

EVALUACIÓN DE LA INCLUSIÓN PARCIAL DE HARINA DE FRIJOL CHINO (*Vigna radiata*) Y GUAYABA (*Psidium guajava* L.) COMO ALTERNATIVA EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE ENGORDE

Evaluation of partial inclusion of flour chinese bean (*Vigna radiata*) and guava (*Psidium guajava* L.) as an alternative feeding for broiler chicken

Juan Pablo Uzcátegui-Varela^{1*}, Edilmer Guillén¹ y Karen Collazo¹

¹Grupo de Investigación en Ciencia Animal y Plantas Tropicales. Universidad Nacional Experimental Sur del Lago "Jesús María Semprum" (UNESUR) Núcleo La Victoria, Estado Mérida, 5142, Venezuela. *uzcateguij@unesur.edu.ve

RESUMEN

Con el propósito de evaluar el efecto de la inclusión parcial de materias primas no convencionales como alternativa en la alimentación sostenible de pollos de engorde, se sustituyó la dieta comercial formulada a base de maíz y soya, por una mezcla experimental (ME) isocalórica (2,95 kilocalorías (kcal)/gramos (g) e isoprotéica (20% proteína cruda (PC) a partir de frijol chino (*Vigna radiata*) y guayaba (*Psidium guajava* L.) en 0; 6; 10 y 14% de la ración. Se utilizaron 160 pollitos machos Cobb 500 de un día (d) de edad y peso promedio inicial de $46,2 \pm 1,34$ gramos (g) los cuales fueron distribuidos al azar en 16 corrales de 1,5 metros cuadrados (m²), asignando 10 aves a cada corral con cuatro réplicas por tratamiento y cumpliendo el protocolo para la recepción del pollito. Durante el ensayo 42 días (d), los pollos estuvieron provistos de luz, ventilación, agua y alimento *ad libitum*, monitoreándose constantemente las variables ambientales. Se evaluó la ganancia total de peso (GTP), ganancia diaria de peso (GDP), consumo (C), factor de conversión alimenticia (FCA), rendimiento en canal (RC) y mortalidad (M). Todas las aves independientemente del tratamiento reportaron un incremento de peso directamente proporcional con el consumo. Los pollos alimentados con la ración sustituida en 14% por la ME, reportaron la mayor GTP, GDP y C con efecto significativo ($P < 0,05$) sobre los demás tratamientos, mientras que el FCA fue el de menor valor registrado ($P < 0,05$) durante la evaluación, siendo ésta la dieta que arrojó los mejores indicadores de desempeño productivo. Las variables RC y M no presentaron diferencia significativa ($P > 0,05$) entre los grupos evaluados. Se concluye que incluir hasta 14% de sustitución del alimento balanceado por una mezcla de *V. radiata* y *P. guajava* L. en raciones para pollos de engorde, es una estrategia nutricional favorable para los pequeños avicultores del país.

Palabras clave: Frijol chino; guayaba; ingredientes alternativos; inclusión parcial; pollos de engorde

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of the partial inclusion of unconventional raw materials as an alternative in the sustainable feeding of broiler chickens, the commercial diet formulated with corn and soybean was replaced by an isocaloric experimental mixture (EM) (2.95 kilocalories (kcal)/ grams (g) and isoproteic (20% crude protein (PC) from chinese beans (*Vigna radiata*) and guava (*Psidium guajava* L.) at 0, 6, 10 and 14% of the ration. It was used 60 Cobb 500 male chicken of one day (d) of age and initial average weight of 46.2 ± 1.34 g which were randomly distributed in 16 farmyards of 1.5 square meter (m²), assigning 10 birds to each farmyard with four replicates per treatment and fulfilling the protocol for the reception of the chickens. During the trial (42 days (d)) the chickens were provided with light, ventilation, water and food *ad libitum*, constantly monitoring the environmental variables. Total weight gain (TWG), daily weight gain (DWG), consumption (C), feed conversion factor (FCF), carcass yield (CY) and mortality (M) were evaluated. All the birds, independently of the treatment, reported a weight increase directly proportional to the consumption. The chickens fed with the ration replaced in 14% by the EM, reported the highest TWG, DWG and C with significant effect ($P < 0.05$). On the other treatments, while the FCF was the lowest registered value ($P < 0.05$) during the evaluation, this being the diet that showed the best indicators of productive performance. The CY and M variables did not show a significant difference ($P > 0.05$) among the groups evaluated. It is concluded that including up to 14% substitution of balanced feed for a mixture of *V. radiata* and *P. guajava* L. in rations for broiler chickens, proved to be a favorable nutritional strategy for small poultry farmers in the country.

Key words: Chinese bean; guava; alternative ingredients; partial inclusion; broiler chickens

INTRODUCCIÓN

Actualmente los pollos de engorde representan una actividad económica vanguardista de constante crecimiento en el mercado agroalimentario. Su corto ciclo productivo, alta tasa de rendimiento y amplia diversidad de estrategias para su explotación comercial, hacen que se perfile como el sistema pecuario de mayor desarrollo tecnológico en la industria agraria mundial, capaz de cubrir en parte, las necesidades de proteína animal que demanda la alimentación humana [31, 44]. El impacto económico de la industria avícola latinoamericana, ha promovido el diseño de programas prácticos de campo no convencionales para el manejo integral de las granjas establecidas en zonas rurales; sin embargo, el alcance de la globalización hace necesario que la cría de aves sea competitiva en función de los indicadores ecológicos de productividad y rentabilidad [9, 15, 46]. Los costos por concepto de alimentación superan el 65% del estado financiero, resultando el elemento operativo que limita considerablemente la sostenibilidad de la avicultura moderna, debido a la dependencia absoluta de alimento concentrado [7]. En Venezuela, los sistemas de producción avícola no escapan del impacto económico que representa la importación de ingredientes para el balance nutricional de sus dietas, razón por la cual, es necesaria la formulación alternativa con materias primas locales que puedan suplir una porción de la ración alimenticia y, brindar mayor sustentabilidad al sistema [12, 33, 49, 51]. En este sentido, se han estudiado fuentes proteicas alternativas como frijoles del género (*Vigna* spp.), los cuales figuran como un ingrediente acertado para la alimentación animal en Venezuela; posee casi tantas calorías por unidad de peso como los cereales, altamente proteico, bajo contenido graso, fuente de calcio, hierro, ciertas vitaminas y sin compuestos anti-nutricionales que pudiesen afectar la parvada [20, 22, 28, 51]. Otro de los productos agrícolas de alto rendimiento en el país es la guayaba (*Psidium guajava* L.), considerada como una opción factible para ampliar la diversidad regional de frutas y de fácil acceso a los pequeños productores agropecuarios, gracias a su disponibilidad en gran parte de los países tropicales [8, 25, 34]. *Psidium guajava* L. es un fruto carnoso aromático de forma ovoide, color rosado intenso con altos valores de agua, ácido ascórbico, carbohidratos solubles, fibra cruda y ácido linoleico [29, 37] lo que constituye la información nutricional de un ingrediente energético factible en la formulación de raciones para aves de corral [23]. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de una mezcla alimenticia experimental a base de frijol chino (*V. radiata*) y guayaba (*P. guajava* L.) sobre la respuesta productiva de pollos Cobb 500 durante un ciclo productivo, al ser sustituirla parcialmente en la ración diaria de alimento balanceado comercial como propuesta de referencia nutricional para pequeños productores avícolas del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del ensayo: El experimento se llevó a cabo en un galpón de 18 m² sobre una superficie de concreto sin problemas

de hundimiento, humedad o erosión, orientado en dirección este-oeste (clima cálido), ubicado en la población de Santa Cruz de Mora, municipio Antonio Pinto Salinas del estado Mérida, Venezuela entre las Coordenadas 08° 23' 18,6" N; 71° 38' 32,2" O, altitud de 636 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), temperatura media de 27 °C y humedad relativa promedio de 78%. La data fue registrada a través de un GPS marca GARMIN® modelo Etrex 10 Lcd. 2.2-EUA y una estación meteorológica marca Celestron®-EUA instalada en el área de estudio.

Animales:

Se utilizaron 160 pollitos Cobb 500 machos de un día (d) de nacidos, con peso promedio de 46,2 ± 1,34 gramos (g)/ave, tamaño uniforme, plumón seco, ojos redondos y brillantes, ombligo bien cicatrizado, cloaca limpia, con la piel de las patas brillantes y no seca, vacunados al nacer contra la enfermedad de Marek y New Castle, de acuerdo al programa sanitario llevado por la incubadora comercial que surtió los animales (PROTINAL®). A los 6 y 14 días (d) de haber ingresado al galpón, se le aplicaron las vacunas (virus vivos) contra Gumboro (Nobilis® Gumboro Broiler) y la segunda dosis de New Castle vía oral (NOBILIS® MA5 + CLONE 30), garantizando el protocolo sanitario de los pollitos durante el ensayo, siguiendo las recomendaciones de Miranda-López y col. [28]. Las aves fueron distribuidas en 16 corrales de 1,5 metros cuadrados (m²) cada uno a razón de 10 pollos/corral, alcanzando una densidad general de 8,89 pollos/m². Cada corral disponía al momento de la recepción de: cascarilla de arroz (10 centímetros (cm) de espesor) desinfectada con yodo (3 mililitros (mL)/litros (L) de agua), un bombillo de 60 Watt/corral que sirvió como fuente de calor artificial hasta el d 14 de iniciado el ensayo, un bebedero tipo campana con surtidor automático marca Avicorvi®-Colombia, un comedero plástico para pollos de piso con 50 cm de longitud el cual se utilizó durante los primeros 12 d y, luego fue sustituido por comederos plásticos de tolva Anumex®-México siguiendo la metodología de Trómpiz y col. [49].

Preparación de la mezcla experimental:

Se colectaron granos de frijol chino (*V. radiata*) y frutos maduros de guayaba (*P. guajava* L.) descartados por la industria local en el Valle del Mocotíes, estado Mérida y la zona Sur del Lago de Maracaibo, estado Zulia. Las harinas de ambos ingredientes fueron elaboradas en las instalaciones del laboratorio de Usos Múltiples de la Universidad Nacional Experimental Sur del Lago "Jesús María Semprúm" (UNESUR) Núcleo La Victoria, estado Mérida, bajo las coordenadas 08° 25' 28,32" N; 71° 36' 7,54" O. Las semillas de *V. radiata* se sumergieron en agua del grifo con 0,5% de bicarbonato de sodio por periodos de 4; 8 y 12 horas (h) para el recambio de agua y, así eliminar la mayor cantidad de impurezas en los granos; superado el remojo, las muestras se sometieron a cocción utilizando un reverbero marca Campingaz® modelo 027127/R80-Francia hasta alcanzar el punto de ebullición en una solución al 2% de hipoclorito de sodio durante 60 minutos

(min) y, finalmente se procedió al drenado del agua para su posterior secado y molienda [1, 21, 50]. La guayaba colectada en fresco se impregnó con agua clorada al 20%, luego de 10 min de inmersión se colocaron los frutos (enteros) sobre una superficie plástica limpia y seca donde fue troceada en cuadros pequeños para su deshidratación. Ambas materias primas, luego de superar el lavado y desinfección, fueron ingresadas a una estufa ventilada marca Globe® modelo A030-EUA capacidad de 30 L durante 24 h a 65 °C [6]; superada esta etapa, se llevó a cabo la molienda empleando un molino Willey DOMOSA®-Venezuela utilizando una criba de 2 milímetros (mm). Ambas harinas se almacenaron al vacío con un empacador marca Vacmaster® modelo vp112-EUA en bolsas plásticas de polietileno transparentes de 30 Kilos (Kg), debidamente identificadas y refrigeradas a 4°C en un enfriador marca Magic Queen®-Venezuela modelo BD-178 hasta el momento de ser utilizadas [23]. Luego de obtener las harinas, 200 g de cada una fue enviada al laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia-Venezuela, con el propósito de efectuar el análisis proximal donde se determinó el porcentaje de materia seca (% MS), proteína cruda (% PC), extracto etéreo (% EE), fibra cruda (% FC), cenizas (% CEN) y nutrientes digestibles totales (%NDT) según la metodología descrita por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC) [6]. En cuanto al extracto libre de nitrógeno (% ELN), éste se calculó por diferencia tal y como fue reseñado por Sierra-Posada [43].

Formulación de la mezcla:

Se formuló una mezcla experimental isocalórica (2,95 kcal de energía digestible (ED)/g) e isoproteica (20% PC) ajustada a los requerimientos nutricionales promedio sugeridos por Perween y col. [36], Rostagno y col. [40] y Trómpiz y col. [50] a base de frijol chino (*V. radiata*) como sustrato proteico y harina de guayaba (*P. guajava* L.) como ingrediente energético. Se diseñó una hoja de cálculo Microsoft® Excel que permitió determinar la cantidad de ingrediente a utilizar mediante el método algebraico; seguidamente se calculó el consumo promedio por semana (sem) descrito en los trabajos de Trómpiz y col. [50] y Trómpiz y col. [51] para sustituir en la ración diaria de alimento balanceado comercial (88%MS, 20% PC, 5%EE, 4% FC, 5% CEN Y 52,5% ELN) para pollos de engorde (*Gallus gallus*) la mezcla experimental (83% de frijol y 17% guayaba) en 0; 6; 10 y 14%.

Monitoreo:

Durante 42 d, los pollos recibieron el manejo zootécnico tradicional que se lleva a cabo en la mayoría de granjas avícolas del país, dividiendo el ciclo productivo en dos fases de tres semanas cada una: iniciación-levante y engorde-finalización [5, 10, 49, 52]. La temperatura hídrica se registró con un termómetro Brannan®-Inglaterra $\pm 0,1$ asegurando que la misma se mantuviese en el rango de 25-30 °C y libre de impurezas. A diario se registraron las siguientes actividades de control: a) despacho de nueva ración (8:00 h); b) monitoreo de temperatura y humedad

utilizando una estación meteorológica marca Celestron®-EUA que permaneció instalada en el 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 haciendo uso de una balanza electrónica digital marca Sencamer®-Venezuela con capacidad de 30 Kg.

Variables respuesta:

A partir del registro que se llevó a cabo durante el ensayo, se calculó la ganancia total de peso (GTP), ganancia diaria de peso (GDP), consumo (C), factor de conversión alimenticia (FCA), rendimiento en canal (RC) y mortalidad acumulada (M) como parámetros de evaluación productiva.

Análisis estadístico:

Se empleó un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos (T) de acuerdo al nivel de sustitución parcial del alimento balanceado por la mezcla experimental (ME) de frijol + guayaba (T0: 100% alimento concentrado (AC); T1: 94% AC + 6% ME; T2: 90% AC + 10% ME y T3: 86% AC + 14% ME) y cuatro repeticiones tal y como lo desarrollaron Abd El-Hack y col. [2]; Abdelgani y col. [3] y García y col. [17] al evaluar el efecto de incluir ingredientes alternativos en las dietas de aves. Los datos fueron procesados mediante un análisis de varianza a través del test de Tukey para comparaciones múltiples de media ($P < 0,05$) utilizando el paquete estadístico SAS® versión 9.0 [47] bajo ambiente Windows para su análisis según el modelo aditivo lineal: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Balance nutricional:

En la TABLA I se detalla el análisis proximal de las materias primas utilizadas en la mezcla experimental, el alimento concentrado y las dietas modificadas que se despacharon a las aves durante la evaluación. Los frijoles del género *Vigna* spp. se consideran un importante recurso proteico de fácil acceso y bajo costo [26]. En los últimos años, se han llevado a cabo diversos ensayos que demuestran la calidad nutricional de este ingrediente como leguminosa alternativa en la alimentación animal por poseer un porcentaje proteico superior al 20% [22]. En el caso de *Vigna radiata*, los valores obtenidos del análisis bromatológico resultaron similares a los reportados por López-Guerra y Bressani [24], Miquilena e Higuera-Moros [27], Miranda-López y col. [28] y Trómpiz y col. [51] quienes utilizaron harinas de granos similares para formular raciones no tradicionales en la alimentación de aves y humanos. El frijol chino (*V. radiata*) es una fuente importante de proteína, minerales y vitaminas cuyo aporte nutricional es semejante a la soya (principal ingrediente proteico) en el alimento concentrado para aves en general [3], difiriendo sólo en el contenido de grasa (0,65%) el cual se encuentra por debajo de lo recomendado para una dieta completa, pero al realizar la mezcla final (balanceado + harina de frijol), la oferta de

TABLA I
ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN LA MEZCLA EXPERIMENTAL (ME), ALIMENTO CONCENTRADO COMERCIAL Y DIETAS RESULTANTES DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DESPACHADAS A LAS AVES (en base seca g/100)¹

Materia prima	MS (%)	PC (%)	EE (%)	FC (%)	CEN (%)	ELN (%)	NDT (%)
Frijol chino	91,35	23,1	0,65	4,10	4,57	67,58	75,72
Guayaba	86,64	4,18	0,33	37,00	6,11	52,38	73,08
Alimento concentrado (AC) ²	88,32	20,04	5,01	4,00	5,23	65,72	76,19
94% AC + 6% ME	87,72	20,07	4,83	4,18	5,22	65,70	76,17
90% AC + 10% ME	87,93	20,10	4,80	4,24	5,19	65,67	76,13
86% AC + 14% ME	88,12	20,12	4,78	4,31	5,18	65,61	76,01
Carga calórica (kcal de ED/g)	2,95						

¹ Metodología basada en Protocolos Oficiales de la AOAC [6].

² Aves genérico II CONVACA®

grasa total se ajusta a las recomendaciones expuestas por Salari y col. [41] al concluir que las raciones formuladas para pollos de engorde deben contener entre 2-10% de grasa como fuente energética sin causar efecto negativo sobre el consumo; de igual forma, Rodríguez y col. [38] evaluaron dietas con proporciones de extracto etéreo (%EE) ubicadas en el rango mencionado, reportándose los mejores valores de conversión alimenticia en los grupos de aves alimentadas con menor %EE (5,36 y 4,83%), demostrando que los cambios sobre el factor de conversión alimenticia dependen de la ganancia de peso y no del consumo. Por otra parte El-Deek y col. [14] y Lira y col. [23] afirman que, los residuos resultantes de la selección industrial de guayaba (*P. guajava* L.) poseen altos valores de fibra cruda, extracto etéreo (ácido linoleico), energía metabolizable y ácido ascórbico, lo cual representa un perfil nutricional viable como ingrediente alternativo en los piensos para pollos de engorde. Para validar dicha afirmación, la caracterización química de las pulpas frescas de *P. guajava* L., reveló valores similares a los mencionados en los trabajos de Hincapié-Llanos y col. [19], Lira y col. [23] y, Sorensen y col. [46]. El balance energético se realizó en función de kcal de energía digestible por gramo (kcal de ED/g) basado en los factores de conversión indicados para animales no rumiantes: proteína 4,1 kcal/g; lípidos 9,3 kcal/g y carbohidratos 3,75 kcal/g [16]. La carga calórica se ubicó en 2,95 kcal de ED/g siguiendo las recomendaciones prácticas de Torki [48] y Vaca-Adam [54], quienes explican que ofertando nutrientes metabólicamente eficientes (fácil digestión y asimilación) con el acertado balance energía/proteína, es posible determinar con mayor precisión la potencialidad productiva de las aves. Por otro lado es importante comentar que a menudo se utilizan diferentes niveles porcentuales de proteína cruda en las dietas para pollos de engorde según la etapa productiva, asignando la mayor concentración de la misma (>20% PC) durante el arranque y, menor oferta (18% PC) al finalizar el ciclo, sin embargo, las altas concentraciones de PC en la dieta incrementan significativamente los costos de producción y, en la mayoría de casos, las raciones con menor proteína constituyen una alternativa económica factible, debido a que el equilibrio de aminoácidos define realmente la calidad

proteica y no la cantidad hallada en los piensos [45]. Al respecto Santomá [42] comenta que al realizar una mínima restricción nutritiva de proteína durante la etapa inicial de crecimiento en pollos de engorde y, aumentar el margen de seguridad sobre el porcentaje de PC durante el levante y terminador, las aves recuperarían el peso no ganado inicialmente e incrementarán su tasa de crecimiento justo en el momento donde las necesidades de mantenimiento son más importantes en condiciones normales.

Parámetros productivos evaluados:

La TABLA II describe los valores promedio correspondiente a las variables respuesta evaluadas. Los pollos iniciaron el ensayo con un peso vivo promedio de 46,2 ±1,34 g evidenciándose homogeneidad en las unidades de observación. A medida que avanzó la investigación, los pollos independientemente del tratamiento reportaron un incremento de peso constante directamente proporcional con el consumo. Las aves asignadas a T2 y T3 registraron valores superiores (P<0,05) entre sí y ambas, con respecto a T0 y T1 para las variables GTP, GDP y C. Este análisis permite sugerir que al incluir hasta un 14% de una mezcla balanceada al 20% de PC y 2,95 kcal ED/g. utilizando *V. radiata* y *P. guajava* L. las variables zootécnicas de crecimiento y consumo estudiadas en pollos de engorde son favorables. Estos datos se asemejan a los reportados por Trómpiz y col. [51] quienes demostraron que dietas a base de *Vigna unguiculata* como sustrato proteico en la alimentación de pollos Cobb 500, el incremento de peso es significativo (P<0,05) al incluir hasta 16% del grano como parte de la ración diaria sin causar efectos negativos sobre otros indicadores de interés productivo. Otra evaluación similar reveló que el quinchoncho (*Cajanus cajan*), una materia prima químicamente similar a *V. radiata*, fue suministrado a pollas durante los primeros 21 días de edad, concluyendo que al incluir como máximo 20% del grano, es posible mantener satisfactoriamente la GDP [50].

En el trabajo de Ancheta y Arellano [4] quedó demostrado que hubo efectos significativos (P<0,05) sobre las variables

TABLA II

PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS COBB 500 ALIMENTADOS CON UNA MEZCLA EXPERIMENTAL ALTERNATIVA A BASE DE FRIJOL CHINO (*V. radiata*) Y GUAYABA (*P. guajava* L.) INCLUIDA AL 0, 6, 10 Y 14% DE LA RACIÓN DIARIA ^(*)(^{})**

Parámetro	Porcentaje de sustitución			
	0	6	10	14
Peso inicial (g)	46,25 ± 1,3 ^a	46,20 ± 1,41 ^a	46,15 ± 1,29 ^a	46,18 ± 1,7 ^a
Peso final (g)	2324±0,95 ^c	2332±1,15 ^c	2527±0,96 ^b	2780±0,95 ^a
Ganancia total de peso (g) ¹	2277,75±0,02 ^c	2285,80±0,02 ^c	2480,85±0,02 ^b	2733,82±0,02 ^a
Ganancia diaria de peso (g) ²	54,23±0,03 ^c	54,42±0,02 ^c	59,07±0,01 ^b	65,09±0,01 ^a
Consumo de alimento (g) ³	3836,03±1,5 ^c	3845,95±1,29 ^c	4023,13±1,5 ^b	4175±1,63 ^a
Factor de conversión alimenticia ⁴	1,68±0,06 ^a	1,67±0,06 ^a	1,62±0,06 ^b	1,53±0,06 ^c

^(*) Los valores mostrados corresponden al promedio por pollo/decena.

^(**) Literales diferentes indican que los valores promedio por grupo, son estadísticamente significativos (P<0,05) por la Prueba de ANOVA y Tukey.

¹GTP= Peso final – Peso inicial (g).

²GDP= GTP /duración del ensayo (d).

³C= Total de g ingeridos durante la evaluación.

⁴FCA=consumo total (g)/peso final (g).

asociadas al crecimiento de pollos de engorde suplementados con *V. radiata* en 15% de la ración, recomendándose como una opción nutricional económica para los avicultores emergentes del trópico. Con respecto a la harina de guayaba (*P. guajava* L.) Lira y col. [23] concluyeron que representa un ingrediente alternativo en la alimentación de pollos de engorde, debido a que la respuesta de las aves al incluirse en 12%, no afectó los parámetros productivos en las parvadas estudiadas. Además, Chollom y col. [11] demostraron que la calidad nutricional que representa éste fruto gracias a la disponibilidad de fibra dietética, vitaminas A, C, ácido fólico y minerales como potasio, cobre y manganeso, favorecen el aprovechamiento de nutrientes en los pollos para GDP. En cuanto al FCA, el análisis estadístico reveló que T0 y T1 son semejantes, es decir, las aves que consumieron alimento concentrado y aquellas que recibieron una dieta a la cual se le incluyó 6% de la ME, no reflejó un efecto significativo (P>0,05) sobre la conversión alimenticia durante el periodo evaluado, respuesta ésta que se acopla al reporte de Lira y col. [23]; sin embargo T2 y T3 presentaron diferencia entre sí (P<0,05), siendo T3 el tratamiento que generó el menor valor durante la evaluación, convirtiéndose en el indicador acertado de eficiencia alimenticia, considerando que mientras más bajo sea el resultado, hay mayor aprovechamiento del alimento para su transformación a músculo. Al respecto Rosero y col. [39] demostraron que pollos Cobb 500 consumen hasta 4825 g durante 42 d de cría con un FCA ≥1,70; lo cual indica que para el T2 y T3 los valores aquí reportados son favorables, e incluso con menor consumo. Es importante acotar que Tümová y Teimouri [53] comentan que las estirpes de pollos de engorde utilizadas en la actualidad

se caracterizan por poseer una alta tasa de crecimiento y baja conversión alimenticia. A pesar que T2 y T3 ofrecen desde el punto de vista técnico los mejores valores para GTP, GDP y FCA, fisiológicamente la respuesta de las aves es igualmente favorable para T0 y T1. Con respecto al RC, se obtuvo un valor promedio entre tratamientos de 82,71 ± 0,67% (P>0,05), porcentaje éste superior al obtenido por Mosquera y col. [30] y Trómpiz y col. [52]. La M acumulada se ubicó en 4,96 ± 0,81%, valor obtenido los d con mayor temperatura (32,1 °C) y humedad relativa (80,67 %) registrada, considerándose el escenario de estrés térmico como el causante de las muertes, tal y como lo han sugerido Díaz y col. [13] y Pérez-Molero y col. [35] sin ejercer un efecto estadísticamente significativo (P>0,05) durante el ensayo. Para descartar la posibilidad que la ME hubiese podido causar una reacción desfavorable (mortalidad) en el galpón Martens y col. [26] demostraron que al incluir *V. radiata* u otro frijol similar en la ración alimentaria, se fortalece el sistema inmunológico en las aves y, *P. guajava* L. es para Oliveira y col. [32] un extraordinario aditivo antioxidante en la dieta de pollos de engorde debido a que no deprime la respuesta productiva y mejora considerablemente el rendimiento cárnico; lo cual según Haitook [18] se traduce en aprovechamiento efectivo del alimento y mayor eficiencia en la expresión de rasgos productivos.

CONCLUSION

Al sustituir alimento concentrado por una mezcla alimenticia a base de frijol chino (*V. radiata*) y guayaba (*P. guajava*) en diferentes proporciones durante 42 d en la alimentación de

pollos Cobb 500, se determinó que su inclusión hasta 14% en la dieta, no reveló diferencia estadísticamente significativa frente al tratamiento control, representando una alternativa no tradicional para la alimentación avícola a pequeña escala, debido a que no hubo efecto negativo sobre las variables asociadas al rendimiento productivo de las aves.

AGRADECIMIENTO

Al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación por el financiamiento del Proyecto N° 2012001525 a través del Programa de Estímulo a la Innovación e Investigación (PEII).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABD EL-GAWAD, A. Effect of domestic processing on oligosaccharide content of some dry legume seeds. **Food Chem.** 46(1):25-31. 1993.
- [2] ABD EL-HACK, M.; ALAGAWANDY, M.; LAUDADIO, V.; DEMAURO, R.; TUFARELLI, V. 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. 2015.
- [3] ABDELGANI, A.; ABDEL, K.; ELAMIN, K.; DAFALLA, K.; MALIK, H.; DOUSA, B. Effect of dietary cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds on the performance of broiler chicks. **Wayamba J. Anim. Sci.** 14(5):678-684. 2013.
- [4] ANCHETA, H.; ARELLANO, V. Mongo (*Vigna radiata*) seed coat as feed supplements for broilers. **Res. J. Philippines** 10: 9–13. 1988.
- [5] ARZÁLLUZ-FISCHER, A.; RINCÓN-REYES, H.; URDANETA, S.; ARRIETA, D.; BOSCÁN-DUQUE, L.; URDANETA-RINCÓN, M.; MUÑOZ-GOTERA, R. Efecto de la exclusión competitiva sobre la mortalidad e índices de producción de pollos de engorde. **Rev. Científ. FVC-LUZ.** XVII (5): 441-448. 2007.
- [6] ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Animal feed. Official Methods of Analysis 15^a Ed. The Association. Washington DC., USA. 1018 pp. 1990.
- [7] CÁCERES, J.; CEDEÑO, J.; OKUMOTO, S. Elaboración y evaluación de una ración alimentaria para pollos de engorde en un sistema bajo pastoreo con insumos del trópico húmedo. **Rev. Tierra Trop.** 2(2):113-120. 2006.
- [8] CAÑIZARES, A.; LAVERDE, D.; PUESME, R. Crecimiento y desarrollo del fruto de guayaba (*Psidium guajava* L.) en Santa Bárbara, estado Monagas, Venezuela. **UDO Agríc.** 3: 34-38. 2003.
- [9] CASAMACHÍN, M.; ORTÍZ, D.; LÓPEZ, F. Evaluación de tres niveles de inclusión de morera (*Morus alba*) en alimento para pollos de engorde. **Rev. Fac. Cien. Agrop.** 5(2):64-71. 2007.
- [10] CEPERO-BRIZ, R. El cebo del pollo de carne. En: **Zootecnia, bases de producción animal.** Buxadé, C. (Ed.). Tomo V: Avicultura clásica y complementaria. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-España, Pp. 113-130. 1995.
- [11] CHOLLOM, S.; AGADA, G.; BOT, D.; OKOLO, M.; DANTONG, D.; CHOJI, T.; ECHEONWU, B.; BIGWAN, E.; LOKASON, S.; BANWAT, E. Phytochemical analysis and antiviral potential of aqueous leaf extract of *Psidium guajava* against Newcastle disease virus *in ovo*. **J. Appl. Pharmac. Sci.** 2(10):45-49. 2012.
- [12] DELGADO, E.; OROZCO, Y.; URIBE, P. Comportamiento productivo de pollos alimentados a base de harina de plátano considerando la relación beneficio-costo. **Zoot. Trop.** 31(4): 279-290. 2013.
- [13] DÍAZ, E.; NARVÁEZ-SOLARTE, W.; GIRALDO, J. Alteraciones hematológicas y zootécnicas del pollo de engorde bajo estrés calórico. **Inf. Tecnol.** 27(3): 221.230. 2016.
- [14] EL-DEEK, A.; HAMDY, S.; ATTIA, Y.; EL-SHAHAT, A. Guava By-Product meal processed in various ways and fed in differing amounts as a component in laying diets. **Int. J. Poultry Sci.** 8(9): 866-874. 2009.
- [15] ELIZONDO-ALFARO, E. Evaluación del efecto de dietas formuladas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago-Costa Rica. Tesis de Grado. 83 pp. 2010.
- [16] FARRAN-CODINA, A.; BOATELLA-RIERA, J. Tablas y bases de datos de composición de los alimentos. En: **Tratado de Nutrición.** Hernández-Rodríguez, M.; Sastre-Gallego, A. (Eds.) 1° Ed. Editorial Díaz de Santos. Madrid-España. Pp. 350. 1999.
- [17] GARCÍA, R.; MENDES, A.; ALMEIDA, P.; KOMIYAMA, C.; CALDARA, F.; NÄÄS, I.; MARIANO, W. Implications of the use of sorghum in broiler production. **Braz. J. Poultry Sci.** 15(3): 169-286. 2013.
- [18] HAITOOK, T. Study on chicken meat production for small-scale farmers in Northeast Thailand. **J. Agr. Rural Develop. Trop. Subtrop.** 107(Suppl. 87): 1-164. 2006.
- [19] HINCAPIÉ-LLANOS, G.; BARAJAS, J.; ARIAS, Z. Evaluación del secado por convección de la guayaba (*Psidium guajava* L.) variedad manzana. **Rev. Inv. Aplic.** 5(2):92-103. 2011.
- [20] JABIB, L.; BARRIOS, P.; VEGA, A. Evaluación del frijol caupí (*Vigna unguiculata*) como ingrediente proteico en dietas

- para pollos de asadero. **Rev. MVZ-CÓRDOBA** 7(1):162-167. 2002.
- [21] KANA, J.; TEGUIA, A.; FOMEKONG, A. 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. 2012.
- [22] LEÓN, R.; ANGULO, I.; JARAMILLO, M.; REQUENA, F.; CALABRESE, H. Caracterización química y valor nutricional de granos de leguminosas tropicales para la alimentación de aves. **Zoot. Trop.** 11(2):151-170. 1993.
- [23] LIRA, R.; BÔA-VIAGEM, C.; VANDERLEI, P.; QUINTÃO, G.; LÜDKE, V.; MOREIRA, W. Inclusion of guava wastes in feed for broiler chickens. **Rev. Bras. Zoot.** 38(12): 2401-2407. 2009.
- [24] LÓPEZ-GUERRA, C.; BRESSANI, R. Uso del cowpea (*Vigna unguiculata*) en mezclas con frijol común (*Phaseolus vulgaris*) en el desarrollo de nuevos productos alimenticios. **Arch. Latin. Nut.** 58(1): 71-80. 2008.
- [25] MARÍN, M.; CASASSA, A.; RINCÓN, A.; LABARCA, J.; HERNÁNDEZ, Y.; GÓMEZ, E.; VILORIA, Z.; BRACHO, B.; MARTÍNEZ, J. Comportamiento de tipos de guayabo (*Psidium guajava* L.) injertados sobre *Psidium friedrichsthalianum* Berg-Niedenzu. **Rev. Fac. Agron. LUZ** 17: 384-392. 2000.
- [26] MARTENS, S.; TIEMANN, T.; BINDELLE, J.; PETERS, M.; LASCANO, C. 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. 2012.
- [27] MIGUILENA, E.; HIGUERA-MOROS, A. Evaluación del contenido de proteína, minerales y perfil de aminoácidos en harinas de *Cajanus cajan*, *Vigna unguiculata* y *Vigna radiata* para su uso en la alimentación humana. **Rev. Cient. UDO Agrícola** 12(3): 730-740. 2012.
- [28] MIRANDA-LÓPEZ, S.; RINCÓN-REYES, H.; MUÑOZ, R.; HIGUERA, A.; ARZÁLLUZ-FISCHER, A.; URDANETA, H. 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. Científ. FCV-LUZ.** XVII (2): 150-160. 2007.
- [29] MOLERO, T.; MOLINA, J.; CASASSA-PADRÓN, A. Descripción morfológica de selecciones de *Psidium guajava* L. tolerantes y *Psidium friedrichsthalianum* (Berg.) Nied resistente a *Meloidogyne incognita* en el estado Zulia, Venezuela. **Rev. Fac. Agron. LUZ.** 20(4):478-492. 2003.
- [30] MOSQUERA, M.; PORTILLA, S.; LÓPEZ, F. Evaluación del efecto nutricional de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) con diferentes niveles de inclusión en dietas para pollos de engorde. **Rev. Fac. Cien. Agrop.** 7(1): 76-90. 2009.
- [31] MOYLE, J.; ARSI, K.; WOO-MING, A.; ARAMBEL, H.; FANATICO, A.; BLORE, P.; CLARK, F.; DONOHUE, D.; DONOGHUE, A. Growth performance of fast-growing broilers reared under different types of production systems with outdoor access: Implications for organic and alternative production systems. **J. Appl. Poult. Res.** 23:212–220. 2014.
- [32] OLIVEIRA, M.; CARVALHO, H.; STRINGHINI, J.; GIMENEZ, A.; ARNHOLD, E.; CONCEIÇÃO, E.; MACHADO, J.; SILVA, A. Antioxidant effect of the guava byproduct in the diet of broilers in the starter phase. **Rev. Bras. Zoot.** 47(2): 1-8. 2018.
- [33] OLIVEIRA-NUNES, J.; BERTECHINI, A.; GONCALVES, A.; MAKIYAMA, L.; RIVELLI, F.; MEGUMI, C. Evaluation of cysteamine associated with different energy patterns in diets for broiler chickens. **Rev. Bras. Zoot.** 41(8):1956-1960. 2012.
- [34] PÉREZ-BARRAZA, M.; OSUNA-GARCÍA, J.; PADILLA-RAMÍREZ, S.; SÁNCHEZ-LUCIO, R.; NOLASCO-GONZÁLEZ, Y.; GONZÁLEZ-GAONA, E. Fenología, productividad y calidad de fruto de guayaba pulpa crema y rosa en clima tropical en México. **Intercien** 40(3):198-203. 2015.
- [35] PÉREZ-MOLERO, C.; BRIÑEZ, W.; ROMERO-NUÑEZ, B. Efecto del horario de alimentación sobre la mortalidad y conversión en pollos de engorde. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** VIII (4):303-307. 1998.
- [36] PERWEEN, S.; KUMAR, K.; MONI, C.; SINGH, P.; KUMAR, P.; KUMAR, M.; DEY, A. 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. 2016.
- [37] RAMÍREZ, A.; PACHECO, E. Composición química y compuestos bioactivos presentes en pulpas de pifia, guayaba y guanábana. **Intercien** 36(1):71-75. 2011.
- [38] RODRÍGUEZ, J.; AGUIRRE, D.; BORBÓN, L. Efecto de diferentes niveles de proteína en la dieta de pollos de engorde sobre su rendimiento biológico y económico. **Uniciencia.** 11:3-15. 1994.
- [39] ROSERO, J.P.; GUZMÁN, E.; LÓPEZ, F. Evaluación del comportamiento productivo de las líneas de pollos de engorde Cobb 500 y Ross 308. **Biotec. Sect. Agrop. Agroind.** 10(1): 8-15. 2012.

- [40] ROSTAGNO, H.; ALBINO, L.; DONZELE, J.; GOMES, P.; DE OLIVEIRA, R.; LOPES, C.; FERREIRA, A.; DE TOLEDO, S.; EUCLIDES, R. Nutritional requirements of poultry. Brazilian tables for poultry and swine. Universidade Federal de Viçosa. 3ra Ed. Viçosa-Brasil. Pp. 103-122. 2011.
- [41] SALARI, S.; NASSIRI, H.; ARSHAMI, J.; GOLIAN, A. Nutritional evaluation of full-fat sunflower seed for broiler chickens. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** 22(4): 557-654. 2009.
- [42] SANTOMÁ, G. Programas de alimentación en broilers y "pollo alternativo". En: **X Curso de Especialización FEDNA: avances en nutrición y alimentación animal**. Rebollar, P.; Mateos, G.; De Blas, C. (Eds.). Madrid, 10-11/11 España. Pp. 261-298. 1994.
- [43] SIERRA-POSADA, J. Valoración de la calidad nutritiva de pastos y forrajes. En: **Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros**. 2nd Ed. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín-Colombia. 196 pp. 2005.
- [44] SILVA, E.; BÔA-VIAGEM, C.; LIMA, M.; LUDKE, J.; ARRUDA, E.; TEIXEIRA, L. Poultry offal meal in broiler chicken feed. **Sci. Agric.** 71(3): 188-194. 2014.
- [45] SINDIK, M.; REVIDATTI, F.; TERRAES, J.; FERNÁNDEZ, R.; SANDOVAL, G. Efectos de diferentes relaciones energía/proteína sobre el comportamiento productivo de pollos parrilleros macho. **Rev. Vet.** 20(2): 121-125. 2009.
- [46] SORENSEN, J.; EDWARDS, S.; NOORDHUIZEN, J.; GUNNARSSON, S. Animal production systems in the industrialised world. **Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.** 25(2): 493-503. 2006.
- [47] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. (SAS), Versión 9. User's Guide. University North of Caroline, USA. 584 pp. 2002.
- [48] TORKI, M. Evaluation of growth performance of broiler chicks fed with diet containing chickpea seeds supplemented with exogenous commercial enzymes. **Adv. Environ. Biol.** 5(4): 595-604. 2011.
- [49] TRÓMPIZ, J.; GÓMEZ, A.; RINCÓN, H.; VENTURA, M.; BOHÓRQUEZ, N.; GARCÍA, A. Efecto de raciones con harina de follaje de yuca sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XVII (2):143-149. 2007.
- [50] TRÓMPIZ, J.; RINCÓN, H.; FERNÁNDEZ, N.; GONZÁLEZ, G.; HIGUERA, A.; COLMENARES, C. Parámetros productivos en pollos de engorde alimentados con grano de quinchoncho durante fase de crecimiento. **Rev. Fac. Agron. LUZ.** 28(Supl. 1): 565-575. 2011.
- [51] TRÓMPIZ, J.; VENTURA, M.; ESPARZA, D.; ALVARADO, E.; BETANCOURT, E.; PADRÓN-MORALES, S. Evaluación de la sustitución parcial del alimento balanceado por harina de grano de frijol (*Vigna unguiculata*) en la alimentación de pollos de engorde. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XII (Supl. 2):478-480. 2002.
- [52] TRÓMPIZ, J.; VILLAMIDE, M.; FERRER, A.; ARENAS, L.; JERÉZ, N.; SANDOVAL, L. Dietas con follaje de yuca y su efecto sobre las características al sacrificio y rendimiento en canal y en cortes de pollos de engorde. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XX (3): 293-299. 2010.
- [53] TŮMOVÁ, E.; TEIMOURI, A. Fat deposition in the broiler chicken: a review. **Scientia Agric. Bohem.** 41(2): 121-128. 2010.
- [54] VACA-ADAM, L. Alimentación de las aves. Alimentación del pollo de engorde. En: **Producción avícola**. 1era. Ed. Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUED). San José-Costa Rica. 214 pp. 1991.