

Determinación de la digestibilidad y energía digestible de la harina de kudzu (*Pueraria phaseoloides*) en el cuy (*Cavia porcellus*)

Determination of digestibility and digestible energy of kudzu (*Pueraria phaseoloides*) meal in the guinea pig (*Cavia porcellus*)

Ronald Cuibin¹, Otto Zea M.^{1,4}, Gloria Palacios P.¹, Edgar Norabuena M.², Lizbeth Collazos P.³, Alejandrina Sotelo M.^{1,5}

RESUMEN

El experimento fue conducido para determinar los coeficientes de digestibilidad y la energía digestible de la harina de kudzu (*Pueraria phaseoloides*) en cuyes. Se utilizaron 10 cuyes machos de 12 semanas y 828 g de peso promedio, colocados en jaulas metabólicas. Cinco animales fueron alimentados con la dieta basal (subproducto de trigo) y los otros cinco con la dieta experimental (60% subproducto de trigo y 40% harina de kudzu). Para estas determinaciones se utilizó el método indirecto, teniendo como alimento basal al subproducto de trigo, cuyos coeficientes de digestibilidad se determinaron por el método directo. Se tuvo una fase pre-experimental de 14 días para la adaptación de los cuyes a las instalaciones y la nueva dieta. La fase experimental fue de seis días, en la cual se realizó la colección de heces. En ambas fases se midió diariamente el consumo de alimento. Los coeficientes de digestibilidad aparente obtenidos fueron: 42.90% de materia seca, 40.57% de materia orgánica, 81.07% de proteína cruda, 68.86% de extracto etéreo, 30.77% de fibra cruda, 30.55% de extracto libre de nitrógeno y 74.18% de ceniza. El valor de la energía digestible determinado por diferencia fue de 1.98 Mcal/kg de materia seca.

Palabras clave: digestibilidad, energía digestible, cuyes, harina de kudzu, *Pueraria phaseoloides*

¹ Departamento Académico de Nutrición, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

² Facultad de Ingeniería Química y Textil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú

³ Universidad Nacional del Callao, Lima, Perú

⁴ E-mail: ottozea@lamolina.edu.pe

⁵ E-mail: asotelo@lamolina.edu.pe

Recibido: 5 de mayo de 2019

Aceptado para publicación: 15 de septiembre de 2020

Publicado: 25 de noviembre de 2020

ABSTRACT

The experiment was conducted to determine the digestibility coefficients and digestible energy of kudzu meal (*Pueraria phaseoloides*) in guinea pigs. Ten male guinea pigs of 12 weeks and 828 g of average weight were placed in metabolic cages. Five animals were fed the basal diet (wheat by-product) and the other five were fed with the experimental diet (60% wheat by-product and 40% kudzu meal). The indirect method was used for these determinations. The wheat by-product meal was used as a basal feed and its digestibility coefficient was determined by the direct method. There was a 14-day pre-experimental phase for the adaptation of the animals to the facilities and the new diet. The experimental phase was six days, in which the stool collection was performed. In both phases, feed consumption was measured daily. The apparent digestibility coefficients obtained were: 42.90% dry matter, 40.57% organic matter, 81.07% crude protein, 68.86% ethereal extract, 30.77% crude fibre, 30.55% nitrogen free extract and 74.18% ash. The digestible energy value determined by difference was 1.98 Mcal/kg of dry matter.

Key words: digestibility, digestible energy, guinea pigs, kudzu meal

INTRODUCCIÓN

El cuy (*Cavia porcellus*) es considerado en el Perú como una especie animal de interés social por ser una buena fuente alternativa de proteína animal capaz de satisfacer las necesidades de la población local (Sánchez *et al.*, 2015). Según la última Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA), el Perú cuenta con una población estimada de 17.4 millones de cuyes (INEI, 2017), presentando un consumo de esta carne de 0.66 kg/habitante/año, siendo el mayor exportador de carne de cuy con el 71.3% del mercado exterior (MINAGRI, 2019). Su crianza está generalizada en el ámbito rural como un animal de carne para autoconsumo, constituyéndose en una excelente alternativa para diversificar la dieta, siendo considerado por la ONU y la FAO como «Una fuente de seguridad alimenticia de la población mundial de escasos recursos económicos» (Meza *et al.*, 2014).

La producción de cuyes debe estar enmarcada en el uso de alimentos no tradicionales para obtener una ventaja compara-

tiva con relación a la producción y necesidades de otras especies, incluidas el hombre; sin embargo, se requiere conocer la digestibilidad y valor nutricional de estos insumos (Barrera *et al.*, 2015). La digestibilidad es una medida de la disponibilidad biológica de nutrientes y es importante en la formulación de una ración balanceada a fin de obtener la máxima productividad de los animales (Caprita *et al.*, 2013). Al respecto, dentro del ambiente tropical, existen leguminosas tropicales que por sus potenciales características nutritivas deberían ser evaluadas desde el punto de vista nutricional (Sánchez *et al.*, 2012a).

El kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) es una leguminosa rastrera de alta palatabilidad (Sánchez *et al.*, 2012b), con alto contenido proteico (alrededor del 20% de la materia seca [MS]) y entre 26 y 40% de fibra cruda (Heuzé *et al.*, 2016). Esta leguminosa se le utiliza en la alimentación de ovinos y bovinos (Carvalho da Paz, 2016). Así por ejemplo, Monteiro *et al.* (2012) evaluaron el efecto de sustituir *Brachiaria humidicola* en dietas de ovejas con cuatro niveles (100, 75, 50 y 25%) de kudzu tropical, determinan-

do que el nivel de 100% incrementó el consumo voluntario y la digestibilidad aparente de la MS, proporcionando un aumento de la productividad animal. Por otro lado, el forraje fresco de kudzu puede ser usado sin restricción en la alimentación de conejos como fuente de fibra y proteína (Akoutey *et al.*, 2012; Lebas, 2013).

En el caso particular de cuyes, el valor nutritivo del heno de kudzu no ha sido establecido; no obstante, este forraje seco podría ser utilizado como una buena fuente de proteína y fibra (Heuzé *et al.*, 2016). Los objetivos del presente trabajo fueron determinar los coeficientes de digestibilidad aparente de la materia seca, materia orgánica, proteína, grasa, fibra, extracto libre de nitrógeno y cenizas; así como la energía digestible de la harina de kudzu a través de ensayos de digestibilidad *in vivo* en cuyes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Estudio

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Evaluación Biológica de Alimentos entre abril y mayo de 2007, y los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA), ambos pertenecientes al Departamento de Nutrición de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima, Perú.

Animales

Se utilizaron 10 jaulas metabólicas de acero inoxidable con un área de 0.28 m² c/u (56 x 51 x 34 cm). Se utilizaron 10 cuyes machos de la línea mejorada Tipo I, que fueron adquiridos en la granja de cuyes de Cieneguilla de la UNALM, de tres meses de edad y peso promedio de 828 g. Los cuyes fueron distribuidos en forma individual en las

jaulas metabólicas, formando dos grupos de cinco animales. El primer grupo consumió la dieta única de subproducto de trigo (dieta basal) y el segundo grupo consumió la mezcla equivalente a 40% de harina de kudzu y 60% de subproducto de trigo (dieta experimental). Se proporcionó agua *ad libitum* y vitamina C protegida Rovimix stay-35, la cual se mezcló con el alimento a una concentración de 0.5 mg/g.

Análisis de Laboratorio

El material vegetativo de kudzu fue recolectado de un campo de 0.5 ha establecido en la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional de La Amazonía Peruana, en el distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, Región Loreto (Perú). La zona tiene una precipitación pluvial anual de 1500-1800 mm en época seca y 2000-2400 en época de lluvias.

Las muestras fueron tomadas en el mes de abril (finales de la época lluviosa), aproximadamente 3-4 meses después del último corte. La altura de corte fue a 20 cm del suelo. Se cosechó cerca de 40 kg de forraje verde, con mayor proporción de hojas que de tallos, obtenido de diferentes puntos de muestreo para así obtener una muestra significativa del área. El forraje fue enviado a la UNALM, donde se tomó una muestra fresca para determinar su humedad. El resto fue colocado en bandejas y secado en estufa a 60 °C durante 72 horas. El material seco pasó por un proceso de molienda grosera con un molino de cuchillas Willey Mill, con motor de ¾ hp y 3450 rpm con 6 cuchillas y una malla de 2 mm.

En el análisis proximal, la harina de kudzu reportó un alto contenido de proteína (20% PC) por lo que fue combinada con el subproducto de trigo para que la dieta no exceda el 25% de proteína y determinar su digestibilidad por el método indirecto.

Diseño Experimental

El experimento contó con un periodo de adaptación de 14 días, durante el cual se fue cambiando el alimento de manera gradual, calculando el consumo y evaluando las condiciones del comedero para obtener un suministro uniforme durante el periodo experimental, el cual fue de seis días. Se determinó el consumo de alimento diario, calculado por diferencia entre la cantidad de alimento ofrecida y los residuos encontrados.

Se realizó el análisis químico proximal, bromatológico o de Weende de los insumos alimenticios: harina de kudzu, subproducto de trigo, la mezcla de ambos (60% subproducto de trigo- 40% harina de kudzu) y de las heces colectadas, según las normas establecidas por la AOAC (2012).

Las heces fueron recolectadas diariamente utilizando el método directo de colección total de heces (Sotelo *et al.*, 2016), pesadas y almacenadas en refrigeración en bolsas de polietileno a -21 °C. Las heces de cada animal se mezclaron homogéneamente al final del periodo de colección. Una parte fue llevada a la estufa (105 °C) por 24 horas para determinar la MS y la otra parte, pre-secada a 60 °C por 24 horas, fue molida para analizar su composición químico proximal. Los cálculos para determinar la calidad nutricional de las dietas y sus componentes se hicieron según los lineamientos de Crampton y Harris, 1974).

Con base a los resultados obtenidos del análisis proximal del alimento y de las heces, se determinó el porcentaje de digestibilidad de los nutrientes aplicando el método directo para las dos dietas, según la fórmula siguiente: $D = [100 (T-B)*S] + B$, donde D = Coeficiente de digestibilidad del alimento en estudio; B = Coeficiente de digestibilidad de la dieta basal; T = Coeficiente de digestibilidad de la dieta experimental; S = porcentaje del alimento en estudio dentro de la ración.

Los cálculos del coeficiente de digestibilidad aparente (CD) se realizaron con base al 100% de MS, según la fórmula siguiente: $CD (\%) = [(Nutriente\ ingerido - Nutriente\ heces) / Nutriente\ ingerido] * 100$.

La energía digestible se determinó hallando previamente la energía bruta de los insumos y de las heces, para lo cual se usó la fracción hallada por el análisis químico proximal multiplicando cada uno de ellos por sus respectivos valores calóricos medios (proteína 5.70 cal/g; extracto etéreo: 9.30 cal/g; ELN y fibra: 4.10 cal/g) según la AEC (1978). En base al contenido energético del alimento y las heces (base seca) se aplicó la fórmula para la energía digestible: $ED = EB - [(EH * Qh)/Ia]$, donde ED = Energía digestible del alimento (kcal/g); EB = Energía bruta del alimento (kcal/g); Qh = Cantidad de heces producidas por día (g); EH = Energía bruta de las heces (kcal/g); Ia = Cantidad de alimento ingerido por día (g).

Los nutrientes digestibles totales (NDT) fueron calculados según la fórmula NDT (%) = proteína cruda (%) + extracto libre de nitrógeno digestible (%) + fibra cruda digestible (%) + grasa cruda digestible (%) * 2.25.

La energía digestible de la harina de kudzu de la mezcla fue determinada mediante la fórmula $ED (kudzu) = 100 * [ED (dieta\ experimental) - ED (dieta\ control)] / \% \text{ de sustitución} + ED (dieta\ control)$, donde ED = Energía digestible del kudzu insumo problema; ED (dieta experimental) = Energía digestible de la mezcla; ED (dieta basal) = Energía digestible del alimento basal; % de sustitución = Porcentaje se sustituye al insumo de digestibilidad conocida.

La agrupación de datos obtenidos de cada variable en este experimento fue resumida mediante un análisis descriptivo utilizando al promedio como medida de tendencia y la desviación estándar y el coeficiente de variabilidad como medidas de variabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La digestibilidad de la materia seca de la harina de kudzu fue de 42.90% (Cuadro 1) y un alto coeficiente de variabilidad (13.09%). Rosales y Tang (1996) obtuvieron valores mayores (46.82%) usando el método de digestibilidad *in vitro*. Así mismo, Arce *et al.* (2003) encontraron valores de 56.18% utilizando la enzima celulasa proveniente del hongo *Penicillium funiculosum* y 58.81% con el método de digestibilidad *in vitro* de Tilley y Terry (1963). Por otro lado, Meza-Bone *et al.* (2012) determinaron en cuyes la digestibilidad *in vivo* de cuatro harinas de forrajeras arbustivas tropicales: morera (*Morus alba*), caraca (*Erythrina poeppigiana*), botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y cucarda (*Hibiscus rosasinensis*), donde la caraca obtuvo el 41-37% de digestibilidad de la materia seca, valor muy cercano al obtenido en este estudio para el kudzu tropical. En otro estudio, Guevara *et al.* (2008) reportan 76% de digestibilidad de la materia seca para la alfalfa en cuyes.

La digestibilidad de la materia seca (MS) y de la materia orgánica (MO) fue de 42.9 y de 40.56%, respectivamente. Esta digestibilidad resulta menor que la digestibilidad de otras leguminosas en cuyes, como la alfalfa y la malva con 77.42 y 77.18%, respectivamente (Aguirre, 2008) y al forraje seco de *Mucuna* con 66.13% (Sotelo *et al.*, 2020). Según Sotelo *et al.* (2020) y Ribeiro *et al.* (2014), la edad del forraje al momento del corte puede afectar la digestibilidad de la MO; así por ejemplo, los forrajes vegetativos tienen una mayor calidad nutricional que los pastos maduros, pero también un menor rendimiento de MS y un alto contenido de humedad (Ribeiro *et al.*, 2014). De igual forma, Hiep *et al.* (2008) encontraron una disminución de la proporción foliar y del contenido de proteína cruda, así como un aumento del contenido de materia seca y fibra detergente ácido (celulosa, lignina, cutina y sílica) con el incremento en el intervalo entre cortes del

kudzu tropical. Por otro lado, la MO de un forraje hace referencia a la cantidad de MS que este contiene, excluidos los minerales o materiales inorgánicos, los que generalmente son mínimos en los alimentos, pero por ser elementos metálicos tienen elevado peso molecular, lo cual en cierta forma puede repercutir en la digestibilidad de los alimentos (Narváez y Delgado, 2012).

La digestibilidad de la proteína fue de 81.07% (Cuadro 1), con un coeficiente de variabilidad de 5.4%. Este valor fue similar al encontrado por Meza-Bone *et al.* (2012) para la harina de caraca (82.14%), mientras que Guevara *et al.* (2008) reportan un valor de 86% para la alfalfa. Un alto porcentaje de la proteína de los forrajes está ligada a su fibra, lo que afecta su digestión y absorción. De manera general, la digestibilidad de la proteína se ve influenciada por la conformación de la proteína, ya que las proteasas atacan a las proteínas insolubles más lentamente que a las proteínas globulares solubles. Del mismo modo, la unión a ciertos metales, lípidos, ácidos nucleicos, celulosa u otros polisacáridos puede limitar parcialmente la digestibilidad, así como también el tamaño y superficie de la partícula donde se encuentran las proteínas (González *et al.*, 2007).

La digestibilidad del extracto etéreo fue de 71.70% (Cuadro 1) con una variabilidad alta de 10.74%; valor superior al determinado por Meza-Bone *et al.* (2012) para la harina de caraca (35.82%) y al reportado por Guevara *et al.* (2008) de 56% para la alfalfa. El extracto etéreo no refleja el verdadero valor nutricional de la fracción lipídica de los forrajes, ya que una parte importante está compuesta por sustancias insaponificables (ceras, clorofila, cutina, etc.) de nulo valor energético para los animales (Palmquist y Jenkins, 2003). La mayoría de los lípidos en los forrajes se encuentran en los cloroplastos y su proporción del peso seco de la planta decrece a medida que va madurando (Palmquist y Jenkins, 2003).

Cuadro 1. Energía digestible, nutrientes digestibles totales, análisis proximal y coeficientes de digestibilidad aparente de la harina de kudzu (*Pueraria phaseoloides*) (base seca)

	Subproducto de trigo (SPT) (%)	SPT + Harina de kudzu (%)	Harina de kudzu	
			(%)	Coefficiente de digestibilidad
Materia seca (%)				42.90
Proteína (%)	16.04	23.11	26.14	81.07
Grasa (%)	4.24	3.83	2.35	71.70
Fibra (%)	10.10	9.72	34.83	30.77
Cenizas (%)	5.71	18.53	8.53	74.18
ELN ¹ (%)	63.91	44.81	28.15	30.55
NDT ² (%)		44.26		
Energía digestible (kcal/kg)		1.979		

¹ Extracto libre de nitrógeno; ² Nutrientes digestibles totales

La digestibilidad de la fibra fue de 30.77% (Cuadro 1) y con un alto coeficiente de variabilidad (28.64%). El valor encontrado fue inferior al 77.29% estimado por Meza-Bone *et al.* (2012) para la harina de caraca, pero cercano al valor encontrado para la alfalfa (33%) por Guevara *et al.* (2008). En las especies tropicales, el valor nutritivo y la composición química se ve influenciada por el estado de madurez, disminuyendo el contenido de proteína e incrementando los niveles de fibra (González, *et al.*, 2011), lo que causa una disminución gradual en la digestibilidad. El contenido energético es inversamente proporcional a la edad de corte, lo que se debe a la menor presencia de almidones y mayor contenido de carbohidratos estructurales en las plantas maduras, lo que las vuelve menos digestibles (Godoy *et al.*, 2012). Así mismo, el contenido de energía y proteína están relacionados directamente con el desdoblamiento microbiano de la fibra (Narváez y Delgado, 2012).

La digestibilidad de ELN fue de 30.55 ± 21.66% (Cuadro 1); valor inferior al 76.62% encontrado para la caraca (Meza-Bone *et al.*, 2012) y de 85% para la alfalfa (Guevara *et al.*, 2008). El extracto libre de nitrógeno incluye los carbohidratos más solubles: azúcares, almidón y algunas hemicelulosas, de un alto porcentaje de digestibilidad. La clase de carbohidrato determina su valor como fuente de energía para el animal. El extracto libre de nitrógeno está inversamente relacionado con la cantidad de fibra presente en los forrajes, pues a medida que esta aumenta, los carbohidratos solubles irán en descenso (Hahn *et al.*, 2016). Por otro lado, la digestibilidad de la ceniza fue de 74.18 ± 6.89%; valor igualmente inferior al 91.68 reportado para la caraca (Meza-Bone *et al.*, 2012), aunque cercano al 76% indicado para la alfalfa (Guevara *et al.*, 2008).

El contenido de nutrientes digestibles totales (NDT) fue de 44.26%, valor que lo clasifica como un ingrediente fibroso. No

obstante, este valor fue menor al 60.2% del tallo del maíz chala (Castro y Chirinos, 1997) y al 61.49% de la Mucuna (Sotelo *et al.*, 2020). Por último, la energía digestible de la harina de kudzu fue de 1.98 Mcal/kg de materia seca, con una variabilidad entre unidades experimentales de 10.69%. Este contenido fue ligeramente inferior al estimado en Mucuna por Sotelo *et al.* (2020) de 2.61 Mcal/kg.

CONCLUSIONES

- Los coeficientes de digestibilidad de la materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, ceniza, extracto libre de nitrógeno y materia orgánica de la harina de kudzu tropical fueron de 42.9, 81.07, 71.70, 30.77, 74.18, 30.55 y 40.56%, respectivamente.
- La energía digestible obtenida por el método de diferencias fue de 1.98 Mcal/kg de materia seca.
- Los nutrientes digestibles totales (NDT) con base al 100% fueron de 44.26%.

LITERATURA CITADA

1. **Aguirre JP. 2012.** Determinación de la composición química y el valor de la energía digestible a partir de las pruebas de digestibilidad en alimentos para cuyes. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 86 p.
2. **[AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2012.** Official methods of analysis. 19th ed. Washington DC, USA.
3. **Akoutey A, Kpodekon MT, Bannelier C, Gidenne T. 2012.** Nutritive value of sun-dried *Pueraria phaseoloides* for rabbits under tropical conditions. World Rabbit Sci 20: 209-213. doi: 10.4995/wrs.2012.1230
4. **Arce C, Arbaiza T, Carcelén F, Lucas, O. 2003.** Estudio comparativo de la digestibilidad de forrajes mediante dos métodos de laboratorio. Rev Inv Vet Perú 14: 7-12. doi: 10.15381/rivep.v14i1.1586
5. **Barrera A, Avellaneda J, Tapia E, Peña M, Molina C, Casanova L. 2015.** Composición química y degradación de cuatro especies de *Pennisetum* sp. Ciencia y Tecnología 8: 13-27.
6. **Carvalho da Paz C, Coutinho do Rêgo A, Faturi C, de Souza Rodrigues LF, Rodrigues Filho JA, de Souza PH, Mesquita Conceição. D. 2016.** Tropical kudzu as a protein source in sheep diets. Semina Ciencias Agrarias 37: 933-946.
7. **Caprita R, Caprita A, Cretescu I, Ursulescu G, Nicu, V. 2013.** Estimation of *in vitro* dry matter solubility and protein digestibility of barley grains. Lucrări Stiintifice-Seria Zootehnie 60: 232-235.
8. **Crampton EW, Harris LE. 1974.** Nutrición animal aplicada. Zaragoza, España: Acribia. 756 p.
9. **Godoy Espinoza V, Barrera Alvarez A, Vivas Moreira R, Quintana Zamoral J, Peña Galeas M, Villota González L, Casanova Ferrín L, Avellaneda Cevallos J. 2012.** Evaluación fenológica y digestibilidad *in vivo* de la leguminosa forrajera (*Arachis pintoi*) en diferentes edades de corte. Ciencia y Tecnología 5(2): 7-16.
10. **González L, Téllez A, Sampedro JG, Nájera H. 2007.** Las proteínas en la nutrición. RESPYN 8(2): 1-7.
11. **González I, Betancourt M, Fuenmayor A, Lugo M. 2011.** Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto elefante (*Pennisetum* sp.) en el noroccidente de Venezuela. Zootec Trop 29: 103-112.
12. **Guevara P, Claeys T, Janssens GPJ. 2008.** Apparent digestibility in meat-type guinea pigs as determined by total collection or by internal marker. Vet Med 53: 203-206.

13. **Hahn CM, Grajales A, Narváez W. 2016.** Coeficiente de digestibilidad aparente de plantas forrajeras comunes en zona andina para alimentación de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). *Inform Tecnol* 27(4): 63-72.
14. **Heuzé V, Tran G, Hassoun P, Bastianelli D, Lebas F. 2016.** Tropical kudzu (*Pueraria phaseoloides*). *Feedipedia*. [Internet]. Disponible en: <http://www.feedipedia.org/node/257>
15. **Hiep NV, Wiktorsson, H, Man NV. 2008.** The effect of cutting interval on foliage yield and chemical composition of tropical kudzu (*Pueraria phaseoloides*) cultivated as cover-crop in rubber plantation. *Livestock Res Rural Develop (Suppl. 20)*. [Internet]. Available in: <http://www.lrrd.org/lrrd20/supplement/hiep1.htm>
16. **Lebas F. 2013.** Feeding strategies for small and medium scale rabbit units. In: 3rd Conference of Asian Rabbit Production Association. Bali, Indonesia. [Internet]. Disponible en: <http://www.cuniculture.info/Docs/Documentation/Publication/Lebas/2010-2020/2013-Lebas-Rabbit%20Feeding%20strategy-full-text-F.Lebas.pdf>
17. **Meza GA, Cabrera RP, Morán JJ, Meza FF, Cabrera CA, Meza CJ, Meza JS, et al. 2014.** Mejora de engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L) a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo, Ecuador. *Idesia* 32: 75-80. doi: 10.4067/S0718-34292014000300010
18. **Meza-Bone GA, Sánchez-Laiño AR, Meza-Chica MA, Meza-Bone CJ, Franco-Suescum NG, Avellaneda-Cevallos JH, Estupiñán-Véliz KA, et al. 2012.** Digestibilidad *in vivo* de forrajeras arbustivas tropicales para la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* Linnaeus), en el litoral ecuatoriano. *Vet Zootec* 6: 8-16.
19. **[MINAGRI] Ministerio de Agricultura y Riego. 2019.** Potencial del mercado internacional para la carne de cuy [Internet]. http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/lciencia/101/mercado_interno_carne_cuy.pdf
20. **[INEI] Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). 2017.** [Internet]. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1593/
21. **Monteiro EM, Lourenco JB, Garcia A, Nahum B, dos Santos N, Ferreira GD. 2012.** Consumption and apparent digestibility of the dry matter, organic matter and crude protein of the *Pueraria phaseoloides* (Roxb) benth for ovines. *Semin-Cienc Agrar* 33: 417-426. doi: 10.5433/1679-0359.2012v33n1p417
22. **Narváez J, Delgado J. 2012.** Valoración de la técnica *in vivo* aparente para la determinación de la digestibilidad de forrajes en cuyes (*Cavia porcellus*). *Rev Invest Pec* 1: 16-24.
23. **Palmquist DL, Jenkins TC. 2003.** Challenges with fats and fatty acids methods. *J Anim Sci* 81: 3250-3254. doi: 10.2527/2003.81123250x
24. **Ribeiro G, Teixeira A, Velasco F, Faria W, Pereira L, Chaves A, Gonçalves L, et al. 2014.** Production, nutritional quality and *in vitro* methane production from *Andropogon gayanus* grass harvested at different maturities and preserved as hay or silage. *Asian Austral J Anim* 27: 330-341. doi: 10.5713/ajas.2013.13161
25. **Rosales JM, Tang T. 1996.** Composición química y digestibilidad de insumos alimenticios de la zona de Ucayali. *Folia Amazónica* 8: 13-27.
26. **Sánchez A, Torres E, Meza G, Estupiñán K, Torres Y, Barrera A, Mackencie Y, López L. 2012a.** Efecto de dos leguminosas y banano maduro en la producción y reproducción de conejos Nueva Zelanda. *Ciencia y Tecnología* 5: 27-31.
27. **Sánchez A, Zambrano D, Torres E, Meza G. 2012b.** Forrajeras tropicales y banano maduro (*Musa paradisiaca*) en

- el engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L) en el Cantón Quevedo. Actas Iberoam Conserv Anim 2: 287-290.
28. **Sánchez R, Silva M, Jiménez R, Zea, O.** Efecto de desinfectantes químicos y extractos de plantas sobre la carga bacteriana en carcasas de cuyes (*Cavia porcellus*). Rev Inv Vet Perú 26: 235-244. doi: 10.15381/rivep.v26i2.
29. **Sotelo A, Contreras C, Norabuena E, Castañeda R, van Heurck M, Bullón L. 2016.** Digestibilidad y energía digestible de cinco leguminosas forrajeras tropicales. Rev Soc Quím Perú 82: 306-314.
30. **Sotelo A, Valenzuela R, Césare MF, Alegría C, Norabuena E, Gonzáles T, Paitan E, et al. 2020.** Determinación de la digestibilidad y energía digestible del forraje seco de mucuna (*Mucuna pruriens*) en cuyes. Rev Inv Vet Perú 31(1). e17537. doi: 10.15381/rivep.v31i1.17537
31. **Tilley JMA, Terry RA. 1963.** A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Grass Forage Sci 18: 104-111. doi: 10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x