

DOI:10.18684/BSAA(14)87-94

## DIGESTIBILIDAD DE LA HARINA DE GUANDÚL (*Cajanus Cajan*) EN ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE ENGORDE

## FLOUR DIGESTIBILITY OF PIGEON PEA (*Cajanus Cajan*) BROILER CHICKEN GROWTH

## DIGESTIBILIDADE DA FARINHA DE GUANDÚL (*Cajanus cajan*) EM ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

JULIANA ISABEL CARVAJAL-TAPIA<sup>1</sup>, CARLOS AUGUSTO MARTÍNEZ-MAMIAN<sup>1</sup>,  
NABRY YULIETH TRUQUE-RUIZ<sup>2</sup>

### RESUMEN

*Con el objetivo de evaluar la digestibilidad aparente del alimento y la proteína de dietas con inclusión de harina de grano de guandúl como fuente alternativa de alimentación para pollos de engorde, se utilizaron 96 animales machos recriados de la línea Cobb 500 distribuidos en 16 jaulas metabólicas, empleando un diseño experimental completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos, cuatro repeticiones y seis animales por unidad experimental, donde los tratamientos fueron 4 dietas iso-protéicas e iso-energéticas con niveles de inclusión de 0, 10, 20 y 30% de harina de guandúl. En los resultados se observó diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0,05$ ) en la etapa inicial, los tratamientos T0 y T1 fueron estadísticamente diferentes a los tratamientos con mayor inclusión de guandúl T2 y T3. En la etapa final los tratamientos T0 y T1 fueron iguales estadísticamente diferenciándose de los tratamientos T2 y T3 entre los cuales no se presentó diferencias estadísticas significativas. En la etapa final de la alimentación de pollos se puede incluir hasta el 10% de harina de guandúl como fuente protéica sin presentar diferencias estadísticas significativas de las digestibilidades aparentes del alimento y de la proteína.*

**Recibido para evaluación:** 28 de Octubre de 2015. **Aprobado para publicación:** 25 de Febrero de 2016

1 Fundación Universitaria de Popayán, Programa de Administración de empresas Agropecuarias, Grupo de Investigación Producción Agropecuaria Sostenible (GINPAS). M.Sc. Popayán, Colombia.

2 Administradora de empresas Agropecuarias, Fundación Universitaria de Popayán. Popayán, Colombia.

**Correspondencia:** juliana.carvajal@fup.edu.co

## ABSTRACT

*With the objective of evaluate the apparent digest of foodstuff and protein of diets with the inclusión of guandul grain flour as an alternative source for broiler chicken growth, there were used 96 male animals of the Cobb 500 line distributed in 16 metabolic cages, using an experimental design completely at random (DCA) with four treatments, four repetitions and six animals per experimental unit, the treatments were 4 diets iso-protein and iso-energetic with levels of inclusión of 0, 10, 20 and 30% of guandul flour. In the results there were observed different meaningful statistics ( $p \leq 0,05$ ) in the starter phase, the treatments T0 and T1 were statistically different from treatments with bigger guandul inclusion T2 y T3. In the ended phase the treatments T0 and T1 were equal statistically, being different from treatments T2 and T3 in which there were not meaningful differences of statistics. In the ended phase of the chicken diet it may even include a 10% of guandul flour as a protein source without affecting negatively in the apparent digest of the food and protein.*

## RESUMO

*Com o objetivo de validar a digestibilidade aparente do alimento e a proteína de dietas com inclusão de farinha de grano de guandul como fonte alternativa de alimentação para frangos de corte, se utilizaram 96 animais machos recriados da línea Cobb 500 distribuídos em 16 gaiolas metabólicas, empelando um delineamento experimental inteiramente casualizado (DCA) com quatro tratamentos, quatro repetições e seis animais por unidade experimental, donde os tratamentos foram quatro dietas isso-proteicas e isso-energéticas com niveles de inclusão de 0, 10, 20 y 30% de farinha de guandul. Nos resultados se observo diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0,05$ ) na etapa inicial, os tratamentos T0 e T1 foram estatisticamente diferentes a os tratamentos com maior inclusão de guandul T2 e T3. Na etapa final os tratamentos T0 y T1 foram iguaes estatisticamente diferenciando-se de os tratamentos T2 y T3 entre os caules não se presento diferencias estadísticas significativas. Na etapa final da alimentação de frangos pode incluir hasta o 10% de farinha de guandul como fonte proteica sim presentar diferencias estadísticas significativas das digestibilidades aparentes do alimento e da proteína.*

## INTRODUCCIÓN

La actividad avícola en Colombia en las últimas décadas ha venido creciendo, mostrando incrementos productivos que abastecen los mercados nacionales y generando algunos excedentes para países vecinos [1] esta actividad productiva ha logrado una buena participación en el producto interno bruto nacional (PIB), representando más del 33% de la producción pecuaria y el 13% del PIB agropecuario. De igual forma el consumo per cápita de 29,5 kg [2] de carne de pollo fue el más alto en el milenio.

Por otra parte el espacio requerido para la producción de carne de pollo permite que esta actividad produzca una de las principales fuentes de alimento para la zona rural, siendo un renglón importante en la seguridad

## PALABRAS CLAVE:

Materia prima no convencional, Leguminosa, Conversión alimenticia, Factores antinutricionales, Avicultura.

## KEY WORD:

No conventional material, Legume, feed conversion, Antinutritional factors, Poultry.

## PALAVRAS-CHAVE:

Matéria prima não convencional, Leguminoso, Alimenticia conversão, Fatores antinutricionais, Avicultura.

alimentaria del país [3], y en el que la población rural ha visto una buena oportunidad económica en el desarrollo de esta actividad productiva.

En el departamento del Cauca existen campesinos dedicados a la pequeña y mediana producción de pollo, que abastecen las plazas de mercado locales. La rentabilidad de estos productores locales se ha visto afectada, porque el número de aves manejado no es suficiente para alcanzar niveles aceptables de utilidad y los altos costos que se incurre con la compra de alimentos concentrados, han contribuido que la actividad avícola en el sector rural sea menos rentable siendo excluido de los modelos productivos industrializados.

El guandúl (*Cajanus cajan*) es una leguminosa arbustiva caracterizada por el alto valor nutricional, versatilidad agronómica, de múltiples usos, que además puede contribuir a la sostenibilidad alimentaria en regiones tropicales y subtropicales [4]. Por los beneficios nutricionales y medicinales se considera al guandúl como un alimento funcional para los humanos [5]. En la alimentación animal se ha destacado su uso en rumiantes, no obstante diferentes factores como desbalance de metionina en las dietas preparadas con guandúl, la presencia de metabolitos secundarios, las diferentes variedades (colores) y tratamientos tecnológicos aplicados a la semilla genera limitantes en la alimentación de aves. [6] Aprovechando la adaptación del guandúl en la región tropical y las características nutricionales, este cultivo puede ser una alternativa, para responder a la necesidad de los campesinos de minimizar los costos de producción de concentrados.

Se han realizado diversos estudios, donde se incluye al guandúl en la dieta de diferentes animales por ejemplo, en peces como *Clarias gariepinus* el grano de guandúl puede sustituir la soya y reducir costos de producción [7], en gallos la inclusión en la dieta hasta 50 g/kg puede ser incluido sin afectar respuesta en el crecimiento [8]. En pollos en finalización la inclusión de guandúl puede ser hasta un 30% sin afectar ganancia de peso [9]. Sin embargo la utilización en monogástricos no son en altas cantidades, debido a que este tipo de grano tiene factores antinutricionales que puede reducir la digestibilidad y afectar los parámetros productivos [10]

Considerando la problemática de los pequeños avicultores del departamento del Cauca y las características agronómicas y nutricionales del guandúl se evaluó la digestibilidad de la harina de guandúl en diferentes ni-

veles de inclusión bajo un tratamiento térmico, en dietas para pollos de engorde, con el propósito de potencializar el uso de *Cajanus cajan* como materia prima no convencional en la alimentación animal.

## MÉTODO

La investigación fue desarrollada en la Finca de la Fundación Universitaria de Popayán, municipio de Timbío Departamento del Cauca; con temperatura entre 16°C y 23°C, localizada a una latitud Norte de 2° 23' 11.3" y una longitud Oeste de 76° 39' 16.1", a una altura sobre el nivel del mar de 1.851 m.

Se utilizaron jaulas metabólicas con dimensiones; 1,25 m de largo por 80 cm de ancho y 50 cm de alto. Cada jaula conto con un comedero lineal, un bebedero tipo niple con copa y dos bandejas de aluminio para la recolección de heces. El galpón contaba con ventilación natural manejada con un muro de esterilla lateral (80 cm) terminado en malla y recubierto con una cortina de polipropileno; techo en hoja de zinc y piso en cemento. Se utilizaron 96 pollos machos criados de la línea Cobb 500, con doce días de edad, distribuidos al azar en 16 jaulas, donde se les suministró una cantidad determinada de alimento balanceado, (Cuadro 1) de acuerdo a los requerimientos de la etapa de iniciación y finalización. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos, cuatro repeticiones y seis animales por unidad experimental. Los tratamientos fueron:

- **T0:** (Testigo) dieta balanceada con 0% de inclusión de harina de guandúl.
- **T1:** Dieta balanceada con 10% de inclusión harina de guandúl.
- **T2:** Dieta balanceada con 20% de inclusión harina de guandúl.
- **T3:** Dieta balanceada con 30% de inclusión harina de guandúl.

El grano de guandúl utilizado en la elaboración de las dietas experimentales fue tratado con un tratamiento térmico, con agua en ebullición por 10 minutos.

Para evaluar la digestibilidad in vivo de la dieta, el concentrado fue marcado con Óxido crómico ( $Cr_2O_3$ ) al 0,2%, se alimentó los animales durante dos días y al tercer día fue recolectada la muestra de heces; la recolección para evaluar la etapa de iniciación fue a los 19 días de edad, y en la etapa de finalización fue a los 40 días

**Cuadro 1.** Materias primas, cantidad utilizada y composición química de las dietas experimentales.

Materia prima	Cantidades en Kg.							
	Etapa Iniciación				Etapa Finalización			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
Harina de pescado	1,47	1,47	1,47	1,47	3,08	3,42	3,42	3,42
Torta de soya	6,03	5,27	4,46	3,54	12,67	9,59	6,85	4,79
Guandúl	0,00	2,62	5,25	7,87	0,00	6,85	13,70	20,55
Maíz	17,58	15,61	13,64	11,73	48,77	44,52	41,10	35,62
Fosfato bicálcico	0,13	0,13	0,13	0,08	0,21	0,21	0,21	0,14
L – Lisina	0,07	0,07	0,04	0,03	0,15	0,10	0,07	0,06
DL – Metionina	0,04	0,05	0,05	0,06	0,08	0,10	0,11	0,13
Aceite de palma	0,00	0,00	0,26	0,39	0,68	0,89	1,03	1,58
Carbonato de calcio	0,29	0,29	0,29	0,30	0,60	0,62	0,60	0,65
Premezcla vitaminas y minerales	0,34	0,34	0,34	0,34	0,82	0,82	0,82	0,82
Sal común	0,05	0,00	0,05	0,05	0,34	0,34	0,00	0,05
Bentonita	0,23	0,38	0,25	0,37	1,08	1,03	0,59	0,68
<b>Composición Nutricional</b>								
Materia seca (%)	94,44	94,33	94,12	94,17	92,63	90,19	92,8	92,75
Extracto etéreo (%)	2,76	2,83	3,8	4,11	4,07	4,68	4,95	6,17
Proteína (%)	19,62	20,95	21,12	19,93	18,2	17,3	17,2	17,4
Fibra (%)	1,93	3,04	3,88	3,97	1,87	4,51	2,72	1,14
Energía bruta (Kcal/KgMS)	4190	3920	4020	4060	4270	4370	4340	4380
*Energía Metabolizable EM (Kcal/KgMS)	2430,2	2273,6	2331,6	2354,8	2476,6	2534,6	2517,2	2540,4

\*EM = EB\*58% [11]

de edad; las heces fueron recolectadas en bolsas ziploc, marcadas y almacenadas en congelador entre -15°C a -20°C y enviadas al laboratorio “Bromatología – Abonos Orgánicos”, de la Universidad de Nariño para realizarle el respectivo análisis de composición nutricional.

Las dietas y las heces fueron analizadas para determinar su composición proximal según metodologías de la AOAC [12] y Energía Bruta (EB) de las dietas utilizando bomba calorimétrica adiabática Parr 1341. El contenido de Cromo (Cr) en las dietas experimentales y en las heces se determinó por el método de

digestión ácida seguida de lectura en espectrofotómetro a 350 nm [13].

Para el cálculo de los Coeficientes de Digestibilidad Aparente del alimento (DAA) y de la Digestibilidad Aparente de la Proteína (DAP) fueron determinados teniendo en cuenta las siguientes ecuaciones:

DAA: Digestibilidad aparente del alimento

$$DAA\% = 100 - 100 \times \left( \frac{\% Cr_2O_3 \text{ en la dieta}}{\% Cr_2O_3 \text{ en las heces}} \right)$$

(Ec. 1)

DAP: Digestibilidad de la proteína cruda

$$DAP\% = 100 - 100 \times \left( \frac{\% Cr_2O_3 \text{ en la dieta}}{\% Cr_2O_3 \text{ en las heces}} \right) * \left( \frac{\text{Proteína en la Heces}}{\text{Proteína en alimento}} \right)$$

(Ec. 2)

Los resultados obtenidos del laboratorio fueron organizados en una matriz de excel, posteriormente se calcularon los parámetros de digestibilidad de acuerdo a las ecuaciones previamente descritas, los datos obtenidos fueron evaluados mediante la aplicación del análisis de varianza (ANOVA), teniendo en cuenta el diseño experimental utilizado con un nivel de significancia al 5%, utilizando el paquete estadístico SAS versión 9. Una vez revelado diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, se realizó la prueba de promedio según Duncan.

## RESULTADOS

### Digestibilidad aparente del alimento inicial y final

La digestibilidad aparente del alimento (DAA) como la digestibilidad de la proteína (DAP) en la etapa inicial presentaron igual comportamiento, observándose diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0,05$ ), los tratamientos T0 y T1 fueron diferentes a los tratamientos con mayor inclusión de guandúl T2 y T3 (figura 1). Se presenta una disminución de la DAA en 17,44 y 19,71 puntos porcentuales para T2 y T3 respectivamente y de la DPC en 8,72 y 8,29% para T2 y T3 respectivamente, teniendo como referente el tratamiento testigo; es de anotar que la digestibilidad de la proteína del T1

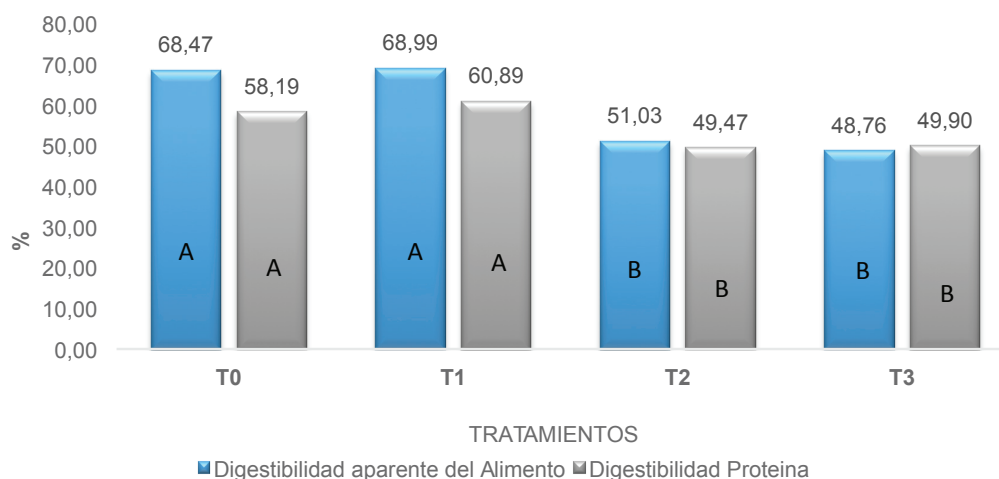
(60,89%) fue mayor al T0 (58,19%) sin presentar diferencias estadísticas significativas.

Teniendo en cuenta que la cantidad y calidad de proteína de la dieta es uno de los aspectos importantes a tener en cuenta en la alimentación de pollos en etapa inicial, debido a que los requerimientos nutricionales especialmente en proteína y aminoácidos son mayores en esta etapa [14], se puede asociar el comportamiento de la DAA y DAP posiblemente a los metabolitos secundarios o factores antinutricionales (FAN) presentes en el grano de guandúl especialmente los inhibidores de proteasa (tripsina y quimiotripsina) [15] pudieron haber influido de forma negativa en las digestibilidades, provocando mayor impacto cuando los niveles de inclusión de harina de guandúl en la dieta fueron superiores al 20%, aunque Amaefule et al [16] indican que el contenido de FAN en grano de guandúl no son tan altos como los de otras leguminosas tropicales, se podría trabajar con una inclusión del 40% en esta etapa sin causar efectos letales.

Por otra parte se puede considerar que la presencia de FAN puede afectar la disponibilidad de aminoácidos limitantes para pollos como lisina y metionina lo que influye en la digestibilidades, por lo tanto si se suplementa la dieta especialmente con metionina este compensa la acción negativa de los FAN [16] alcanzando parámetros productivos adecuados o comparables con las dietas que no tienen guandúl.

Tanto la DAA como la DAP en la etapa final aumentó en todos los tratamientos, sin embargo, al incluir

Figura 1. Digestibilidad aparente del alimento y proteína de la etapa inicial.



guandúl en las dietas, la DAA fue disminuyendo (figura 2), sin presentarse diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos T0 y T1 y entre los tratamientos T2 y T3.

La DAP en la etapa final presentó diferencias estadísticas significativas entre el tratamiento testigo (T0) y los tratamientos con inclusión de guandúl, presentándose una disminución en la digestibilidad a medida que se incrementaba el porcentaje de inclusión, disminuyendo en un 10,06, 10,55 y 15,36% para el T1, T2 y T3 respectivamente con respecto al tratamiento testigo.

Las DAA y DAP obtenidas en la etapa final fueron más bajas que las obtenidas con otros granos de leguminosas, Vivas [17] reporta digestibilidades con dietas que incluyen el 30% de grano de caupí (*Vigna unguiculata*) de 73,7% y 70,2% para DAA y DPC respectivamente.

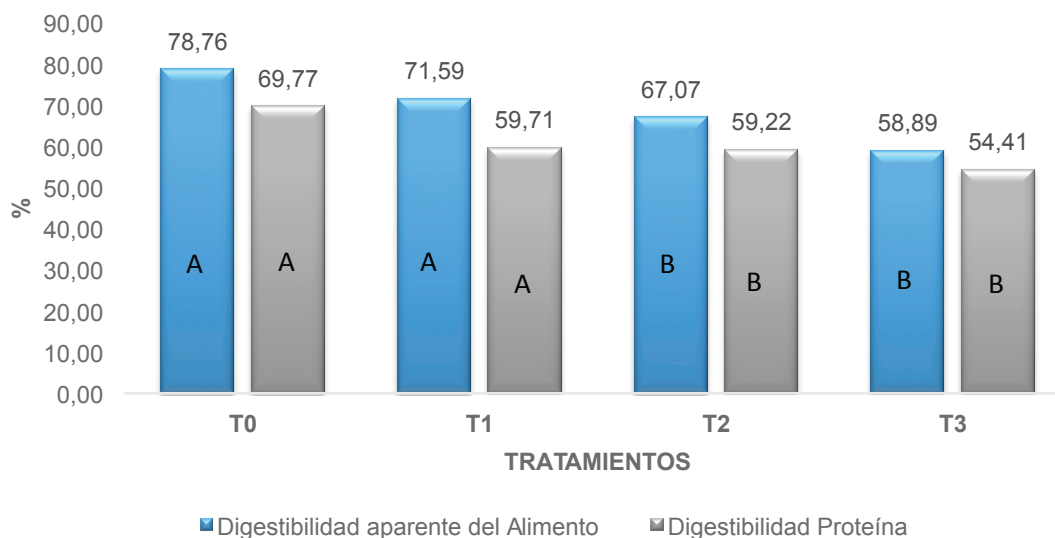
En la etapa final los metabolitos secundarios presentes en el grano de guandúl probablemente actúan como FAN que afectan la digestibilidad y disponibilidad de proteínas, carbohidratos y minerales entre otros [15], estos a su vez, pueden provocar una aceleración del paso del alimento disminuyendo el coeficiente de digestibilidad del alimento. Por otro lado se argumentan que la presencia de metabolitos secundarios aunque en baja proporción, puede alterar la digestibilidad de la proteína de un alimento [18, 19, 20].

Igualmente al considerar los parámetros productivos de pollos de engorde alimentados con guandúl Sánchez y Truque [21] evaluaron niveles de inclusión del 10, 20 y 30% encontrando diferencias estadísticas significativas en la conversión alimenticia, viéndose afectada al aumentar los niveles de inclusión reportando una conversión de 4,5 al incluir el 30% de harina de grano de guandúl en la dieta. Teniendo en cuenta estos resultados se puede decir que la DAA y DAP afecta las conversiones alimenticias.

Al comparar los resultados de digestibilidad en la etapa inicial (3 semanas de edad) con la etapa final (6 semanas de edad) se puede observar que los FAN presentes en el grano de guandúl, pueden tener mayor incidencia en la digestibilidad del alimento y la proteína en animales jóvenes, posiblemente debido al bajo desarrollo del tracto digestivo [22] y por ende la asimilación y tolerancia a FAN incrementan con periodo de acostumbramientos de la dieta y edad del animal, por ejemplo, en un investigación reportada por Cepeda [23] quien evaluó inclusión de guandúl en codornices hasta las 12 semanas de edad se destaca que la mejor conversión alimenticia se obtuvo cuando la inclusión fue del 10% de harina de guandúl, con un promedio de 4,01, seguido por el testigo, 0% con 4,08.

Finalmente, la presencia de FAN puede interferir directamente en la disponibilidad de aminoácidos esenciales como lisina y metionina y por ende afectar directamente no solo los parámetros productivos [21]

**Figura 2.** Digestibilidad aparente del alimento y proteína de la etapa final.



sino también la digestibilidad aparente del alimento y proteína, por lo tanto, en este tipo de concentrados es necesario tener en cuenta el balance de aminoácidos especialmente metionina [6] como Amaefule et. al. [16] sugiere que las dietas con inclusión del 30% de guandúl debe ser suplementada con metionina y la inclusión del 40% se debe suplementar con lisina y metionina.

## CONCLUSIONES

En la alimentación de pollos de engorde en etapa final se puede incluir hasta el 10% de harina de guandúl como fuente proteica sin presentar diferencias estadísticas significativas de las digestibilidades aparentes del alimento y de la proteína. Por lo tanto, se puede considerar al grano de guandúl como una alternativa alimenticia para los sistemas productivos de pequeños productores.

En la etapa final de los pollos, la digestibilidad de las dietas con guandúl aumentan con respecto a la etapa inicial, sin embargo, al aumentar niveles de inclusión de guandúl la digestibilidad aparente del alimento como de la proteína tiende a disminuir, posiblemente por la presencia de factores antinutricionales presentes en el grano de guandúl.

## REFERENCIAS

- [1] DÍAZ, M. Documentos de trabajo sobre economía regional [online]. 2014. Disponible:[http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura\\_finanzas/pdf/dtser\\_214.pdf](http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/dtser_214.pdf) [citado 16 de septiembre de 2015].
- [2] FENAVI. Estadísticas - Consumo per cápita [online]. 2014. Disponible: [http://fenavi.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2160&Itemid=556](http://fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2160&Itemid=556) [citado 14 de septiembre de 2015].
- [3] FINAGRO. Perspectiva del sector agropecuario colombiano [online]. 2014. Disponible:[https://www.finagro.com.co/sites/default/files/Perspectivas\\_Agropecuarias-v5.pdf](https://www.finagro.com.co/sites/default/files/Perspectivas_Agropecuarias-v5.pdf) [citado 14 de septiembre de 2015].
- [4] KHOURY, C., CASTAÑEDA-ALVAREZ, N., ACHICANOY, H., SOSA, C., et al. Crop wild relatives of pigeonpea (*Cajanus cajan*): Distributions, ex situ conservation status, and potential genetic resources for abiotic stress tolerance. *Biological Conservation*, 184, 2015, p. 259-270.
- [5] OGBUNUGAFOR, H., IGWO-EZIKPE, M., IGWILO, I., SALISU, T., et al. . *Cajanus cajan*: Potentials as Functional Food. *The Bioscientist*, 1(2), 2013, p. 119-126.
- [6] EMEFLENE, M., JOSHUA, V., NWADIKE, C., YAROSON, A. et al. Profitability analysis of Pigeon pea (*Cajanus cajan*) production in Riyom LGA of Plateau State. *International Letters of Natural Sciences*, (18), 2014, p. 73-88.
- [7] HAMMED, A., AMOSU, A. and FASHINA-BOMBATA, H. Effect of partial and total replacement of soybean meal with pigeon pea (*Cajanus cajan*) as alternative plant protein source in the diet of juveniles African Mudcatfish *Clarias gariepinus*. *The Journal of Food Technology, Photon* (105), 2013, p. 139-145.
- [8] OSO, A.O., IDOWU, O.M., JEGEDE, A.V., OLA-YEMI, W.A., et al. Effect of dietary inclusion of fermented pigeon pea (*Cajanus cajan*) meal on growth, apparent nutrient digestibility and blood parameters of cockerel chicks. *Tropical Animal Health and Production*, 44(7), 2012, p. 1581-1586.
- [9] IGENE, F., ISIKA, M., OBOH, S. and EKUNDA-YO, D. Replacement Value of Boiled Pigeon Pea (*Cajanus cajan*) on growth performance, carcass and haematological responses of broiler chickens. *Asian Journal of Poultry Science*, (6), 2012, p. 1-9.
- [10] MARTENS, S., TIEMANN, T., BINDELLE, J., PETERS, M. and LASCANO, C. Alternative plant protein sources for pigs and chickens in the tropics – nutritional value and constraints: a review. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics (JARTS)*, 113, 2013, p. 101-123.
- [11] MAYNARD, L., LOOSLI, J., HINTZ, H. y WARNER, R. *Nutrición animal*. 7 ed. México D.F. (México): McGraw-Hill, 1989, 640 p.
- [12] AOAC INTERNATIONAL. *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* [online]. 2012. Disponible: [http://www.aoac.org/iMIS15\\_Prod/AOAC\\_Member/PUBSCF/OMACF/OMAP\\_M.aspx?&WebsiteKey=2e25ab5a-1f6d-4d78-a498-19b9763d11b4&hkey=5142c478-ab50-4856-8939-a7a491756f48&CCO=4](http://www.aoac.org/iMIS15_Prod/AOAC_Member/PUBSCF/OMACF/OMAP_M.aspx?&WebsiteKey=2e25ab5a-1f6d-4d78-a498-19b9763d11b4&hkey=5142c478-ab50-4856-8939-a7a491756f48&CCO=4). [citado 14 de julio de 2015].
- [13] FURUKAWA, A. e TSUKAHARA, H. Método de digestão ácida para determinação do óxido crômico usado como substância indicadora nos estudos

- de digestibilidad dos alimentos para peixes. Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish, 32, 1966, p. 502-506.
- [14] ROSTAGNO, H., TEIXEIRA, L., LOPES, J., GOMES, P, et al. Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos. 3 ed. Vicosa (Brasil): Universidad Federal de Vicosa, Rostagno, 2011, 259 p.
- [15] NAVARRO, C., RESTREPO, D. y PEREZ, J. El guandul (*Cajanus cajan*) una alternativa en la industria de los alimentos. Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial, 12(1), 2014, p. 197-206.
- [16] AMAEFULE, K., UKPANA, U. and IBOK, A. Performance of Starter Broilers Fed Raw Pigeon Pea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] Seed Meal Diets Supplemented with Lysine and or Methionine. International Journal of Poultry Science, 10, 2011, p. 205-211.
- [17] VIVAS, N. Caupi (*Vigna unguiculata*) y Canavalia (*Canavalia brasiliensis*) como materias primas no convencionales en alimentación de pollos de engorde [Tesis Ph.D en Ciencias Agrarias]. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2014, 80 p.
- [18] HEINRITZ, S., HOEDTKE, S., MARTENS, S., PETERS, M., et al. Evaluación de diez leguminosas forrajeras tropicales por su potencial como suplemento de alimentación del cerdo. Ganadería e Investigación para el Desarrollo Rural, 24(1), 2012.
- [19] MAIA, F., OLIVEIRA, J., MATOS M., MOREIRA, R., et al. Proximate composition, amino acid content and haemagglutinating and trypsin-inhibiting activities of some Brazilian *Vigna Unguiculata* (L) walp cultivars. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80, 2000, p. 453-458.
- [20] CARVAJAL, J. Digestibilidad *in vitro* prececal y cecal de plantas forrajeras tropicales para la nutrición de cerdos [Tesis MSc Ciencias Agrarias]. Palmira (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2010, 80 p.
- [21] SANCHEZ, J. y TRUQUE, Y. Evaluación de la inclusión de harina de guandul (*Cajanus cajan*) en la alimentación de pollos de engorde [Tesis pregado Administrador de empresas agropecuarias]. Popayán (Colombia): Fundación Universitaria de Popayán, Facultad Ciencias Económicas, Contables y Administrativas, 2015, 90 p.
- [22] DIBNER, J. and RICHARDS, J. The Digestive System: Challenges and Opportunities. Poultry Science Association, 13, 2004, p. 86-93.
- [23] CEPEDA M. Elaboración de un balanceado alternativo con el empleo de harina de *Cajanus cajan* (gandul) en el crecimiento y postura de la codorniz en La Maná [Tesis previo Médico Veterinario y Zootecnista]. Cotopaxi (Ecuador): Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, 2013, 160 p.