

Nota técnica

INCLUSIÓN DE *Vigna unguiculata* Y *Musa spp.* PARA ALIMENTACIÓN ALTERNATIVA EN POLLOS DE ENGORDE

Juan Pablo Uzcátegui-Varela^{1*}, Karen Collazo-Contreras², Edilmer Guillén-Molina³

Palabras clave: Avicultura; dieta alternativa; inclusión parcial; nutrición de aves.

Keywords: Poultry farming; alternative diet; partial inclusion, bird nutrition.

Recibido: 16/08/2019

Aceptado: 18/11/2019

RESUMEN

Introducción. La avicultura moderna demanda el desarrollo de estrategias alimenticias que incrementen el nivel de sostenibilidad en las parvadas, lo cual ha generado interés por incluir ingredientes no tradicionales en las dietas para aves. **Objetivo.** Evaluar el efecto de la inclusión parcial de frijol caupí (*Vigna unguiculata*) y plátano (*Musa spp.*) sobre parámetros zootécnicos de pollos de engorde. **Materiales y métodos.** Se formuló una dieta isoprotéica (20% PC) e isocalórica (3,7 kcal ED/g) para alimentar durante 42 días 160 pollitos Cobb 500, con sustitución parcial de 0; 18; 20 y 22% el alimento concentrado (AC) por una mezcla experimental (ME) de *V. unguiculata* y *Musa spp.* Las aves fueron distribuidas al azar en 16 corrales según los tratamientos (T): T0: 100% AC; T1: 82% AC + 18% ME; T2: 80% AC + 20% ME y, T3: 78% AC + 22% ME y 4 repeticiones. Para evaluar la respuesta productiva, se consideraron los parámetros ganancia total de peso (GTP), ganancia

ABSTRACT

Inclusion of *Vigna unguiculata* and *Musa spp.* as an alternative feeding strategy in broiler chicken. Introduction. The modern poultry demands the development of feeding strategies that increase the level of sustainability in flocks, which has generated interest in including non-traditional ingredients in poultry diets. **Objective.** To assess the effect of partial inclusion of cowpea bean (*Vigna unguiculata*) and banana (*Musa spp.*) on zootechnical parameters of broilers chicken. **Materials and methods.** An isoproteic diet (20% CP) and isocaloric (3.7 kcal ED/g) to feed 160 Cobb 500 chicks for 42 days, with partial replacement of 0; 18; 20 and 22% the concentrated food (CF) by a experimental mixture (EM) of *V. unguiculata* and *Musa spp.* The birds were randomly distributed in 16 farmyards according to treatments (T): T0: 100% CF; T1: 82% CF + 18% EM; T2: 80% CF + 20% EM and T3: 78% FC + 22% EM and 4 repetitions. For evaluate the productive response

* Autor para correspondencia. Correo electrónico: uzcateguij@unesur.edu.ve

1 Universidad Nacional Experimental Sur del Lago "Jesús María Semprum", Núcleo La Victoria, Mérida, Venezuela.
 0000-0001-7602-1332.

2 Universidad Nacional Experimental Sur del Lago "Jesús María Semprum", Núcleo La Victoria, Mérida, Venezuela.
 0000-0001-7822-5320.

3 Universidad Nacional Experimental Sur del Lago "Jesús María Semprum", Núcleo La Victoria, Mérida, Venezuela.
 0000-0001-9299-9613.

diaria de peso (GDP), factor de conversión alimenticia (FCA), consumo (C), rendimiento en canal (RC) y mortalidad (M). **Resultados.** El tratamiento control (T0) registró la mayor GTP ($2,461 \pm 0,02$ g), GDP ($58,60 \pm 0,03$ g), C ($4,247 \pm 3,20$ g) y FCA ($1,73 \pm 0,06$); sin embargo, el análisis estadístico reveló que el T0 y T1 son estadísticamente iguales, mientras que T2 y T3 presentaron diferencia significativa ($p < 0,05$) entre sí para la mayoría de variables y, frente a T0 y T1. En cuanto al RC, el T0 y T1 difirieron significativamente ($p < 0,05$) con respecto a T2 y T3. Durante el experimento no murieron aves en ninguno de los tratamientos evaluados. **Conclusión.** Sustituir hasta un 18% el AC por una mezcla balanceada a base de *V. unguiculata* y *Musa* spp. en pollos de engorde, resulta una alternativa nutricional para la avicultura familiar.

INTRODUCCIÓN

La avicultura es un subsector agrario que determina en gran parte la dinámica económica de importantes zonas rurales del mundo (Sham-suddoha *et al.* 2015). Su corto ciclo de producción la posiciona como uno de los sistemas pecuarios con mayor eficiencia biológica, lo cual se traduce en rendimiento proteico para abastecer el mercado agroalimentario (Vaarst *et al.* 2015).

Uno de los principales desafíos que enfrentan las personas avicultoras, es mejorar el rendimiento de las aves para garantizar un pronto retorno de la inversión, al tiempo que minimiza los costos de producción, particularmente el alimento concentrado (Oleforuh-Okoleh *et al.* 2015).

En América Latina, la producción de aves fundamenta sus planes de alimentación en maíz, sorgo y soya, lo cual genera serias dificultades aduaneras y sanitarias durante su importación (Abdelgani *et al.* 2013). Por esta razón, la mayor parte de los costos en avicultura recae en la

the parameters weight gain (TWG), daily weight gain (DWG), feeding conversion factor (FCF), consumption (C), Carcass yield (CY) and mortality (M). **Results.** The control treatment (T0) recorded the highest TWG (2.461 ± 0.02 g), DWG (58.60 ± 0.03 g), C (4.247 ± 3.20 g) and, FCF (1.73 ± 0.06); however, statistical analysis revealed that T0 and T1 are statistically equal, while T2 and T3 showed significant differences ($p < 0.05$) to each other for the majority of variables and, in front T0 and T1. As for CY, T0 and T1 differed significantly ($p < 0.05$) with respect to T2 and T3. During the experiment, no birds died in any of the treatments evaluated. **Conclusion.** Replace up to 18% CF with a balanced mixture based on *V. unguiculata* and *Musa* spp. in broilers, it has proved to be a nutritional alternative for family poultry farming.

adquisición de alimento concentrado, lo cual históricamente ha representado una limitante para la sana economía de la empresa avícola, en países que no son autosuficientes en la producción de granos. De esta manera, se identifica la necesidad de incorporar materias primas alternativas en la formulación de dietas, sin afectar la salud de las aves y su rendimiento para abordar así, como punto crítico la dependencia nutricional en la industria aviar (Mammo 2012, Silva *et al.* 2014, Freitas *et al.* 2017).

Además, para garantizar la sostenibilidad a largo plazo en la cría comercial de aves, el proceso productivo debe equilibrar los objetivos de producción con las necesidades de los animales y el entorno natural, de manera que logre ser económicamente rentable, ecológicamente racional y socialmente aceptable (Sokołowicz *et al.* 2009, Soisontes 2017). Para ello es conveniente plantear enfoques técnicos no tradicionales, que permitan evaluar la factibilidad de incluir forrajes, frutos y granos disponibles en el trópico americano,

como ingredientes alternativos para la reducción del consumo de balanceado comercial por parte de las aves, para favorecer los indicadores de sostenibilidad y garantizar máxima eficiencia (Trómpiz *et al.* 2007, Martens *et al.* 2012).

En este sentido, diferentes perspectivas sobre el alcance de la teoría sostenible en sistemas agropecuarios se discuten con regularidad y, el hecho de lograr sustituir parcial o totalmente el alimento concentrado, podría reducir en gran medida el impacto negativo que generan las tradicionales granjas avícolas, lo cual permitirá concretar gran parte de las metas del desarrollo sostenible (Leinonen y Kyriazakis 2016).

En la actualidad se dispone de diversas fuentes nutricionales locales compatibles con los requerimientos de pollos de engorde y entre las ofertas proteicas de origen vegetal destaca el frijol caupí (*Vigna unguiculata*), una leguminosa ampliamente distribuida en el suroccidente de Venezuela, caracterizada por su alta biodisponibilidad de aminoácidos esenciales, con un porcentaje proteico superior al 22%, rico en hierro, fósforo y zinc (De Paula *et al.* 2016, Frota *et al.* 2017). Al respecto Trómpiz *et al.* (2002), Miranda-López *et al.* (2007) y Gumaa (2014) mencionan que al incluir parcialmente *V. unguiculata* en la dieta de pollos de engorde, los parámetros de rendimiento zootécnico se vieron favorecidos significativamente.

En cuanto a materias primas energéticas alternativas, el plátano verde (*Musa* spp.) surge como fruto de alto potencial en la alimentación animal, con bajo contenido de materia seca y alta concentración de carbohidratos no estructurales (Diniz *et al.* 2014). Es un vegetal que al ser utilizado en dietas para pollos de engorde, ha favorecido la estructura de costos y conversión alimenticia en comparación a los piensos industrializados (Delgado *et al.* 2013, Abel *et al.* 2015).

Es así que surge como objetivo de la presente investigación, evaluar el efecto de la inclusión parcial de una mezcla experimental conformada por *V. unguiculata* y *Musa* spp. sobre indicadores productivos de pollos de engorde,

como estrategia sostenible de alimentación dirigida a pequeños productores avícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en un galpón bajo condiciones controladas de 18 metros cuadrados (m²) sobre una superficie de concreto sin hundimiento, con dirección oriente a occidente, ubicado en la población de Santa Cruz de Mora, Municipio Antonio Pinto Salinas del Estado Mérida, Venezuela. La zona corresponde a bosque húmedo tropical, según las características físico-geográficas expuestas por Tejedor *et al.* (2012), entre las Coordenadas 08°23'18,6" N; 71°38'32,2" O; altitud de 636 msnm, temperatura media 27°C y humedad relativa promedio de 78%. Los datos fueron registrados a través de un GPS y una estación meteorológica instalada en el área de estudio.

Para la evaluación de animales se siguió el protocolo de recepción sugerido por Miranda-López *et al.* (2007), 160 pollitos Cobb 500 machos de un día (d) de nacidos, con peso promedio de 39,71±0,52 gramos.ave⁻¹, plumón seco, ombligo bien cicatrizado, cloaca limpia, con la piel de las patas brillante y no seca, vacunados al nacer contra la enfermedad de Marek y Newcastle. Fueron asignados en 16 corrales con área de 1,5 m² cada uno (10 pollos.corral⁻¹). Cada cubículo experimental disponía de bebedero automático, alimentador plástico para pollos de piso de 50 centímetros (cm) de longitud, que se utilizó durante los primeros 12 d y luego fue sustituido por comederos plásticos de tolva. Durante la fase inicial de crianza, las aves recibieron calor desde una lámpara incandescente de 200 W durante los primeros 7 días y luego se redujo gradualmente a 60 W hasta la finalización del estudio. Se suministró durante todo el ciclo productivo (42 días) pienso y agua *ad libitum*. Se siguió la metodología de manejo zootécnico propuesto por Trómpiz *et al.* (2007) y Nunes *et al.* (2012).

Preparación y formulación de la mezcla experimental. Se colectaron granos de *Vigna*

unguiculata en madurez de cosecha y frutos descartados de plátano verde (*Musa* spp.) de 80 días, desde la salida del racimo hasta su corte, provenientes de zonas agrícolas cercanas al Valle del Mocotíes y Sur del Lago de Maracaibo, Estados Mérida y Zulia, Venezuela. Ambos ingredientes se sometieron a análisis proximal en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Venezuela. Inicialmente las semillas de *V. unguiculata* se sumergieron en agua del grifo con 0,5% de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) por periodos de 4, 8 y 12 horas (h) para el recambio de agua y así, eliminar la mayor cantidad de impurezas. Superado el remojo, los granos se agregaron en una disolución al 2% de hipoclorito de sodio (NaClO); luego la preparación se llevó a ebullición y se dejó en cocción durante 60 minutos (min) y, finalmente, se procedió al drenado del líquido para su posterior secado y molienda (Trómpiz *et al.* 2011, Kana *et al.* 2012).

Para preparar la harina de plátano, el producto se lavó y sometió a inmersión durante 10 min en agua clorada al 20%. Posteriormente se retiró la corteza manualmente y el fruto fue agregado en un recipiente para cocción con agua del grifo, mezclada con ácido cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) al 1% y al alcanzar el punto de ebullición se cocinó durante 20 min. Seguidamente, el producto se dejó en reposo para disminuir la temperatura hasta una que permitiera su manipulación para ser cortado en ruedas y, posteriormente, secado. Ambos ingredientes se introdujeron en una estufa ventilada durante 48 h a 60°C, con la metodología desarrollada por Dumorné (2018). Cumplida esa etapa, se realizó la molienda en un molino Willey utilizando una criba de 2 milímetros (mm). Cada harina fue almacenada en bolsas plásticas de polietileno transparentes de 30 kilogramos (kg), debidamente identificadas y selladas al vacío con un empacador automático y refrigeradas a 4°C en un enfriador industrial hasta el momento de ser utilizadas.

Por medio del protocolo para análisis proximal de la AOAC (1990), se tomó una muestra de 200 g de cada harina para la cuantificación

de materia seca (% MS), proteína cruda (% PC), extracto etéreo (% EE), fibra cruda (% FC), cenizas (% CEN) y nutrientes digestibles totales (% NDT). El extracto libre de nitrógeno (% ELN), se calculó por diferencia, tal y como fue reseñado por Córdova-Lizama *et al.* (2013). A partir del análisis proximal, se formuló una mezcla experimental isocalórica (3,7 kcal de energía digestible (ED)/g) e isoprotéica (20% PC), de acuerdo con lo recomendado por Adino *et al.* (2018). Igualmente, la ración fue ajustada según los requerimientos nutricionales considerados por Santiago *et al.* (2011) y Perween *et al.* (2016) a base de frijol caupí (*V. unguiculata*) como ingrediente proteico y harina de plátano (*Musa* spp.) como componente energético.

Se diseñó una hoja de cálculo, para registrar la cantidad de materia prima. El cálculo se realizó a través de ecuaciones lineales, donde los ingredientes eran representados mediante variables y cuya solución matemática representó la ración balanceada.

Seguidamente, para proyectar la cantidad de mezcla experimental (ME) necesaria, se estimó el consumo promedio de alimento semanal, según los registros descritos por Trómpiz *et al.* (2002) y Trómpiz *et al.* (2011) para sustituir en la dieta diaria de concentrado para *Gallus gallus*, la ME con 82% de frijol y 18% plátano en 0, 18, 20 y 22%.

Manejo. Los animales recibieron una única fórmula dietaria durante el ciclo productivo. El manejo se da a partir de estrategias de alimentación que cubrieran los requerimientos nutricionales básicos sin perjudicar la productividad en su predio. La temperatura hídrica se registró al asegurar que la misma se mantuviera en el rango de 25-30°C y libre de impurezas.

Diariamente se monitorearon las siguientes actividades de control: a) despacho de nueva ración (8:00 h); b) temperatura y humedad dentro del galpón; c) verificación del suministro de agua; d) colecta de cadáveres y e) manejo de cortinas. De igual forma, se realizó un pesaje semanal del total de unidades experimentales

utilizando una balanza electrónica digital con capacidad de 30 kg.

Parámetros productivos evaluados. Para validar el efecto de la mezcla experimental sobre indicadores zootécnicos en pollos Cobb 500, semanalmente, se calculó la ganancia diaria de peso (GDP), consumo (C) y factor de conversión alimenticia (FCA); al finalizar el ensayo se determinó la ganancia total de peso (GTP), el rendimiento en canal (RC) y la mortalidad acumulada (M). Las ecuaciones empleadas fueron:

GDP = GTP (g)/ duración del ensayo (d).

C = total de gramos (g) dispensados diariamente en los comederos – total de gramos (g) hallados en el comedero previo a la renovación de ración.

FCA = C (g)/peso final (g).

GTP = Peso final (g) – Peso inicial (g).

RC = [peso en canal (g)/peso vivo al beneficio (g)] * 100.

M= % de aves muertas por tratamiento.

Análisis de datos. Según metodología de Abdelgani *et al.* (2013) y Abd El-Hack *et al.* (2015), se generó un diseño completamente aleatorio con 4 tratamientos (T), 4 repeticiones y 3 niveles de inclusión de la mezcla: T0 (control): 100% alimento concentrado (AC); T1: 82% AC + 18% ME; T2: 80% AC + 20% ME y T3: 78% AC + 22% ME. Se comprobó, mediante la prueba de Shapiro-Wilks, que los datos registrados durante la evaluación no siguieron una distribución normal. Para determinar diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) con el programa estadístico SAS® versión 9.0 de ambiente Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición de la mezcla experimental.

En la Tabla 1 se detalla la información bromatológica de las dietas formuladas y suministradas a las aves durante la evaluación.

Tabla 1. Composición bromatológica y carga calórica (kcal de ED/g)* de las materias primas utilizadas en la mezcla experimental (ME), alimento concentrado comercial ** y dietas resultantes de la inclusión parcial despachadas a las aves durante el ensayo (en base seca g/100)***.

Materia prima	MS (%)	PC (%)	EE (%)	FC (%)	CEN (%)	ELN (%)	Energía (kcal ED/g)
Frijol caupí	91,76	23,20	0,60	4,09	4,40	67,71	3,55
Plátano verde	88,96	5,78	0,64	2,54	3,14	87,90	3,59
Alimento concentrado	88,00	20,09	4,81	3,78	5,56	65,76	
82% AC + 18% ME	91,26	20,11	4,74	3,81	5,12	65,62	
80% AC + 20% ME	91,38	20,14	4,73	3,89	5,05	65,60	3,7
78% AC + 22% ME	91,44	20,17	4,69	4,02	5,04	65,57	

* Energía digestible (ED) calculada a partir de los factores de conversión: proteína: 4,1 kcal/g; lípidos: 9,3 kcal/g y carbohidratos: 3,75 kcal/g (Zou *et al.* 2007).

** Pollo retiro Premium (Desarrollo). Grupo Agrobueyca S.A. Ingredientes e inclusión porcentual en la fórmula balanceada: Harina de maíz (60,26%); harina de soya (31,64%); aceite de soya (4,27%); fosfato dicálcico (1,68%); calcio (0,90%); NaCl (0,48%); DL-metionina (0,26%); L-lisina (0,24%); L-treonina (0,07%); colina (0,05%) y pre-mezcla de vitaminas y minerales (0,15%) compuesta por vitamina A, 1.500 IU; vitamina D3, 200 IU; vitamina E, 10 mg; vitamina K3, 0,5 mg; tiamina, 1,8 mg; riboflavina, 3,6 mg; ácido pantoténico, 10 mg; ácido fólico, 0,55 mg; piridoxina, 3,5 mg; niacina, 35 mg; cobalamina, 0,01 mg; biotina, 0,15 mg; Fe, 80 mg; Cu, 8 mg; Mn, 60 mg; Zn, 40 mg; I, 0,35 mg; y Se, 0,15 mg.

*** Metodología según Protocolos Oficiales de la AOAC (1990).

Se evidenció que el frijol *V. unguiculata* es una materia prima con 23% de Proteína Cruda y promete como un cultivo potencial para la alimentación animal. El resultado coincide con Miranda-López *et al.* (2007), quienes obtuvieron un porcentaje semejante, al reportar 22% de PC en granos de *V. unguiculata* para ser incluida en la dieta de pollos de engorde. Asimismo, Abdelgani *et al.* (2013), Araméndiz-Tatis *et al.* (2016) y Sharma (2017) hallaron 23,6; 22,05 y 23,83% de PC respectivamente, en harina de *V. unguiculata* destinada a evaluaciones nutricionales, por lo que la proyectó como una opción alimenticia de alta calidad que aporta fósforo, calcio, magnesio, potasio y zinc. Además, Tshovhote *et al.* 2003 y Frota *et al.* 2017 expusieron que la alta digestibilidad proteica de los granos *V. unguiculata* (>75%) incrementa la biodisponibilidad de los aminoácidos esenciales de interés nutricional, convirtiéndose en una opción nutricional para la alimentación avícola.

Por su parte, Gumaa (2014) consideró al frijol caupí como una de las leguminosas tropicales más importantes para la formulación de dietas no convencionales en aves de corral, reportando 29,18% de PC, un valor superior al determinado en la presente investigación. Al respecto, Chikwendu *et al.* (2014) afirman que existen diferencias genéticas entre las líneas de *V. unguiculata* en relación con el contenido proteico, el cual puede variar desde 13,95 a 39,24%.

Pese a esos porcentajes se ha referenciado que la mayoría de granjas avícolas utilizan como base proteica harina de soya (*Glycine max*), aunque es un ingrediente costoso que limita la sostenibilidad económica del avicultor

en países latinoamericanos (Gómez *et al.* 2011). Al respecto Adino *et al.* (2018) comprobaron que el grano de soya contenía mayor concentración de PC, EE y FC con respecto a *V. Unguiculata*, no obstante, los resultados obtenidos por ellos, demostraron que el frijol caupí es un suplemento proteico que puede sustituir parcialmente la porción de soya en la ración para dietas de pollos de engorde.

Respuesta productiva. Los parámetros considerados para la evaluación se resumen en la Tabla 2. Al inicio del ensayo se evidenció homogeneidad entre las unidades de observación al obtener un peso vivo promedio de 39,71±0,05 g entre las aves, valor similar al reportado por Trómpiz *et al.* (2007) y Trómpiz *et al.* (2011). Los pollos sometidos al T0 (100% AC) y el grupo alimentado con 18% de la mezcla experimental (ME) a base de frijol caupí (*V. unguiculata*) y plátano verde (*Musa spp.*) incluida en la ración diaria de alimento concentrado (T1), registraron un incremento significativo ($p < 0,05$) sobre la ganancia total de peso en comparación a los pollos que recibieron 20 y 22% de sustitución del balanceado comercial por la ME. El T0 generó el mayor incremento de peso entre los grupos de aves evaluadas, sin embargo, resultó estadísticamente semejante ($p > 0,05$) al T1, mientras T2 y T3 fueron significativamente diferentes ($p < 0,05$) entre sí y frente a los otros tratamientos. Por tanto, incluir hasta 18% de una mezcla balanceada al 20% de PC y 3,7 kcal ED/g con *V. unguiculata* y *Musa spp.*, ambos pre-cocidos como sustitutos parciales en la ración, favorece la ganancia de peso en pollos Cobb 500.

Tabla 2. Valores promedio correspondientes a indicadores de crecimiento, aprovechamiento del alimento y supervivencia en pollos Cobb 500 alimentados con una mezcla alternativa al 82% de *Vigna unguiculata* y 18% de *Musa* spp. incluida en 0, 18, 20 y 22% de la ración diaria durante 42 días (*)(**)(***).

Parámetro	Porcentaje de sustitución			
	0	18	20	22
Peso inicial (g)	39,68±0,5 ^a	39,75±0,57 ^a	39,75±0,55 ^a	39,65±0,57 ^a
Peso final (g)	2501±1,41 ^a	2485±0,5 ^a	2397±0,82 ^b	2244±0,5 ^c
Ganancia total de peso (g)	2461,32±0,07 ^a	2445,25±0,06 ^a	2357,25±0,02 ^b	2204,35±0,04 ^c
Ganancia diaria de peso (g)	58,60±0,03 ^a	58,22±0,01 ^a	56,13±0,02 ^b	52,48±0,01 ^c
Consumo de alimento (g)	4247±3,2 ^a	4205±1,25 ^a	3998±2,75 ^b	3938±3,56 ^c
Factor de conversión alimenticia	1,73±0,06 ^a	1,72±0,06 ^a	1,69±0,06 ^b	1,68±0,06 ^b
Rendimiento en canal (%)	82,4±2,24 ^a	80,75±1,98 ^a	76,56±2,19 ^b	76,32±2,01 ^b

(*) La mortalidad durante el ensayo fue nula en todos los tratamientos.

(**) Los datos expuestos corresponden al promedio por pollo/decena.

(***) Valores con superíndices diferentes en cada fila, son estadísticamente significativos ($p < 0,05$) por la Prueba Kruskal-Wallis.

Kur *et al.* (2013) y Akanji *et al.* (2016) afirman que la inclusión del frijol caupí, debidamente tratado (cocción) e incluido en la dieta para pollos de engorde, genera un rendimiento de interés económico similar a los indicadores productivos que expresan las aves que basan su alimentación en alimento concentrado.

A pesar de estos resultados, Miranda-López *et al.* (2007) concluyeron en sus evaluaciones nutricionales, que incluir hasta 10% de *V. unguiculata* en la dieta para pollos de engorde favorece la productividad en las parvadas; no obstante, recomiendan la no incorporación del frijol caupí en porcentajes superiores al mencionado con Gumaa (2014) también coincide al sugerir la inclusión de *V. unguiculata* en un rango entre 5-10% en la formulación de los piensos para aves.

Cabe destacar que Miranda-López *et al.* (2007) y Gumaa (2014) en sus protocolos experimentales, no consideraron la pre-cocción del frijol *V. Unguiculata*. Al respecto Anjos *et al.* (2016) documentaron que la ausencia de un tratamiento térmico sobre granos de *V. Unguiculata*, previo a su consumo, limita la digestibilidad de aminoácidos esenciales; que afectan negativamente el rendimiento productivo de las aves.

Por su parte, Embaye *et al.* (2018) concluyeron experimentalmente que, el incluir *V. unguiculata* pre-cocida entre 5-20% en la dieta de pollos Cobb 500, no provocó evidencia de un efecto adverso sobre la tasa de crecimiento.

En cuanto al ingrediente calórico de la ME, el plátano verde (*Musa* spp.) ha surgido como una alternativa para maximizar el valor energético de los piensos para pollos de engorde, debido a que contiene almidón resistente un compuesto capaz de fortalecer el estado inmunológico del ave y posee el potencial para mejorar la salud y funcionalidad intestinal (Regassa y Nyachoti 2018). El efecto de incluir *Musa* spp. en la dieta de pollos de engorde sobre variables asociadas al crecimiento y aprovechamiento del alimento, representa la incorporación de un aditivo bioactivo económico, que mejora los indicadores de productividad en avicultura (Delgado *et al.* 2013, Padam *et al.* 2014, Oleforuh-Okoleh *et al.* 2015).

Los resultados aquí expuestos permiten asumir que *Musa* spp., como sustrato complementario energético, conserva la mayoría de indicadores productivos en pollos de engorde, al igual que las aves expuestas al consumo de balanceado comercial Dumorné (2018),

comprobó también que la inclusión de *Leucaena leucocephala* y harina de *Musa cavendishii* ejerce efecto positivo sobre el incremento de peso, consumo y conversión alimenticia de gallinas ponedoras. Es importante resaltar que las aves de corral carecen de enzimas degradadoras de fibra para descomponer los carbohidratos complejos, lo cual condiciona el hábito de consumo (Thirumalaisamy *et al.* 2016).

Los resultados obtenidos demostraron que el incremento de *V. unguiculata* y *Musa spp.*, en la ración, redujo significativamente ($p < 0,05$) el consumo de alimento en el T2 y T3, ya que disminuyó la ganancia de peso en las aves, un indicador determinante para el éxito del sistema avícola. En cuanto al rendimiento en canal (RC), se obtuvo un promedio de $79,01 \pm 3,04\%$ entre los tratamientos, correspondiéndole los porcentajes más altos ($82,40 \pm 2,24\%$ y $80,75 \pm 1,98\%$) al T0 y T1 sin evidenciar una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$); porcentajes semejantes a los obtenidos por Ruíz *et al.* (2015) y Ciurescu *et al.* (2017). Por su parte, el T2 y T3 difirieron significativamente ($p < 0,05$) con respecto a T0 y T1, pero con una respuesta sin diferencia significativa ($p < 0,05$) entre T2 y T3. Este comportamiento se debió al incremento de *V. unguiculata* en la ración, sin dejar de conciderar que Fualefac *et al.* (2008) asociaron la reducción del RC con la presencia de algunos factores antinutricionales en el frijol caupí a pesar de haber sido sometido a cocción. Para justificar este criterio Bueno *et al.* (2018) reafirmaron que los componentes antinutricionales no logran ser hidrolizados en el tracto gastrointestinal de animales no rumiantes, como las aves, lo cual condiciona la eficiencia metabólica asociada al incremento de peso.

Los datos obtenidos en promedio, para las variables consumo de alimento (CA) y factor de conversión alimenticia (FCA), evidencian que existe diferencia significativa ($p < 0,05$) para ambas variables entre T2 y T3 con respecto a T0 y T1, los cuales son estadísticamente iguales. El mayor valor registrado para CA y FCA fue para T0 seguido por T1.

Los resultados obtenidos se ajustan a los reportados por Miranda-López *et al.* (2007) en pollos híbrido Ross-Cobb que consumieron hasta 15% de inclusión de frijol caupí en la dieta. De igual forma, Rosero *et al.* (2012) demostraron que pollos Cobb 500 consumen hasta 4,825 g durante 42 días de cría con un factor de conversión $\geq 1,70$, lo cual indica que los pollos del T0 y T1 se ajustaron a los valores reportados, e incluso menor, con respecto al CA. T2 y T3 ofrecen desde el punto de vista técnico-económico los mejores valores para CA y FCA por ser los más bajos de la evaluación, aunque fisiológicamente la respuesta de las aves resultó favorable para T0 y T1. Un episodio semejante fue reportado por Shirzadegan y Taheri (2017) al evaluar la oferta de fibra cruda (FC) en el rango de 3-6% en pollos de engorde, obtuvieron los mejores valores para CA y FCA en el grupo de aves que ingirieron raciones al 3% de FC, mientras que los pollos alimentados con piensos más fibrosos ($>3\%$ de FC) evidenciaron menor CA, debido a variaciones en la tasa de paso del alimento a través del intestino, esto por el incremento de FC en la dieta y, en consecuencia, el aumento de alimento retenido en el tracto gastrointestinal por la ausencia de suficiente carga enzimática capaz de degradar fibra, lo cual limitó el consumo y en consecuencia afectó la GTP. Debido al estricto control sanitario y la calidad de las materias primas ofrecidas, la mortalidad fue nula durante el periodo de evaluación, tal y como ocurrió en el trabajo de Trómpiz *et al.* (2011).

En conclusión, los datos obtenidos permiten sugerir que el balance energía/proteína de una mezcla 82% *V. unguiculata* y 18% *Musa spp.* puede ser incluida hasta 18% de la ración diaria, como alternativa de reemplazo del alimento concentrado, para pollos Cobb 500.

AGRADECIMIENTO

La investigación fue ejecutada gracias al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e

Innovación, según Proyecto N° 2012001525 del Programa de Estímulo a la Innovación e Investigación (PEII).

LITERATURA CITADA

- Abd El-Hack, M; Alagawandy, M; Laudadio, V; Demauero, R; Tufarelli, V. 2015. Dietary inclusion of raw faba bean instead of soybean meal and enzyme supplementation in laying hens: effect on performance and egg quality. *Saudi J. Biol. Sci.* 24:276-285.
- Abdelgani, A; Abdel, K; Elamin, K; Dafalla, K; Malik, E; Dousa, B. 2013. Effect of dietary cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds on the performance of broiler chicks. *Wayamba J. Anim. Sci.* 5(1):678-684.
- Abel, F; Adeyemi, O; Oluwole, O; Oladunmoye, O; Ayo-Ajasa, O; Anuoluwatelemi, J. 2015. Effects of treated banana peel meal on the feed efficiency, digestibility and cost effectiveness of broiler chickens diet. *J. Vet. Sci. Anim. Husbandry* 1(6):1-6.
- Adino, S; Wondifraw, Z; Addis, M. 2018. Replacement of soybean grain with cowpea grain (*Vigna unguiculata*) as protein supplement in Sasso x Rir crossbred chicks diet. *Poult. Fish Wildl. Sci.* 6(1):1-6.
- Akanji, A; Fasina, O; Ogungbesan, A. 2016. Effect of raw and processed cowpea on growth and hematological profile of broiler chicken. *Bang. J. Anim. Sci.* 45(1):62-68.
- Anjos, F; Vazquez-Anon, M; Dierenfeld, E; Parsons, C; Chimonyo, M. 2016. Chemical composition, amino acid digestibility, and true metabolizable energy of cowpeas as affected by roasting and extrusion processing treatments using the cecectomized rooster assay. *J. Appl. Poult. Res.* 25:85-94.
- AOAC. Association of Analytical Chemists. Animal feed. 1990. Official Methods of Analysis (15^a Ed.). The Association. Washington DC. EUA. 1018 p.
- Araméndiz-Tatis, H; Cardona, C; Combatt, E. 2016. Contenido nutricional de líneas de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp.) seleccionadas de una población criolla. *Inf. Tecn.* 27(2):53-60.
- Bueno, R; Borges, L; Good, P; Piovesan, N; Teixeira, A; Damião, C; De Barros, E. 2018. Quantification of anti-nutritional factors and their correlations with protein and oil in soybeans. *An. Acad. Bras. Cienc.* 90(1):205-217.
- Chikwendu, J; Igbatim, A; Obizoba, I. 2014. Chemical composition of processed cowpea tender leaves and husks. *Intern. J. Scient. Research. Pub.* 4(5):1-5.
- Ciurescu, G; Vasilachi, A; Habeanu, M; Dragomir, C. 2017. Effects of dietary lentil seeds inclusion on performance, carcass characteristics and cecal pH of broiler chickens. *Indian J. Anim. Sci.* 87(9):1130-1134.
- Córdova-Lizama, A; Ruíz, J; Segura, M; Betancur, D; Chel, L. 2013. Actividad antitrombótica y anticariogénicas de hidrolizados proteínicos de frijol lima (*Phaseolus lunatus*). In Segura, M; Chel, L; Betancur, D (eds.). Bioactividad de péptidos derivados de proteínas alimentarias. Universidad Autónoma de Yucatán, México, Omnia Science. p. 123-137.
- De Paula, C; Jarma, S; Aramendiz, H. 2016. Caracterización nutricional y sensorial de frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). *Agron. Colomb.* 34(Supl. 1):1131-1134.
- Delgado, E; Orozco, Y; Uribe, P. 2013. Comportamiento productivo de pollos alimentados a base de harina de plátano considerando la relación beneficio costo. *Zoot. Trop.* 31(4):279-290.
- Diniz, T; Granja-Salcedo, T; De Oliveira, M; Viegas, R. 2014. Uso de subprodutos da bananicultura na alimentação animal. *Rev. Colomb. Cienc. Anim.* 6(1):194-212.
- Dumorné, K. 2018. Effect of dietary inclusion of leucaena (*Leucaena leucocephala*) and banana flour (*Musa cavendishii*) on performance of laying hens. *Braz. J. Poutry Sci.* 20(4):725-730.
- Embaye, T; Ameha, N; Yusuf, Y. 2018. Effect of cowpea (*Vigna unguiculata*) grain on growth performance of Cobb 500 broiler chickens. *Int. J. Livest. Prod.* 9(12):326-333.
- Freitas, L; Menten, J; Zavarize, K; Pereira, R; Romano, G; Lima, M; Dias, C. 2017. Evaluation of dietary glycerin inclusion during different broiler rearing phases. *Braz. J. Poult. Sci.* 19(spe):91-96.
- Frota, K; Rosal, L; Veras, I; Gomes, J. 2017. Nutritional quality of the protein of *Vigna unguiculata* L. Walp and its protein isolate. *Rev. Ciênc. Agron.* 48(5):792-798.
- Fualefac, H; Teguia, A; Awah-Ndukum, J; Kenfack, A; Ngoula, F; Metuge, F. 2008. Performance and carcass characteristics of broilers fed boiled cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) and or black common bean (*Phaseolus vulgaris*) meal diets. *Afr. J. Biotechnol.* 7(9):1351-1356.
- Gómez, R; Cortés, A; López, C; Ávila, E. 2011. Evaluación de tres programas de alimentación para pollos de engorda con base en dietas sorgo-soya con distintos porcentajes de proteína. *Vet. Méx.* 42(4):299-309.
- Gumaa, N. 2014. Effect of dietary levels of cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds on broiler performance and some serum biochemical factors. *Online J. Anim. Feed Res.* 4(1):1-5.

- Kana, J; Teguiua, A; Fomekong, A. 2012. Effect of substituting soybean meal with cowpea (*Vigna unguiculata* Wal.) supplemented with natural plant charcoals in broiler diet on growth performances and carcass characteristics. Iranian J. of Appl. Anim. Sci. 2(4):377-381.
- Kur, A; Abdel, K; Dousa, B; Elagib, H; Malik, H; Elamin, K. 2013. Effect of treated cowpea seeds on broiler chicken. Glob. J. Anim. Sci. Research 1(1):53-60.
- Leinonen, I; Kyriazakis, I. 2016. How can we improve the environmental sustainability of poultry production? Proc. Nutr. Soc. 75(3):265-273.
- Mammo, M. 2012. The issue of feed-food competition and chicken production for the demands of foods of animal origin. Asian J. Poult. Sci. 6(2):31-43.
- Martens, S; Tiemann, T; Bindelle, J; Peters, M; Lascano, C. 2012. Alternative plant protein sources for pigs and chickens in the tropics-nutritional value and constraints: a review. J. Agr. Rural Develop. Trop. Subtrop. 113(2):101-123.
- Miranda-López, S; Rincón-Reyes, H; Muñoz, R; Higuera, A; Arzálluz-Fischer, A; Urdaneta, H. 2007. Parámetros productivos y química sanguínea en pollos de engorde alimentados con tres niveles diéticos de harina de granos de frijol (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) durante la fase de crecimiento. Rev. Cient. (Maracaibo). XVII(2):150-160.
- Nunes, J; Bertechini, A; Gonçalves, J; Makiyama, L; Rivelli, F; Megumi, C. 2012. Evaluation of cysteamine associated with different energy patterns in diets for broiler chickens. R. Bras. Zootec. 41(8):1956-1960.
- Oleforuh-Okoleh, V; Ogunnubi, J; Iroka, J. 2015. Assessment of growth performance and certain blood constituents of broiler chicks given banana leaf as a phytoadditive. Asian J. Poultry Sci. 9(4):242-249.
- Padam, B; Tin, H; Chye, F; Abdullah, M. 2014. Banana by-products: an under-utilized renewable food biomass with great potential. J. Food Sci. Technol. 51(12):3527-3545.
- Perween, S; Kumar, K; Moni, C; Singh, P; Kumar, P; Kumar, M; Dey, A. 2016. Effect of feeding different dietary levels of energy and protein on growth performance and immune status of Vanaraja chicken in the tropic. Vet. World 9(8):893-899.
- Regassa, A; Nyachoti, C. 2018. Application of resistant starch in swine and poultry diets with particular reference to gut health and function. Anim. Nutr. 4(3):305-310.
- Rosero, J; Guzmán, E; López, F. (2012). Evaluación del comportamiento productivo de las líneas de pollos de engorde Cobb 500 y Ross 308. Biotec. Sect. Agrop. Agroind. 10(1):8-15.
- Ruiz, R; Romero, E; Hernández, H; Salinas, I. (2015). Evaluación del fruto entero de palma de aceite ofrecido *ad libitum* en la alimentación de pollos de engorde. Rev. Citecsa 5(9):38-46.
- Santiago, H; Teixeira, L; Lopes, J; Gomes, P; De Oliveira, R; Lopes, D; Soares, A; De Toledo, S; Euclides, R. 2011. Brazilian tables for poultry and swine: composition of feedstuffs and nutritional requirements. 3ª Ed. Universidade Federal de Viçosa-Departamento de Zootecnia. Viçosa, Brasil. 251 p.
- Shamsuddoha, M; Quaddus, M; Klass, D. 2015. Sustainable poultry production process to mitigate socio-economic challenge. Humanomics 31(3):242-259.
- Sharma, S. 2017. Evaluation of Nutritional, Phytochemical and Antioxidant properties of Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. Indian J. Research 6(6):696-699.
- Shirzadegan, K; Taheri, H. 2017. Insoluble fibers affected the performance, carcass characteristics and serum lipid of broiler chickens fed wheat-based diet. Iran. J. Appl. Anim. Sci. 7(1):109-117.
- Silva, E; Bôa-Viagem, C; Bernardino, M; Ludke, J; Florêncio, E; Teixeira, L. 2014. Poultry offal meal in broiler chicken feed. Sci. Agric. 71(3):188-194.
- Soisontes, S. 2017. Concerns about sustainability in the poultry industry: a comparative Delphi study in Germany and Thailand. World's Poultry Science Journal 73(4):886-903.
- Sokolowicz, Z; Herbut, E; Krawczyk, J. 2009. Poultry production and strategy for sustainable development of rural areas. Ann. Anim. Sci. 9(2):107-117.
- Tejedor, N; Álvarez, E; Arango, S; Araujo, A; Blundo, C; Boza, T; La Torre, M; Gaviria, J; Gutiérrez, N; Jørgensen, P; León, B; López, R; Malizia, L; Millán, B; Moraes, M; Pacheco, S; Rey, J; Reynel, C; Timaná, M; Ulloa, C; Vacas, O; Newton, A. 2012. Evaluación del estado de conservación de los bosques montanos en los Andes tropicales. Ecosistemas 21(1-2):148-166.
- Thirumalaisamy, G; Purushothaman, M; Kumar, P; Selvaraj, P; Natarajan, A; Senthilkumar, S; Visha, P; Kumar, D; Thulasiraman, P. 2016. Nutritive and feeding value of cottonseed meal in broilers: a review. Adv. Anim. Vet. Sci. 4(8):398-404.
- Trómpiz, J; Gómez, A; Rincón, H; Ventura, M; Bohórquez, N; García, A. 2007. Efecto de raciones con harina de follaje de yuca sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde. Rev. Cient. (Maracaibo) XVII(2):143-149.
- Trómpiz, J; Rincón, H; Fernández, N; González, G; Higuera, A; Colmenares, C. 2011. Parámetros productivos

- en pollos de engorde alimentados con grano de quinchoncho durante fase de crecimiento. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 28(Supl.1):565-575.
- Trómpiz, J; Ventura, M; Esparza, D; Alvarado, E; Betancourt, E; Padrón, S. 2002. Evaluación de la sustitución parcial del alimento balanceado por harina de grano de frijol (*Vigna unguiculata*) en la alimentación de pollos de engorde. Rev. Cient. (Maracaibo) XII (Supl. 2):478-480.
- Tshovhote, N; Nesamvuni, A; Raphulu, T; Gous, R. 2003. The chemical composition, energy and amino acid digestibility of cowpeas used in poultry nutrition. South African J. Anim. Sci. 33(1):65-69.
- Vaarst, M; Steinfeldt, S; Horsted, K. 2015. Sustainable development perspectives of poultry production. World's Poultry Sci. J. 71(4):609-620.
- Zou, M; Moughan, P; Awati, A; Livesey, G. 2007. Accuracy of the Atwater factors and related food energy conversion factors with low-fat, high-fiber diets when energy intake is reduced spontaneously. Am. J. Clin. Nutr. 86:1649-1656.

