

PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y QUÍMICA SANGUÍNEA EN POLLOS DE ENGORDE ALIMENTADOS CON TRES NIVELES DIÉTICOS DE HARINA DE GRANOS DE FRÍJOL (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) DURANTE LA FASE DE CRECIMIENTO.

Productive Parameters and Blood Chemistry in Broiler Chickens Fed With Three Dietary Levels of Cowpea Grain Meal (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) During Growth Phase.

Silvio Miranda-López¹, Hirwin Rincón-Reyes¹, Rafaela Muñoz¹, Atilio Higuera², Ana María Arzálluz-Fischer¹ y Hermógenes Urdaneta³

¹ Departamento de Producción e Industria Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias.

² Facultad de Agronomía. ³ Egresado de la Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. E-mail: smiranda2002@yahoo.es.

RESUMEN

Los objetivos de este estudio fueron evaluar el efecto de tres niveles de inclusión dietética de harina de granos de frijol, variedad "Catatumbo" (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) (VU), sobre los parámetros productivos tales como, ganancia de peso corporal (GPC), consumo de alimento (CA), conversión alimenticia (CVA) y la química sanguínea medida a través de las concentraciones plasmáticas de glucosa (G), proteínas totales (PT), albúmina plasmática (AP) y alanina amino transferasa (ALT) en pollos de engorde hasta la tercera semana de edad. 500 pollos machos (Ross-Cobb) de un día de edad se distribuyeron al azar en 4 grupos, de 125 pollos cada uno: G1= alimento sin VU, G2= alimento con 5% de VU, G3= alimento con 10% de VU y G4= alimento con 15% de VU. Cada grupo incluyó 5 repeticiones. Las aves se alojaron en 20 corrales de 3 m² c/u (25 pollos/corral), con una densidad de 8,3 ave/m², por un periodo de 21 días. Durante las tres semanas evaluadas, las aves de los G1, G2, y G3 tuvieron mejores (P<0,05) GPC, CA y CVA, que las del G4. Aunque durante la primera semana de edad el G4 tuvo menor (P<0,01) concentración de ALT (6,76 U.I./L) que G1(12,96 U.I./L), G2 (12,63 U.I./L) y G3 (15,48 U.I./L), no se observaron diferencias posteriores en G, PT, AP y ALT. Se concluyó que al incluir 5 y 10% de VU en las dietas balanceadas para pollos de engorde, se mantienen satisfactoriamente los parámetros productivos, sin modificaciones significativas en la química sanguínea, lo cual indica la factibilidad de incluir esta leguminosa de grano como una

fFuente adecuada de proteína vegetal, en dietas convencionales para pollos de engorde durante el crecimiento.

Palabras clave: Frijol, *Vigna unguiculata*, pollos de engorde.

ABSTRACT

The objectives of this study were to evaluate the effect of including 3 dietary levels of cowpea grain meal (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) (CGM) on productive parameters such as weight gain (WG), feed intake (FI), feed conversion (FC) and blood chemistry such as plasma concentrations of glucose (G), total proteins (TP), albumin (A) and alanine-amino-transferase (ALT) of growing broiler chicks until 3 weeks of age. Five hundred male broiler chicks (Ross-Cobb) one day of age were randomly allocated into 4 groups of 125 each (G1= feed no CGM, G2= feed with 5% CGM, G3= feed with 10% de CGM and G4= feed with 15% CGM). Each group included 5 repetitions. All chicks were housed into 20 pens of 3 m² keeping a density of 8.3 chicks/m² during 21 d. Chicks from G1, G2, y G3 had better (P<0.05) WG, FI and FC than those from G4. Although, during the first week G4 had less (P<0.01) ALT (6.76 U.I./L) than G1(12.96 U.I./L), G2 (12.63 U.I./L) and G3 (15.48 U.I./L), no differences were observed later for G, TP, A y ALT. It is concluded that productive parameters such as WG, FI, and FC are satisfactorily maintained with 5 to 10% inclusion of CGM in balanced diets for growing broilers without significant modifications on blood chemistry, thus demonstrating the feasibility of including this legume grain as a vegetable protein source in commercial broiler diets.

Key words: Cowpea, *Vigna unguiculata*, broilers.

INTRODUCCIÓN

La elaboración de alimentos balanceados de alta calidad, constituye una necesidad de vital importancia para el desarrollo sostenible de la industria avícola; más aún, cuando el alimento balanceado ofertado al pollo de engorde representa entre un 70 a 80% del costo total imputado a la generación del producto final [21]. Allí radica la necesidad de revisar y analizar continuamente las materias primas empleadas en la formulación de alimentos concentrados para aves. Entre los aspectos a considerar en estas revisiones y análisis destacan la disponibilidad de la materia prima, valor nutricional (composición química, biodisponibilidad de nutrientes y factores anti-nutricionales) y costos económicos.

En referencia a zonas tropicales subdesarrolladas, la búsqueda de alternativas sustentables con miras a disminuir la dependencia agroalimentaria subraya un número considerable de leguminosas tropicales de granos que pudieran conformar el componente proteico de las dietas para aves domésticas. Entre éstas destaca el frijol bayo (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), por ser una planta de fácil cultivo, adaptada al ecosistema tropical, de alto valor nutricional y ampliamente diseminada en Venezuela [5, 17]. Según la Federación Nacional de Asociaciones de Productores Agropecuarios (FEDEAGRO) [8], la producción nacional de frijol durante el 2005 alcanzó una cifra record de 26.107 toneladas, otras leguminosas de granos tales como; carotas, quinchoncho y arvejas presentaron producciones inferiores (19.415; 1.833 y 256 toneladas/año, respectivamente).

Tradicionalmente, las semillas son destinadas al consumo humano (previa cocción) y los excedentes de cosechas pudieran ser empleados en la alimentación animal. El análisis bromatológico de las semillas del frijol bayo demuestra que es una fuente baja de proteína vegetal (19-26% proteína cruda). Afortunadamente, esta proteína exhibe un adecuado perfil de aminoácidos esenciales por ejemplo; lisina, valina, isoleucina, leucina, fenilalanina, arginina, histidina y treonina, lo cual hace factible su inclusión en la alimentación del pollo de engorde [35]. No obstante, varios estudios indican la presencia de metabolitos activos (hojas y semillas) tales como; taninos condensados, inhibidores de las proteasas (Antitripsina), lectinas y fitatos, todos estos compuestos pueden ejercer efectos tóxicos o actuar como depresores del crecimiento en aquellos animales que los consumen [21]. Generalmente, estos metabolitos son de naturaleza termolábil, por ello, son neutralizados al someter los granos a tratamientos térmicos adecuados, que mejoran la biodisponibilidad de sus nutrientes [6].

La incorporación de nuevas y autóctonas fuentes de proteína vegetal en la formulación de dietas para aves de engorde, contribuye al logro de una industria avícola sostenible. No obstante, este paso debe ser precedido por la combinación de estudios biológicos y económicos que indiquen el nivel de máxima eficiencia [22]. En referencia al frijol bayo, la literatura científica que pudiera dilucidar la respuesta productiva y patrón fisiológico

de los pollos de engorde alimentados con esta leguminosa es muy limitada y gran parte de esta información no indica un nivel de inclusión dietética ajustado a su posible uso en la formulación de dietas convencionales para pollos de engorde.

Los objetivos del presente estudio fueron: Evaluar el efecto de 3 niveles dietéticos (5, 10 y 15%) de harina de granos de frijol bayo sobre los siguientes parámetros productivos, ganancia de peso corporal, consumo de alimento y conversión alimenticia, y evaluar el efecto de las dietas experimentales sobre la química sanguínea medida a través de las concentraciones plasmáticas de glucosa, proteínas totales, albúmina y alanina-amino-transferasa como una expresión fisiológica de los pollos de engorde durante la fase de crecimiento (0 a 21 días).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento

El estudio se realizó en el Centro Experimental de Producción Animal (C.E.P.A) de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia (FCV-LUZ), ubicado en el municipio La Cañada de Urdaneta del estado Zulia, Venezuela. La zona es clasificada según Holdridge como un bosque muy seco tropical [7], con una temperatura promedio de 30°C y precipitaciones que oscilan entre 125 y 500 mm/año.

Unidades experimentales

Se utilizaron 500 pollos machos de la línea híbrida Ross-Cobb de un día de nacidos, con peso promedio de 45 ± 2 g/ave, los mismos fueron vacunados al nacer contra Marek y Newcastle según el programa de inmunización establecido por la incubadora comercial. Posteriormente, en los días 6 y 14 de edad de la parvada, se aplicaron las vacunas (virus vivo) contra Gumboro (cepa Intermedia) y Newcastle (La Sota).

Las aves fueron alojadas en 20 corrales de 3 mt² c/u (25 pollos/corral) con una densidad de 8,3 aves/mt², cada corral contenía al momento de la recepción de los pollitos, un bebedero de galón y comedero (tipo platón) durante los primeros 10 días y posteriormente fueron sustituidos por un bebedero automático tipo campana y comedero de tipo tubular. Un bombillo (de 60 vatios)/corral sirvió como fuente de calor artificial hasta el día 14 de iniciado el experimento.

La distribución de la parvada experimental fue al azar siguiendo un diseño completamente aleatorizado [27], en 4 grupos de 125 pollos cada uno, con cinco repeticiones. Estos grupos conformaron los 4 tratamientos estudiados; los cuales presentaron a su vez las diferentes dietas evaluadas, quedando constituidos de la siguiente forma:

- Tratamiento 1 (control): representado por el consumo de la dieta 1, la cual no contenía harina de grano de frijol.
- Tratamiento 2: representado por el consumo de la dieta 2, la cual contiene 5% de harina de grano de frijol.

- Tratamiento 3: representado por el consumo de la dieta 3, la cual contenía 10% de harina de grano de frijol.
- Tratamiento 4: representado por el consumo de la dieta 4, la cual contenía 15% de harina de grano de frijol.

Los tres niveles de inclusión dietética de la harina de granos de frijol utilizados en el presente trabajo, fueron asumi-

dos tras comparar la composición química del frijol y la capacidad de estos nutrientes en sustentar aquellos parámetros productivos observados en explotaciones comerciales. La TABLA I ilustra las materias primas y los porcentajes de inclusión utilizados en las 4 dietas experimentales. Los granos de frijol, procedían de una siembra a finales de la primavera del 2002, y fueron cosechados en octubre del mismo año, cuando el 95%

TABLA I
COMPOSICIÓN PORCENTUAL Y ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES Y LA HARINA DE GRANO DE FRÍJOL BAYO (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) / COMPOSITION AND BROMATOLOGICAL ANALYSES OF EXPERIMENTAL DIETS AND COWPEA GRAIN MEAL.

Materias primas % de inclusión	Fase de crecimiento (0 a 21 días)			
	Dieta 1 0% Frijol	Dieta 2 5% Frijol	Dieta 3 10% Frijol	Dieta 4 15% Frijol
Maíz amarillo molido	57,40	57,40	56,00	54,76
Harina de soya	32,26	25,24	21,38	18,88
Grasa amarilla	4,00	4,00	4,00	3,65
Harina de granos de Frijol ^a	—	5,0	10,0	15,0
Harina de pescado	2,19	4,00	4,00	4,00
Carbonato de calcio	2,00	2,00	1,89	1,70
Fosfato Monocálcico	1,00	1,00	1,33	0,60
Metionina líquida	0,55	0,76	0,80	0,81
Premezcla de micronutrientes ^b	0,10	0,10	0,10	0,10
Coccidiostato	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal común	0,45	0,45	0,45	0,45
Total	100			
Sustitución frijol/soya, %	0	22	34	41
Análisis calculado				
Energía Metabolizable (Kcal EM/kg)	3030,00	3024,00	3027,00	3020,00
Proteína Cruda, %	21,50	21,50	21,50	21,50
Lisina, %	1,30	1,35	1,27	1,30
Metionina, %	0,59	0,60	0,66	0,64
Calcio, %	1,00	1,00	1,00	1,00
Fósforo (disponible), %	0,47	0,45	0,48	0,45
Fósforo Total, %	0,65	0,65	0,65	0,65
Análisis determinado				
Materia Seca, %	89,57	89,40	89,72	89,18
Proteína Cruda, %	22,20	21,89	22,00	22,10
Extracto etéreo, %	5,75	6,10	6,05	5,45
Fibra cruda, %	4,30	4,27	4,31	4,34
Calcio, %	1,10	1,19	1,23	1,12
Fósforo Total, %	0,67	0,65	0,68	0,65

^a Composición química determinada de la harina de granos de frijol bayo: materia seca, 90.0%; proteína cruda, 26.7%; extracto etéreo 1.3%; fibra cruda 4.7%; cenizas 3.8%; extracto libre de nitrógeno 63.8; calcio 0.01%; fósforo 0.45%; taninos condensados 4.5% EC.

^b Un kilogramo de esta premezcla de micronutrientes según el fabricante contenía: Vitamina A, 13,000 IU; vitamina E, 30mg; vitamina K₃ 5.0 mg; vitamina B₁ 2.2mg; vitamina B₂ 8.0mg; vitamina B₆, 5.0mg; vitamina B₁₂, 0.03mg; ácido fólico 1.5mg; biotina 0.1mg; pantotenato de calcio 25 mg; ácido nicotínico 65mg; ethoxyquin 150mg; Fe 80mg; Cu 8mg; Zn 40mg; Mn 100mg; Se 0.3 mg; Iodo 0.5mg.

de las vainas estaban secas. La separación de las vainas y granos fue manual, siendo estos últimos secados en una estufa de aire forzado a 65°C/24 horas y molidos en un molino de martillo con un tamiz de 2,5 mm.

Para la formulación de las dietas, fueron considerados los requerimientos nutricionales de las aves en atención a la 9^{na} edición del National Research Council [30], estableciéndose así dietas específicas para la fase de crecimiento (0 a 21 días). El empleo del programa computarizado The Brill Feed Formulation Program V7 [4], permitió que las distintas dietas fuesen isoenergéticas (Kcal EM/kg), isoproteicas (proteína cruda), isofósforica e isocálcicas con respecto a su fase productiva (crecimiento).

Después de elaboradas las dietas experimentales, se tomaron muestras periódicas y representativas de las mismas y fueron remitidas conjuntamente con la harina de granos de frijol al laboratorio de Nutrición Animal de la FCV-LUZ, con el objetivo de corroborar la composición química nutricional de las dietas. El análisis bromatológico involucró la determinación de las siguientes fracciones: Materia seca, proteína cruda, extracto etéreo y fibra cruda, siendo todas estas fracciones determinadas según los métodos estandarizados por Association of Official Analytical Chemists (AOAC) [2]. El contenido de calcio en las dietas experimentales fue cuantificado acorde con Fick y col. [9], en tanto que para la cuantificación del fósforo se empleó el método colorimétrico del reactivo amarillo, tal como lo describe la AOAC [2]. Los taninos condensados fueron cuantificados exclusivamente a la harina de granos de frijol tratada térmicamente, empleando para ello el método de Butanol (HCl-butanol), descrito por Potter y col. [32]. Siendo la cantidad total de taninos condensados expresada de forma porcentual en equivalentes catequinas (EC).

Parámetros evaluados

Ganancia de peso corporal (GPC): El peso corporal de las aves fue registrado a su llegada al galpón experimental (un día de edad) y a los días 7-14 y 21 del ensayo, lo cual correspondió a las semanas 1, 2 y 3 respectivamente. Esta variable se evaluó con el pesaje de todos los pollos presentes en sus respectivos corrales, utilizando para ello un peso tipo reloj (con una precisión de 20 gramos).

Consumo de alimento: El consumo de alimento fue registrado diariamente durante todo el ensayo y totalizado semanalmente. Esta variable se evaluó con el pesaje del alimento ofrecido diariamente y la diferencia diaria rechazada para las respectivas semanas de evaluación entre el número de aves presentes en el corral, tal como se describe en la siguiente fórmula:

Consumo semanal de alimento/pollo (CSAP).

$CSAP(\text{desde la } 1^{\text{ra}} \text{ a la } 3^{\text{ra}} \text{ semanas}) =$

$$\frac{\text{Alimento diario ofrecido por corral en las semanas 1, 2 y 3} - \text{Alimento diario rechazado por corral en las semanas 1, 2 y 3}}{\text{Número de aves por corral}}$$

Conversión alimenticia: La conversión alimenticia acumulada (CAA) se registró semanalmente empleando para ello la siguiente fórmula [13]:

$$CAA = \frac{\text{Cantidad (gramos) de alimento consumido / pollo}}{\text{Ganancia (gramos) de peso corporal / pollo}}$$

Química sanguínea: Semanalmente fueron seleccionadas al azar 4 aves/tratamiento en ayuno y se trasladaron vivas al laboratorio de Nutrición Animal de la FCV-LUZ, en cajas plásticas especiales a objeto de minimizar el estrés. Posteriormente, las muestras sanguíneas se recolectaron por punción cardíaca e inmediatamente de ser colectadas fueron centrifugadas a 2.800 rpm/15 minutos, el plasma obtenido fue almacenado a -4°C hasta el día siguiente de su evaluación. Los niveles plasmáticos de la enzima alanina aminotransferasa (ALT), glucosa plasmática, proteínas plasmáticas totales (PPT) y albúminas plasmáticas (ALP) se determinaron por espectrofotometría a través de kits disponibles comercialmente (CONCEPTA, Barcelona, España).

Análisis estadísticos

Los datos obtenidos se analizaron a través de dos modelos matemáticos. El primero correspondió a un diseño de Parcelas Divididas en el Tiempo [28] y analizado a través del procedimiento PROC MIXED, SAS [36]. El modelo aditivo lineal que explica el comportamiento de las variables respuestas es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_{(i)} + A(T)_{j(i)} + P_k + TP_{ik} + E_{ijkl}$$

donde:

Y_{ijkl} : Ganancia de peso corporal, consumo de alimento y conversión alimenticia.

μ : Media general de todas las observaciones.

$T_{(i)}$: Efecto del i -ésimo tratamiento ($i = 1, 2, 3$ y 4) donde;
 1= Dieta con 0% de inclusión de frijol bayo.
 2= Dieta con 5% de inclusión de frijol bayo.
 3= Dieta con 10% de inclusión de frijol bayo.
 4= Dieta con 15% de inclusión de frijol bayo.

$A(T)_{j(i)}$: Efecto del j -ésimo animal anidado en el i -ésimo tratamiento.

P_k : Efecto del k -ésimo período ($k = 1, 2$ y 3) donde;
 1= Semana 1.
 2= Semana 2.
 3= Semana 3.

TP_{ik} : Efecto de la interacción del i -ésimo tratamiento con el k -ésimo período.

E_{ijkl} : Efecto de los factores no controlados en el experimento sobre las unidades experimentales en el k -ésimo período, j -ésimo unidad experimental y que recibió el i -ésimo tratamiento.

Se asumen que $A(T)_{j(i)}$ y E_{ijkl} son términos aleatorios y el resto de los términos se asumen fijos. Para este análisis se modeló la estructura de covarianza con la opción de medidas repetidas del PROC MIXED, SAS [36].

El segundo modelo correspondió a un diseño aleatorizado por bloques completo [27,28] y resuelto usando un ANOVA con el procedimiento PROC GLM, SAS [32]. El modelo aditivo lineal que explica el comportamiento de las variables respuestas es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + D_j + TD_{ij} + E_{ijkl}.$$

donde:

Y_{ijkl} : Niveles plasmáticos de la enzima alanina amino transferasa, glucosa plasmática, proteínas plasmáticas totales y albúminas plasmáticas.

μ : Media general de todas las observaciones.

T_i : Efecto del i -ésimo tratamiento ($i= 1, 2$ y 3) donde:
 1= Dieta con 0% de inclusión de frijol bayo.
 2= Dieta con 5% de inclusión de frijol bayo.
 3= Dieta con 10% de inclusión de frijol bayo.
 4= Dieta con 15% de inclusión de frijol bayo.

D_j : Efecto de la j -ésima semana.

TD_{ij} : Interacción del i -ésimo tratamiento y la j -ésima semana.

E_{ijkl} : Efecto de los factores no controlados en el experimento sobre las unidades experimentales en el k -ésimo período, j -ésimo unidad experimental y que recibió el i -ésimo tratamiento.

En ambos modelos las pruebas de t , fueron utilizadas para comparar las medias de las variables respuestas donde se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la inclusión dietética de harina de frijol bayo (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) sobre la ganancia de peso corporal en pollos de engorde durante la etapa de crecimiento.

Como se muestra en la TABLA II, los pollos de los grupos 1 (no harina de frijol bayo), 2 (5% de harina de frijol bayo) y 3 (10% de harina de frijol bayo) tuvieron mayores ($P<0,05$) ganancias de pesos que los del grupo 4 (15% de harina de frijol bayo). No se hallaron diferencias entre los pollos de los grupos 1, 2 y 3.

El inferior comportamiento de los pollos del grupo 4 pudiera ser atribuido al mayor consumo de harina de frijol bayo, y en consecuencia, al efecto negativo de taninos condensados presentes en ésta sobre la digestibilidad de aminoácidos esenciales como la lisina [14, 35]. La acción de los taninos presentes en el frijol involucra una reducción en la actividad de enzimas digestivas de acción proteolítica (dipeptidasas) y aminolí-

tica [24]. En otro estudio [12], se evidenció una disminución en la digestibilidad de la metionina, fenilalanina, alanina, arginina y leucinas a nivel de ileon cuando la dieta de pollos de engorde contenía 2% de taninos condensados. En los pollos de engorde, la demanda nutricional de aminoácidos esenciales como metionina+cistina (0,90%) y lisina (1,10%) durante las tres primeras semanas de edad es elevada [30]. A esta edad, tal demanda por estos aminoácidos es en gran parte utilizada para el crecimiento y diferenciación de órganos y tejidos, hueso, sistema digestivo con sus anexos y músculo [29].

En el presente trabajo, todas las dietas experimentales contenían entre 70 a 80% de metionina sintética según las bases generadas por el programa de formulación [4], cuya digestibilidad citada por el proveedor comercial es de 99%. Resulta entonces lógico suponer que la metionina no fue un aminoácido limitante en las dietas preparadas para este estudio, contrario a la lisina cuya concentración en las cuatro dietas exhibió alguna variabilidad en atención a la fuente que la aportaba. En el tratamiento 4, la harina de frijol bayo representó la segunda fuente más importante de lisina (20%) siendo la principal la harina de soya (49%) seguida de la harina de pescado (18%) y harina de maíz (13%). En las dietas de los tratamientos 1, 2 y 3, la lisina fue aportada principalmente por la harina de soya (55 a 60%), seguida de la harina de pescado (18 a 20%) y la harina de maíz (14 a 16%) donde el frijol nunca superó a esta última, siendo los valores de digestibilidad de la lisina, superiores a los citados para el frijol [20, 35]. Esta bien documentado la relación de la lisina dietética con la ganancia de peso observada en pollos de engorde [3].

Efecto de la inclusión dietética de harina de frijol bayo (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) sobre el consumo de alimento en pollos de engorde durante la etapa de crecimiento.

Como se muestra en la TABLA III, el consumo de alimento entre grupos experimentales no difirió ($P>0,05$) durante la primera semana. Sin embargo, en las semanas 2 y 3 se observaron diferencias ($P<0,05$) a favor de los tratamientos 1, 2 y 3 vs. 4. No obstante, los tratamientos 1, 2 y 3 no difieren estadísticamente en las semanas 2 y 3. Estos resultados sugieren que la inclusión de harina de frijol a niveles de 15% pudiese ser la razón de una reducción del consumo voluntario durante la 2^{da} y 3^{era} semana.

Tal reducción del consumo también pudiera ser atribuida a los niveles de taninos [19] observados (4,5% EC) en la harina de granos de frijol después de ser secada en la estufa con aire forzado a 65°C/24 hora. En otros estudios con pollos de engorde [12], se observó una reducción del consumo con niveles dietéticos de 2,0 y 2,5% de taninos condensados en el alimento. El efecto negativo de los taninos (hidrosoluble y condensado) sobre el consumo también fue sugerido en previos estudios [24] usando niveles de 4,1% (EC) en el alimento. Los taninos forman complejos con algunas glicoproteínas de la saliva; este tipo de complejo causa una sensación astringente en

TABLA II

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE HARINA DE GRANOS DE FRÍJOL BAYO (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) SOBRE LA GANANCIA DE PESO CORPORAL EN POLLOS DE ENGORDE DURANTE LAS TRES PRIMERAS SEMANAS DE EDAD. MEDIAS \pm ERROR ESTÁNDAR PARA LA GANANCIA PESO CORPORAL (g) / EFFECT OF INCLUDING COWPEA GRAIN MEAL ON WEIGHT GAIN IN BROILERS CHICKEN DURING THE FIRST THREE WEEKS OF AGE. LEAST SQUARE MEANS AND STANDAR ERROR FOR WEIGHT GAIN (g).

Tratamiento	Semanas		
	1	2	3
	Gramos		
1	90,75 \pm 7,65 ^a	306,75 \pm 7,80 ^a	574,50 \pm 12,17 ^a
2	81,75 \pm 7,65 ^a	304,50 \pm 7,80 ^a	576,25 \pm 12,17 ^a
3	82,00 \pm 7,65 ^a	293,25 \pm 7,80 ^a	547,50 \pm 12,17 ^a
4	60,75 \pm 7,65 ^b	241,50 \pm 7,80 ^b	454,50 \pm 12,17 ^b

^{a,b}: Valores con letras diferentes dentro de la misma columna presentan diferencias significativas (P<0,05).

TABLA III

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE HARINA DE GRANOS DE FRÍJOL BAYO (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) SOBRE EL CONSUMO DE ALIMENTO EN POLLOS DE ENGORDE DURANTE LAS TRES PRIMERAS SEMANAS DE EDAD. MEDIAS \pm ERROR ESTÁNDAR PARA LA GANANCIA PESO CORPORAL (g) / EFFECT OF INCLUDING COWPEA GRAIN MEAL ON FEED INTAKE IN BROILERS CHICKEN DURING THE FIRST THREE WEEKS OF AGE. LEAST SQUARE MEANS AND STANDAR ERROR FOR FEED INTAKE (g).

Tratamiento	Semanas		
	1	2	3
	gramos		
1	127,67 \pm 7,98 ^a	322,32 \pm 7,98 ^a	412,47 \pm 7,98 ^a
2	127,70 \pm 7,98 ^a	325,00 \pm 7,98 ^a	430,47 \pm 7,98 ^a
3	122,55 \pm 7,98 ^a	317,37 \pm 7,98 ^a	415,40 \pm 7,98 ^a
4	112,17 \pm 7,98 ^a	284,75 \pm 7,98 ^b	378,87 \pm 7,98 ^b

^{a,b}: Valores con letras diferentes dentro de la misma columna presentan diferencias significativas (P<0,05).

la cavidad bucal, lo cual reduce notablemente la palatabilidad y por ende el consumo [19].

Por otro lado, la disminución del consumo también pudiese estar asociada a una menor digestibilidad ocasionada por la presencia de taninos. Aunque en el presente trabajo no se determinó la digestibilidad *in vitro* de la proteína, es lógico suponer que el contenido de taninos presente en el frijol bayo pudo haber afectado negativamente la digestibilidad de la proteína. La baja digestibilidad ocasiona una reducción del consumo, debido a que los efectos del llenado intestinal están asociados con la baja digestibilidad de los nutrientes [19]. Rehman y Shah [33] reportaron mejoras en la digestibilidad de la proteína dietética producto de la disminución de los taninos condensados.

Efecto de la inclusión dietética de frijol bayo (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) sobre la conversión alimenticia en los pollos de engorde durante la etapa de crecimiento.

Como se muestra en la TABLA IV, la conversión de alimento no difirió entre grupos durante la primera semana. Sin embargo, para las semanas 2 y 3, se observaron diferencias (P<0,05) a favor de los tratamientos 1, 2 y 3 vs. 4, pero sin diferencias entre los grupos 1, 2 y 3.

La literatura científica que documenta el efecto de la inclusión del frijol sobre la conversión alimenticia en dietas para pollos de engorde es muy limitada. Los resultados obtenidos indican, que la inclusión dietética de frijol no afectó la conversión alimenticia en la primera semana. Esto pudiera ser atribuido a que los pollos de engorde durante los tres primeros días de vida obtienen una considerable cantidad de nutrientes de su saco vitelino, cuya reabsorción es completada en la primera semana [31]. Asimismo, los resultados observados en el presente trabajo demuestran que, la mayor inclusión dietética de frijol bayo (15%), ocasionó la más alta conversión alimenticia durante las semanas 2 y 3. Dicho incremento en la conversión alimenticia pudiera ser atribuido a los niveles de taninos observados (4,5% EC) en la harina de granos de frijol [24].

La conversión alimenticia observada durante la segunda semana para los 4 tratamientos, aumentó drásticamente en un 58,84% con respecto a la primera semana. Esta situación no fue observada entre la segunda y tercera semana, donde apenas el incremento se ubicó en 2%. Según algunos indicadores productivos, el aumento en la conversión alimenticia no debería superar los valores de 31% para la segunda semana en comparación con la primera y entre la segunda y tercera se-

TABLA IV
EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE HARINA DE GRANOS DE FRÍJOL BAYO (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) SOBRE LA CONVERSIÓN DE ALIMENTO EN POLLOS DE ENGORDE DURANTE LAS TRES PRIMERAS SEMANAS DE EDAD. MEDIAS ± ERROR ESTÁNDAR PARA LA CONVERSIÓN DE ALIMENTO / EFFECT OF INCLUDING COWPEA GRAIN MEAL ON FEED CONVERSION IN CHICKEN BROILERS DURING THE FIRST THREE WEEKS OF AGE. LEAST SQUARE MEANS ± STANDARD ERROR FOR FEED CONVERSION.

Tratamiento	Semanas		
	1	2	3
1	0,939 ± 0,04 ^a	1,467 ± 0,04 ^a	1,510 ± 0,04 ^a
2	1,007 ± 0,04 ^a	1,500 ± 0,04 ^a	1,539 ± 0,04 ^a
3	0,954 ± 0,04 ^a	1,537 ± 0,04 ^a	1,581 ± 0,04 ^a
4	1,030 ± 0,04 ^a	1,739 ± 0,04 ^b	1,760 ± 0,04 ^b

^{a,b}: Valores con letras diferentes dentro de la misma columna presentan diferencias significativas (P<0,01).

mana en un 19% máximo (valores estimados de la NRC) [30]. Estas variaciones detectadas en el presente trabajo para la conversión alimenticia de las semanas 1 y 2, posteriormente reducidas en las semanas 2 y 3, probablemente fueron ocasionadas por las prácticas de manejo a las cuales fue sometida la parvada experimental.

Efecto de la inclusión dietética de harina de frijol bayo (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) sobre la concentración de glucosa plasmática durante la fase de crecimiento en pollos de engorde.

En la TABLA V se ilustran las medias cuadráticas de las concentraciones plasmáticas de glucosa en pollos de engorde sometidos a los diferentes tratamientos. Durante las semanas 1 y 3, la concentración de glucosa plasmática no presentó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados. Sin embargo, en la semana 2, las aves pertenecientes a los tratamientos 3 y 4 presentaron concentraciones plasmáticas de glucosa (P<0,01) superiores a las observadas en el tratamiento 2. No se evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos 1 y 2, de forma similar los tratamientos 1, 3 y 4, no difieren significativamente.

La glucosa representa el azúcar más importante en el metabolismo de los carbohidratos en todos los vertebrados. Este es el carbohidrato que circula vía sanguínea a los diferentes órganos y tejidos corporales quienes lo emplean como fuente energética [34]. En dietas convencionales para pollos de engorde y gallinas ponedoras, los almidones (amilosa y amilopectina) presentes en el maíz, trigo, cebada y soya, constituyen la fuente principal de glucosa sanguínea circulante [37]. Los valores circulantes de glucosa en el plasma sanguíneo de los pollos de engorde se encuentran en el rango de 152 a 182 mg/dL [26]. Sin embargo, Larbier y Leclercq [18] indicaron que las aves jóvenes pueden tener concentraciones máximas de 225 mg/dL. Observaciones similares son aportadas por Klandorf y col. [15], quienes sugieren en pollos jóvenes un rango de 200 a 250 mg de glucosa/dL. En atención a este rango sugerido, todas las aves de los cuatro tratamientos evaluados para los tres periodos, presentaron concentraciones de glucosa sanguínea considerados normales, excepto para el grupo de aves del tratamiento 2 en la semana 2, quienes refi-

reron valores inferiores a los considerados normales. Los niveles sanguíneos de glucosa en aves clínicamente normales, pueden disminuir según las concentraciones de glucocorticoides endógenos o exógenos que presentan ante determinadas condiciones de manejo [11]. En el presente trabajo, los cuatro niveles de inclusión dietética de frijol bayo (0; 5; 10 y 15%) no produjeron cambios en las concentraciones circulantes de glucosa sanguínea durante las tres semanas que comprendieron la fase de crecimiento.

Concentración de proteína plasmáticas totales durante la fase de crecimiento.

Las medias cuadráticas de la concentración de proteína plasmática total para los cuatros tratamientos evaluados en la fase de crecimiento es ilustrada en la TABLA VI. En atención al análisis estadístico realizado, no se detectó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados durante las tres semanas evaluadas.

La media referencial para el contenido de proteína plasmática total en pollos de engorde con 21 días de edad fue: 4,03 mg/dL, teniendo como rango normal: 3,01 – 5,05 mg/dL [25]. En atención a este rango normal, todas las aves durante la primera semana de edad presentaron valores inferiores. En la semana 2, las aves de los tratamientos 1 y 2 presentaron concentraciones normales, no así los pollos que pertenecían a los tratamientos 3 y 4. Para la semana 3, las aves del tratamiento 1, exhibieron valores normales de proteína plasmática total, el resto de la parvada experimental (tratamientos 2, 3 y 4) presentaron valores inferiores al citado rango.

La reducción de proteína plasmática observada en el presente trabajo, pudiera ser explicada en parte como una consecuencia directa del efecto de los taninos condensados en reducir la digestibilidad de la proteína dietética, lo cual ha sido anteriormente reportado en pollos de engorde [12, 14].

Concentración de albúmina plasmática durante la fase de crecimiento.

En la TABLA VII, se ilustran las medias cuadráticas de las concentraciones de albúmina plasmática en pollos de en-

TABLA V
EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE HARINA DE GRANOS DE FRÍJOL BAYO (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) SOBRE LA CONCENTRACIÓN PLASMÁTICA DE GLUCOSA EN POLLOS DE ENGORDE DURANTE LAS TRES PRIMERAS SEMANAS DE EDAD. MEDIAS ± ERROR ESTÁNDAR/ EFFECT OF INCLUDING COWPEA GRAIN MEAL ON PLASMA GLUCOSE CONCENTRATION IN CHICKEN BROILERS DURING THE FIRST THREE WEEKS OF AGE. LEAST SQUARE MEANS ± STANDARD ERROR(mg/dL).

Tratamiento	Semanas		
	1 (mg/dL)	2 (mg/dL)	3 (mg/dL)
1	218,43 ± 21,10 ^a	195,95 ± 25,54 ^{ab}	227,80 ± 21,10 ^a
2	216,26 ± 21,10 ^a	144,26 ± 21,10 ^b	242,66 ± 21,10 ^a
3	237,20 ± 21,10 ^a	279,46 ± 21,10 ^a	263,80 ± 21,10 ^a
4	241,50 ± 21,10 ^a	241,70 ± 21,10 ^a	207,63 ± 21,10 ^a

^{a,b}: Valores con letras diferentes dentro de la misma columna presentan diferencias significativas (P<0,01).

TABLA VI
EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE HARINA DE GRANOS DE FRÍJOL BAYO (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA PLASMÁTICA TOTAL EN POLLOS DE ENGORDE DURANTE LAS TRES PRIMERAS SEMANAS DE EDAD. MEDIAS ± ERROR ESTÁNDAR/ EFFECT OF INCLUDING COWPEA GRAIN MEAL ON TOTAL PLASMA PROTEIN IN CHICKEN BROILERS DURING THE FIRST THREE WEEKS OF AGE. LEAST SQUARE MEANS ± STANDARD ERROR (mg/dL).

Tratamiento	Semanas		
	1 (mg/dL)	2 (mg/dL)	3 (mg/dL)
1	2,84 ± 0,22 ^a	3,68 ± 0,22 ^a	3,16 ± 0,22 ^a
2	2,80 ± 0,22 ^a	3,31 ± 0,22 ^a	2,70 ± 0,22 ^a
3	2,71 ± 0,22 ^a	2,89 ± 0,22 ^a	2,76 ± 0,22 ^a
4	2,64 ± 0,22 ^a	2,79 ± 0,22 ^a	2,33 ± 0,22 ^a

^{a,b}: Valores con letras diferentes dentro de la misma columna presentan diferencias significativas (P<0,01). mg/dL: miligramos por decilitro.

TABLA VII
EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE HARINA DE GRANOS DE FRÍJOL BAYO (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE ALBÚMINA PLASMÁTICA EN POLLOS DE ENGORDE DURANTE LAS TRES PRIMERAS SEMANAS DE EDAD. MEDIAS ± ERROR ESTÁNDAR/ EFFECT OF INCLUDING COWPEA GRAIN MEAL ON PLASMA ALBUMIN CONCENTRATION IN CHICKEN BROILERS DURING THE FIRST THREE WEEKS OF AGE. LEAST SQUARE MEANS ± STANDAR ERROR (mg/dL).

Tratamiento	Semanas		
	1 (mg/dL)	2 (mg/dL)	3 (mg/dL)
1	1,66 ± 0,21 ^a	1,92 ± 0,26 ^a	1,61 ± 0,21 ^a
2	1,40 ± 0,21 ^a	1,58 ± 0,21 ^a	1,75 ± 0,22 ^a
3	2,13 ± 0,21 ^a	1,77 ± 0,21 ^a	1,56 ± 0,21 ^a
4	1,94 ± 0,21 ^a	1,42 ± 0,21 ^a	1,52 ± 0,21 ^a

^{a,b}: Valores con letras diferentes dentro de la misma columna presentan diferencias significativas (P<0,01). mg/100ml: miligramos por 100 mililitro.

gorde sometidos a los diferentes tratamientos. Según el análisis estadístico realizado, no se detectó diferencias significativas entre los tratamientos estudiados durante las tres semanas evaluadas.

La media referencial para la concentración de albúmina plasmática en pollos de engorde con 21 días de edad es: 1,92 mg/dL, teniendo como rango normal: 1,10 - 2,74 mg/dL [25]. En atención al referido rango, todas las aves de los cuatro tratamientos estudiados presentaron valores normales durante las tres semanas que conformó la fase de crecimiento. Sin em-

bargo, los resultados obtenidos difieren de aquellos reportados por Mitruka y col. [26], quienes indican un valor promedio de albúmina plasmática de 2,81 mg/dL.

La albúmina es sintetizada en el hígado y representa la mayor fracción proteica del plasma de las aves [16]. Bajas concentraciones de esta proteína plasmática han sido asociadas a patologías hepáticas y renales, deficiencias nutricionales (cantidad y calidad de las proteínas dietéticas) y estados agudos de enfermedades. Al-Homidan y col. [1] alimentaron pollos de engorde con diferentes niveles de inclusión dietética de se-

millas de *Rhazya stricta*, sus resultados indican una significativa reducción en la concentración de albúmina plasmática como consecuencia directa de factores antinutricionales presentes en las dietas que contenían 2% de mencionada semilla. Estos mismos autores observaron lesiones hepáticas y renales en este grupo de pollos. En el presente trabajo las concentraciones de albúmina plasmáticas, se mantuvieron dentro del rango considerado normal, lo cual sugiere que la concentración de factores antinutricionales presentes en la harina de granos de frijol bayo en los niveles estudiados, no afectaron significativamente la síntesis de esta proteína a nivel hepático.

Concentración plasmática de alanina aminotransferasa (ALT) durante la fase de crecimiento.

Las medias cuadráticas de los niveles plasmáticos de ALT en los pollos de engorde pertenecientes a los cuatro tratamientos son ilustradas en la TABLA VIII. Para la 1era semana, el análisis estadístico mostró diferencias significativas a favor de los tratamientos 1, 2 y 3 en comparación con el tratamiento 4. Mientras que para las semanas 2 y 3, no se detectó diferencias estadísticas en los tratamientos estudiados. La media referencial para la concentración plasmática de ALT en pollos de engorde es de 25,0 UI/L, teniendo como rango normal: 9,50 – 37,2 UI/L [26]. En atención al mencionado rango, todas las aves de los cuatros tratamientos evaluados presentaron valores normales durante las semanas 1, 2 y 3. Excepto las aves del tratamiento 4 para la semana 1, presentaron niveles plasmáticos de ALT muy por debajo del valor referencial.

La enzima alanina aminotransferasa (ALT) se encuentra principalmente en el citoplasma de las células hepáticas de aves y mamíferos, aún cuando el músculo, corazón, riñones y otros tejidos la pueden contener pero en menor cuantía [11]. Una disminución en la concentración de la ALT, como fue observado en las aves del tratamiento 4 durante la semana 1, sugiere lesiones en el tejido hepático, desde leves a intermedias [23], las cuales pudieran ser causadas por el contenido de taninos condensados presentes en esta dieta experimental, siendo esta dieta la que refirió el más alto nivel de inclusión de

frijol. Dado al hecho de que estas aves (tratamiento 4) recuperaron los niveles de la mencionada enzima en las semanas siguientes, resulta lógico suponer que el 15% de inclusión dietética de frijol bayo ocasionó leves lesiones en el tejido hepático. Sin embargo, las referidas lesiones hepáticas pudieran ser determinantes en afectar otras variables evaluadas, cuyos rendimientos en la primera y segunda semana no fueron satisfactorios, por ejemplo, ganancia de peso corporal y consumo de alimento. En otras especies avícolas se reportan los niveles plasmáticos de ALT (14 a 17 UI/L) similares a los observados en el presente trabajo [10].

CONCLUSIONES

Las aves que consumieron las dietas con 0; 5 y 10% de inclusión de harina de granos de frijol bayo (*Vigna unguiculata (L.) Walp.*), presentaron mejores pesos corporales, consumo de alimento y conversión alimenticia, en comparación con el grupo que consumió dietas con 15%. El presente ensayo reveló que, al incluir 5 y 10% de frijol bayo en las dietas balanceadas para pollos de engorde durante el crecimiento, se mantienen satisfactoriamente los parámetros productivos, lo cual revela la factibilidad de incluir esta leguminosa de grano como una fuente adecuada de proteína vegetal, en dietas convencionales para pollos de engorde. No obstante, niveles dietéticos superiores al 15% revelaron efectos negativos sobre la productividad.

La concentración plasmática de glucosa, proteínas totales, albúmina y alanina aminotransferasa revelan pocas modificaciones sobre el patrón fisiológico de las aves que consumieron los diversos niveles de inclusión dietética de frijol bayo. Sin embargo, la baja concentración plasmática de alanina aminotransferas observadas en el grupo de pollos alimentados con la dieta del tratamiento 4 (15% de frijol bayo durante la primera semana de edad, sugiere daños en la funcionalidad hepática de las aves, lo cual afectó notablemente la respuesta productiva de esta parvada. Esto soporta la no inclusión de referido nivel dietético durante este período.

TABLA VIII

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE HARINA DE GRANOS DE FRÍJOL BAYO (*Vigna unguiculata (L.) Walp.*) SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE ALANINA AMINOTRANSFERASA (ALT) EN POLLOS DE ENGORDE DURANTE LAS TRES PRIMERAS SEMANAS DE EDAD. MEDIAS ± ERROR ESTÁNDAR / EFFECT OF INCLUDING COWPEA GRAIN MEAL ON ALANINE-AMINO-TRANSFERASE (ALT) IN THE DIET OF CHICKEN BROILERS DURING THE FIRST THREE WEEKS OF AGE. LEAST SQUARE MEANS ± STANDARD ERROR (UI/L).

Tratamiento	Semanas		
	1 (UI/L)	2 (UI/L)	3 (UI/L)
1	12,96 ± 1,34 ^a	14,16 ± 1,64 ^a	16,55 ± 1,34 ^a
2	12,63 ± 1,34 ^a	16,77 ± 1,34 ^a	16,89 ± 1,34 ^a
3	15,48 ± 1,34 ^a	17,11 ± 1,34 ^a	17,03 ± 1,34 ^a
4	6,76 ± 1,34 ^b	15,96 ± 1,34 ^a	16,92 ± 1,34 ^a

^{a,b}: Valores con letras diferentes dentro de la misma columna presentan diferencias significativas (P<0,01).
UI/L: Unidades internacionales por litro.

RECOMENDACIONES

En atención a los resultados observados en el presente trabajo se recomienda la inclusión de harina de granos de frijol bayo (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) en los siguientes niveles dietéticos 5 y 10%, en dietas convencionales para pollos de engorde durante el crecimiento (0 a 21 días). Es importante destacar que esta harina de frijol bayo fue tratada térmicamente (65°C/24 horas) con la finalidad de facilitar su inclusión dietética.

AGRADECIMIENTO

Al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Investigación (FONACIT), Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES), Centro Experimental de Producción Animal (CEPA) de la Facultad de Ciencias Veterinarias LUZ, laboratorio de Nutrición Animal de la Cátedra Nutrición y Alimentación Animal, por el soporte logístico y financiero otorgado para el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AL-HOMIDAN, A.; AL-QARAWI, A.A.; AL-WAILY, S.A.; ADAM, S.E.I. Response of broiler chicks to dietary *Rhizya stricta* and *Nigella sativa*. **Brit Poultry Sci.** 43: 291-296. 2006.
- [2] ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (A.O.A.C). **Official methods of analysis** (15 th. Ed.) Washington, D.C. 1117 pp. 1990.
- [3] BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chick during the first three weeks posthatching. **Poultry Sci.** 73: 1441-1447. 1994.
- [4] BRILL CORPORATION. The Brill Feed Formulation Software V7. User's Manual. Version 7. 1995.
- [5] BOSCÁN, D.O. Generalidades del frijol. En: Caraota y frijol. Fundación servicio para el agricultor (FUSAGRI). 9-12 pp. 1987.
- [6] D'MELLO, J.P. Under utilized legume grains in no-ruminant nutrition. In. Tropical legumes in animal nutrition. **CAB International**. Wallingford. Oxon. UK. 20-23 pp. 1995.
- [7] EWEL, E.; MADRIZ, A. Zonas de vida de Venezuela. MAC. Caracas. **Editorial Sucre**. 265 pp. 1968.
- [8] FEDERACIÓN NACIONAL DE ASOCIACIONES DE PRODUCTORES AGRÍCOLAS (FEDEAGRO). **Estadísticas Agrícolas**. <http://www.fedeagro.org/produccion/default.asp>. Año 2005.
- [9] FICK, K.R.; MILLER, S.M.; FUNK, J.D.; MCDOWELL, L.R.; HOUSER, R.H. Methods of mineral analysis for plant and animal tissues. Animal Science Department. University of Florida. Gainesville, Florida, USA. 502 pp. 1979.
- [10] GURSU, M.F.; ONDERCI, M.; GULCU, F.; SAHIN, K. Effects of vitamin C and folic acid supplementation on serum paraxonase activity and metabolites induced by heat stresses in vivo. **Nutr. Res.** 24: 157-164. 2004.
- [11] HARR, K. E. Clinical chemistry of companion avian species: A review. **Vet Clin Pathol.** 31 (3): 140-151. 2002.
- [12] IJI, P.A.; KHUMALO, K.; SLIPPERS, S.; GOUS, R.M. Intestinal function and body growth of broiler chickens on maize-based diets supplemented with mimosa tannins and microbial enzyme. **J Sci Food Agric.** 84: 1451-1458. 2004.
- [13] JABI, L.; BARRIOS, P.; VEGA, A. Evaluación del frijol caupi (*Vigna unguiculata*) como ingrediente proteico en dietas para pollos de asadero. **MVZ-CÓRDOBA**. 7 (1): 162-167. 2002.
- [14] KAWAMOTO, H.; NAKATSUBO, F.; MURAKAMI, K. Stoichiometric studies of tannin-protein co-precipitation. **Phytochem.** 41: 1427-1431. 1996.
- [15] KLANDORF, H.; HOLT, S.B.; MCGOWAN, J.A.; PINCHASOV, Y.; DEYETTE, D.; PETERSON, R.A. Hyperglycemia and non-enzymatic glycation of serum and tissue proteins in chickens. **Comp. Biochem. Physiol.** 110C: 215-220. 1995.
- [16] KORZA, G.A.; MUSSART, N.B.; COPPO, J.A. Evaluación ontogénica del medio interno en pollos barrilleros. Cambios provocados por un derivado de algas marinas. **Rev. Vet.** 15: 73-79. 2004.
- [17] LABARCA, M.V.; MORA, S.C.; SILVA, S.F.; BRACHO, B.; CASTRO DE R., C.; MAVARES, O.; HIGUERA, A. Optimización de riego en frijol *Vigna unguiculata* (L.) Walp en suelos de la altiplanicie de Maracaibo. **Rev de la Fac de Agron – LUZ**. 16: 306-317. 1999.
- [18] LARBIER, M.; LECCLERCQ, B. Nutrition and feeding of poultry. Nottingham University Press. 305 pp. 1994.
- [19] LATORRE, S.M.; CALDERON, C.A. Evaluación fisiológica y nutricional del efecto de taninos en los principales sorgos graníferos (*Sorghum bicolor* (L) moench) cultivados en Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Regional 7. 1998.
- [20] LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4th Ed. University Books. 591 pp. 2001.
- [21] LEÓN R., A.; ANGULO, I.; JARAMILLO, M.; REQUENA, F.; CALÍBRESE, H. Caracterización química y valor nutricional de granos de leguminosas tropicales para la alimentación de aves. **Zoot Trop.** 11: 151-170. 1993.
- [22] LON-WO, E.; CINO, D. Aminoácidos sintéticos en la eficiencia de utilización de una fuente proteica (*Vigna un-*

- guiculata*) alternativa para pollos de ceba. **Rev. Cub. Cien. Agric.** 34: 341-346. 2000.
- [23] LUMEIJ, J.T.; WESTERHOF, I. Blood chemistry for the diagnosis of hepatobiliary diseases in birds. A review. **Vet. Q.** 9: 255-261. 1987.
- [24] MAHMOOD, S.; SMITHARD, R.; SARWAR, M. Effects of salseed (*Shorea robusta*) tannins, restricted feed intake and age on relative pancreas weight and activity of digestive enzymes in male broilers. **Anim Feed Sci Technol.** 65: 215-230. 1997.
- [25] MELUZZI, A.; PRIMICERI, G.; GIORDANI, R.; FABRIS, G. Determination of blood constituents reference values in broilers. **Poult Sci** 71: 337-345. 1992.
- [26] MITRUKA, B.M.; RAWNSLEY, H.M.; VADEHRA, B.V. Clinical biochemical and hematological reference values in normal experimental animals. Masson Publishing. USA, Inc. 140-142 pp. 1977.
- [27] MONTGOMERY, D.C. Diseño y análisis de experimentos. Grupo editorial Iberoamérica. 589 pp. 1991.
- [28] MORRIS, T.R. Experimental design and analysis and animal sciences. Ed. T. Raymond. CABI Publishing. 208 pp. 1999.
- [29] MORRIS, T.R.; AL-AZZAWI, K.; GOUS, R.M.; SIMPSON, G.L. Effects of protein concentration on responses to dietary lysine by chicks. **Br. Poult. Sci.** 28: 185-195. 1987.
- [30] NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of poultry. 9th Rev. Ed. National Academy Press. Washington, D.C. 155 pp. 1994.
- [31] PEEBLES, E.D.; KEIRS, R.W.; BENNETT, L.W.; CUMMINGS, T.S.; WHITMARSH, S.K.; GERARD, P.D. Relationships among post-hatch physiological parameters in broiler chicks hatched from young breeder hens and subjected to delayed brooding placement. **Internat J of Poult. Sci.** 3: 578-585. 2004.
- [32] PORTER, L.J.; HRSTICH, L.N.; CHAN, B.G. The conversion of procyanidin and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. **Phytochem** 25: 223-230. 1986.
- [33] REHMAN, Z. U.; SHAH, W. H. Tannin contents and protein digestibility of black grams (*Vigna mungo*) after soaking and cooking. **Plant Foods for Hum Nutr.** 56: 265-273. 2001.
- [34] RUSSELL, R.W.; GAHR, S.A. Glucose availability and associated metabolism. In: Farm animal metabolism and nutrition. Ed. J. P. D'Mello. CABI Publishing. 121-147 pp. 2000.
- [35] TSHOVHOTE, N.J.; NESAMVUNI, A.E.; RAPHULU, T.; GOUS, R.M. The chemical composition, energy and amino acid digestibility of cowpeas used in poultry nutrition. **S Afr. J. Anim Sci.** 33: 65-69. 2003.
- [36] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. SAS/STAT. User's Guide (Version 8,2 Ed.) Cary, NC. 2005-2006.
- [37] SUNBERG, B.; XUE, Q.; NEWMAN, R.K.; NEWMAN, W. Glycaemic responses and hypocholesterolaemic effects of high amylase barley diets on broiler chicks. **J. Sci. Food Agric.** 76: 457-463. 1998.