentes dentro de columnas indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ). <sup>1</sup> T1: Dieta con aceite de soya; T2: Dieta con sebo de vacuno; T3: Dieta con manteca de cerdo

El consumo de alimento fue menor a otros reportes (Sánchez *et al.*, 2013; Mamani *et al.*, 2015), posiblemente debido a que en dichos estudios se utilizó forraje como alimento base y en el presente estudio se utilizó concentrado altamente energético y con alta inclusión de grasa (5.95%), lo que pudo afectar el consumo voluntario. Sobre esto, Rodríguez (2013) en pollos señala que animales alimentados con dietas de menor contenido energético presentan un mayor consumo debido a que los animales consumen el alimento suficiente para cubrir su requerimiento de energía metabólica. Asimismo, la conversión alimenticia fue similar a un estudio donde solo se utilizó concentrado en la alimentación (Camino e Hidalgo, 2014), tal como se realizó en el presente ensayo.

Está demostrado que la inclusión de sebo en la alimentación incrementa el tiempo de retención del alimento en pollos (Honda *et al.*, 2009) y en cerdos (Valaja y Siljander-Rasi, 2001) y, quizás, este mismo efecto se obtuvo con la inclusión de las grasas en este estudio y, por ello, el consumo de alimento fue menor. Por otro lado, el mayor tiempo de retención del alimento permitió que exista un mayor tiempo de digestión enzimática y, con ello, una menor conversión alimenticia.

La adición de grasa en los alimentos, de manera general se traduce en una mayor cantidad de energía productiva, puesto que la oxidación de las grasas es un medio eficiente para obtener energía en las células y su uso anabólico involucra una incorporación directa en el tejido

adiposo y en la formación de membranas celulares, para las cuales se requieren lípidos durante el proceso de crecimiento y multiplicación celular como lo indican Salmon y O'Neil (1973). Brue y Latshaw (1985), Tesake y Kushima (1980) y Sell y Owings (1981) señalan que en las dietas de mayor nivel energético, las grasas, por presentar un menor incremento calórico y un efecto extra calórico, resultan en un menor calor corporal y un mayor valor de producción animal.

En general, los resultados corroboran lo hallado en estudios en cuyes empleando manteca de cerdo y aceite de soya donde no se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos (Seminario, 1971; Contreras, 2009); sin embargo, en el estudio de Visaga (2009), la inclusión de aceite de soya en la dieta produjo mejores conversiones alimenticias en cuyes en la etapa de engorde.

El peso vivo final, peso de la carcasa y rendimiento de carcasa se presenta en el Tabla 4. Se obtuvo menor peso de carcasa y rendimiento de carcasa en los animales alimentados con inclusión de sebo de vacuno ( $p < 0.05$ ). Por otro lado, los rendimientos de carcasa obtenidos son menores a otros estudios en cuyes (Morales *et al.*, 2011; Camino e Hidalgo, 2014), debido posiblemente al empleo de cuyes hembras.

**Tabla 4.** Rendimiento de carcasa de cuyes sometidos a tres dietas con diferente componente graso.

Tratamiento	Peso vivo (g)	Peso de carcasa (g)	Rendimiento (%)
T1	852.2 <sup>a</sup>	574.4 <sup>b</sup>	67.3 <sup>b</sup>
T2	815.4 <sup>a</sup>	493.1 <sup>a</sup>	60.8 <sup>a</sup>
T3	874.1 <sup>a</sup>	613.5 <sup>b</sup>	70.1 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Superíndices diferentes dentro de columnas indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ). <sup>1</sup> T1: Dieta con aceite de soya; T2: Dieta con sebo de vacuno; T3: Dieta con manteca de cerdo

La longitud del tejido adiposo se presenta en el Tabla 5, donde se observa una mayor longitud en el jamón del tratamiento con manteca de cerdo ( $p < 0.05$ ). En la paleta no hubo diferencias y fue menor en el lomo cuando la dieta contenía sebo de vacuno ( $p < 0.05$ ). Los resultados indican que la acumulación de grasa corporal es menor en animales alimentados con una dieta enriquecida con ácidos grasos poliinsaturados como es el caso de los animales que recibieron aceite de soya.

**Tabla 5.** Longitud del tejido adiposo (mm) de cuyes sometidos a tres dietas con diferente componente grasa.

Tratamiento <sup>1</sup>	Jamón	Paleta	Lomo
T1	9.2 <sup>a</sup>	7.5 <sup>a</sup>	5.8 <sup>b</sup>
T2	9.4 <sup>a</sup>	9.8 <sup>a</sup>	1.4 <sup>a</sup>
T3	11.3 <sup>b</sup>	8.0 <sup>a</sup>	4.2 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Superíndices diferentes dentro de columnas indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ). <sup>1</sup> T1: Dieta con aceite de soya; T2: Dieta con sebo de vacuno; T3: Dieta con manteca de cerdo

La menor acumulación de grasa en animales alimentados con inclusión de aceite de soya en relación a los otros tratamientos, aun recibiendo el mismo nivel de energía en la dieta, ha sido reportada en ratas (Shimomura *et al.*, 1990; Matsuo *et al.*, 1995), y se le atribuye a un efecto de la dieta sobre la termogénesis. Asimismo, se menciona que el perfil de ácidos grasos libres en la sangre fue igual en aquellos animales alimentados con sebo de vacuno o aceite de girasol, pero con mayor rango de oxidación de grasas en el grupo alimentado con aceite de girasol. Estas razones serían las determinantes para los resultados hallados.

En los animales alimentados con inclusión de aceite de soya se observó proporción de ácidos grasos saturados tendiente a ser menor que en aquellos con inclusión de sebo de vacuno o manteca de cerdo; ocurriendo lo mismo con el ácido graso oleico (Tabla 6). Sin embargo, los ácidos grasos poliinsaturados (linoleico y  $\alpha$ -linolénico) tendieron a ser mayores en los cuyes que recibieron la inclusión de aceite de soya. Así mismo, la relación entre ácidos grasos poliinsaturados y saturados fue mayor en aquellos con inclusión de aceite de soya.

**Tabla 6.** Principales ácidos grasos en el lomo (porcentaje del contenido total de grasa) en cuyes sometidos a tres dietas con diferente componente grasa.

Ácido graso	Tratamientos <sup>2</sup>		
	T1	T2	T3
Mirístico	1.60	2.46	2.36
Palmítico	26.52	28.12	33.72
Palmitoleico	1.36	2.40	2.45
Esteárico	8.90	11.69	7.46
Oleico	28.64	35.60	35.43
Linoleico	25.62	11.42	11.04
$\alpha$ - Linolénico	1.98	1.17	1.41
Total de saturados	38.63	44.17	45.19

Total de insaturados	60.42	52.59	53.43
U:S <sup>1</sup>	1.56	1.19	1.18

<sup>1</sup> Relación de ácidos grasos insaturados (U) con ácidos grasos saturados (S). <sup>2</sup> T1: Dieta con aceite de soya; T2: Dieta con sebo de vacuno; T3: Dieta con manteca de cerdo

Los resultados muestran que los cuyes que recibieron inclusión de aceite de soya acumularon una menor cantidad de ácidos grasos saturados que aquellos que recibieron la inclusión de sebo de vacuno o manteca de cerdo; aun teniendo en cuenta que todos los tratamientos tuvieron el mismo nivel de energía digestible durante todo el periodo experimental; corroborándose la información mostrada en cerdos por (Valaja y Siljander-Rasi, (2001), en pollos (López Ferrer *et al.*, 1999; Bou *et al.*, 2005) y patos (Scheavoni *et al.*, 2004), quienes manifiestan que existe una relación directa entre el perfil de ácidos grasos de la dieta y el perfil de ácidos grasos de la carne, debido a la absorción y posterior deposición de cada ácido graso.

Ellis e Isbell (1926) al evaluar el efecto de alimentar cerdos con ácidos grasos poliinsaturados semejantes al linoleico y linolénico, demostraron tempranamente su relativa alta deposición en la carcasa y fue confirmado en una variedad de especies al utilizar un amplio rango de fuentes de lípidos basados en plantas o aceites marinos (López-Ferrer *et al.*, 1999, 2001; Scheavoni *et al.*, 2004; Bou *et al.*, 2005; Guevara, 2016).

## CONCLUSIONES

- El perfil de ácidos grasos poliinsaturados omega 3 y omega 6 de la carne de cuy puede ser modificado favorablemente por inclusión de aceite de soya en la dieta; sin afectarse los índices productivos durante la etapa de crecimiento comparado con la inclusión de manteca de cerdo o sebo de vacuno.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC, 1997. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, vol. 16, 3rd revision, Gaithersburg, MD.
- Bou, R., Guardiola, F., Barroeta, C., Codony, R. 2005. Effect of dietary fat sources and zinc and selenium supplements on the composition and consumer acceptability of chicken meat. Poultry Sci 84: 1129-1140. doi: 10.1093/ps/84.7.1129
- Brue, R., Latshaw, J., 1985. Energy utilization by the broiler chicken as affected by various fats and fat levels. Poultry Science 64: 2119-2130.
- Camino, J., Hidalgo, V. 2014. Evaluación de dos genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con concentrado y exclusión de forraje verde. Rev Inv Vet Perú 25: 190-197. doi: 10.15381/rivep.v25i2.8490
- Cerrate-Fernandez, S., Ekmay, R., England, J., And Coon, C. 2012. Metabolizable and net energy values for feed ingredients and an enzyme complex in broiler chicks. International Poultry Scientific Forum, Atlanta, Jan 23-27, p. 22.
- Contreras, S. 2009. Utilización de manteca y aceites vegetales en la alimentación de pollos parrilleros 2300 msnm. Abancay-Apurímac Tesis de Ing. Zootecnista. Cusco, Perú; Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. 83 p.
- Ellis, R., Isbell, H. 1926. Soft pork studies. II. The influence of the character of the ration upon the composition of the body fat of hogs. J Biol Chem 69: 219-238.
- Guevara, J., Rojas, S., Carcelén, F., Seminario, L. 2016. Enriquecimiento de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) con ácidos grasos omega-3 mediante dietas con aceite de pescado y semillas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). Rev Inv Vet Perú 27: 45-50. doi: 10.15381/rivep.v27i1.11450
- Honda, K., Kamisoyama, H., Isshiki, Y., Shin Hasegawa. 2009. Effects of dietary fat levels on nutrient digestibility at different sites of chicken intestines. J Poultry Sci 46: 291-295. doi: 10.2141/jpsa.46.291
- Lopez-Ferrer, S., Baucells, M., Barroeta, A., Grashorn, M. 1999. n-3 enrichment of chicken meat using fish oil: alternative substitution with rapeseed and linseed oils. Poultry Sci 78: 356-365. doi: 10.1093/ps/78.3.356
- Lopez-Ferrer, S., Baucells, M., Barroeta, A., Grashorn, M. 2001. n-3 enrichment of chicken meat. 1. Use of very long-chain fatty acids in chicken diets and their influence on meat quality: fish oil. Poultry Sci 80: 741-752. doi: 10.1093/ps/80.6.741

- Mamani, R., Jiménez, R., San Martín, R., Huamán, H., Ara, M., Carcelén, F., Huamán, A., 2015. Determinación del periodo óptimo de descanso de la pastura asociada *Lolium multiflorum*, *Trifolium pratense* y *Medicago sativa*, pastoreada por cuyes en la Sierra Central del Perú. *Rev Inv Vet Perú* 26: 404-411. doi: 10.15381/rivep.v26i3.11174
- Manchila-Carvalho J, Crews E. 1990 Lipid profiles of Yanomamo indians of Brazil. *Prev Med* 19: 66-75. doi: 10.1016/0091-7435(90)90009-9
- Matsuo, T., Shimomura, Y., Saitoh, S., Tokuyama, K., Takeuchi, H., Suzuki, M., 1995. Sympathetic activity is lower in rats fed a beef tallow diet than in rats fed a safflower oil diet. *Metabolism* 44: 934-939. doi: 10.1016/0026-0495(95)90248-1
- Morales, A., Carcelén, F., Ara, M., Arbaiza, T., Chauca, L. 2011. Evaluación de dos niveles de energía en el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) de la raza Perú. *Rev Inv Vet Perú* 22: 177-182. doi: 10.15381/rivep.v22i3.254
- National Research Council. 1995. Nutrient requirements of laboratory animals. 4<sup>th</sup> revised ed. Washington DC: National Academy Press. 187 p.
- Noblet, J., Van Milgen, J. And Dubois, S. 2010. Utilisation of metabolisable energy of feeds in pigs and poultry: interest of net energy systems?. *Aust. Poult. Sci. Symp.* p 26-34.
- Rodríguez, J., 2013. Efecto de la variación de densidades nutricionales sobre los parámetros productivos en pollos de carne en Quillabamba-La Convención (Selva Alta). Tesis de Ingeniero Zootecnista. Cusco. Perú.
- Rosenfeld SA. 2008. Delicious guinea pigs: seasonality studies and the use of fat in the Columbian Andean diet. *Quat Int* 180: 127-134. doi: 10.1016/j.quaint.2007.08.011
- Salmmon, R., O'Neil, J., 1973. The effect of the level and source and of the changes of sources of dietary fat on the fatty acid composition of the depot fat and the thigh and breast meat of turkeys as related to age. *Poultry Science*. 52: 302-314.
- Sánchez, R., Jiménez, R., Huamán, H., Bustamante, J., Huamán, A. 2013. Respuesta productiva y económica al uso de cuatro tipos de comederos para forraje en la crianza de cuyes. *Rev Inv Vet Perú* 24: 441-450. doi: 10.15381/rivep.v24i4.2733
- SAS Institute. 2009. SAS/STAT 9.2 User's guide. Versión 9.2 Sas Inst Cary, NC. 870 p.
- Scheavoni, A., Romboli, I., Chiarini, R., Marzoni, R. 2004. Influence of dietary lipid source and strain on fatty acid composition of Muscovy duck meat. *J Anim Physiol Anim Nutr* 88: 88-93. doi: 10.1111/j.1439-0396.2003.00463.x
- Sell, J., Owings, W., 1981. Supplemental fat and metabolizable energy to nutrient ratios for growing turkeys. *Poultry Science*. 60:2293-2305.

- Seminario, J. 1971. Estudio comparativo del aceite de pescado hidrogenado con el sebo de vacuno, aceite de soya y aceite de pescado como fuentes de energía en raciones para aves. Tesis de Ing. Zootecnista. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. 92 p.
- Shimomura, Y., Tamura, T., Susuki, M. 1990. Less body fat accumulation in rats fed a safflower oil diet than in rats fed a beef tallow diet. *J Nutr* 120: 1291-1296.
- Simopoulos, A. 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids, *Biomed Pharmacother* 56: 365-379. doi: 10.1016/s0753-3322(02)00253-6
- Simopoulos, A. 2009. Omega-6/omega-3 essential fatty acids: biological effects. *World Rev Nutr Diet* 99: 1-16. doi: 10.1159/000192755
- Tesake, I., Kushima, M., 1980. The effects of dietary protein and lysine levels on broiler performance, carcass characteristics and N excretion. *Poltry Science*. 70:1540-1549.
- Valaja, J., Siljander-Rasi, H. 2001. Dietary fat supplementation affects apparent ileal digestibility of aminoacids and digesta passage rate of rapeseed meal-based diets. In: Linberg JE, Ogle B (eds). *Digestive physiology of pigs*, New York: CABI Publishing. p 175-177.
- Visaga, R. 2009. Evaluación de la inclusión de aceite en raciones de cuyes destetados. Tesis de Ing. Zootecnista. Cusco, Perú; Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. 93 p.
- Zaldivar, Lc. 1997. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Documento Técnico 138. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 177 p.