

Artículo de investigación

Blood chemistry in broilers fed with golden button meal (*Thitonia diversifolia*) in the final phase*Química sanguínea en pollos de engorde alimentados con harina de Botón de Oro (*Thitonia diversifolia*) en fase de finalización**Química do sangue de frangos de corte alimentados com farinha de Botão de Ouro (*Thitonia diversifolia*) em fase de conclusão*Litsy Luciene Gutiérrez Castro ^{1*} ✉, MVZ, MSc, [CvLAC](#); José Ricardo Corredor Matus ¹, MVZ, MSc**Fecha correspondencia:**Recibido: 27 de septiembre de 2019.
Aceptado: 10 de diciembre de 2019.**Forma de citar:**Gutiérrez Castro LL, Corredor Matus JR. Química sanguínea en pollos de engorde alimentados con harina de Botón de Oro (*Thitonia diversifolia*) en fase de finalización. Rev. CES Med. Zootec. 2019; Vol 14(3): 42-52.[Open access](#)[© Copyright](#)[Creative commons](#)[Ethics of publications](#)[Peer review](#)[Open Journal System](#)DOI: [http://dx.doi.org/10.21615/](http://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.14.3.4)[cesmvz.14.3.4](#)

ISSN 1900-9607

Filiación:*Autor para correspondencia: Litsy Luciene Gutiérrez Castro. Correo electrónico: litsy.gutierrez@unillanos.edu.co

Comparte

**Abstract**

The incorporation of protein sources of vegetable origin in the formulation of diets for broilers has emerged as a nutritional alternative in the last years, as a need to establish a sustainable development of the poultry industry, especially on small and medium producers. The high cost of processed food, especially the source of protein, is one of the main difficulties. Therefore, it can be replaced, in part, by a more economical source, such as the gold button, is an important alternative for the small or medium producer, which in this way could improve its profitability. The objective of the present work was to evaluate the effects of the inclusion of different increasing levels (5, 10 and 15%) of gold button flour in food portions and its effect on blood biochemistry of broiler chickens found in the rural zones of the city of Villavicencio. These included: serum glucose, cholesterol, triglycerides, total proteins, serum albumin, serum globulin, alanine aminotransferase, uric acid and urea nitrogen. A total of 300 broilers 21 days old were distributed in metabolic cages according to a completely randomized experimental design in four treatments: control (T0), with gold button flour (5%, T1); (10%, T2), (15%, T3) and five repetitions of 15 chickens each. The use of gold button flour in broiler feed at levels of 15% did not cause detriment to or an increase in normal values, nor did it produce negative effects on the characteristics of the blood values. This study indicates the feasibility of including this vegetable resource as an adequate type of protein in balanced portions for broiler chickens.

Keywords: *poultry farming, nutrition, fodder, substitution, hematology.***Resumen**

La incorporación de fuentes de proteína de origen vegetal en la formulación de dietas para pollos de engorde, en los últimos años ha surgido como una alternativa nutricional que se establece como una necesidad para el desarrollo sostenible de la industria avícola a mediana y pequeña

1. Integrantes del Grupo de Investigación en Agroforestería, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Los Llanos, Vereda Barcelona, Villavicencio -Meta, Colombia.

escala. El costo elevado del alimento procesado, especialmente la fuente de proteína, es una de las principales dificultades. Por ello poderla sustituir, en parte, por una fuente más económica, como el Botón de Oro, es una alternativa importante para el pequeño o mediano productor, que de esta manera podría mejorar su rentabilidad. El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de diferentes niveles de inclusión crecientes (5, 10 y 15%) de harina de Botón de Oro en raciones alimenticias sobre los parámetros sanguíneos de bioquímica sanguínea en pollos de engorde del piedemonte llanero. Un total de 300 pollos de engorde de 21 días de edad se distribuyeron en jaulas metabólicas de acuerdo a un diseño experimental completamente al azar en 4 tratamientos: control (T0), con harina de Botón de Oro (5%, T1); (10%, T2), (15%, T3) y 5 repeticiones de 15 aves cada uno. Se evaluaron los parámetros sanguíneos a través de las concentraciones plasmáticas de glucosa, colesterol, triglicéridos, proteínas totales, albúmina plasmática, globulina plasmática, alanina amino transferasa, ácido úrico y nitrógeno ureico. La utilización de harina de Botón de Oro en la alimentación de pollos de engorde a niveles de 15%, no ocasionó detrimento o aumento en los valores normales, ni produjo efectos negativos en las características al sacrificio de los valores sanguíneos. Este estudio indica la factibilidad de incluir este recurso vegetal como una fuente adecuada de proteína vegetal en raciones balanceadas para pollo de engorde.

Palabras clave: *avicultura, nutrición, forrajera, sustitución, hematología.*

Resumo

Incorporação de fontes vegetais de proteínas na formulação de dietas para frangos de corte, nos últimos anos, surgiu como uma alternativa nutricional que se estabelece como uma necessidade para o desenvolvimento sustentável da indústria avícola em pequena e média escala. O alto custo dos alimentos processados, principalmente a fonte de proteínas, é uma das principais dificuldades. Portanto, poder substituí-lo, em parte, por uma fonte mais econômica, como o botão de ouro, é uma alternativa importante para o pequeno ou médio produtor, o que, dessa forma, poderia melhorar sua lucratividade. O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da inclusão de diferentes níveis crescentes (5, 10 e 15%) de farinha de botão de ouro em rações alimentares sobre os parâmetros sanguíneos da bioquímica sanguínea em frangos de corte no sopé das planícies. Um total de 300 frangos de corte com 21 dias de idade foram distribuídos em gaiolas metabólicas segundo delineamento experimental inteiramente casualizado em 4 tratamentos: controle (T0), com farinha de botão de ouro (5%, T1); (10%, T2), (15%, T3) e 5 repetições de 15 aves cada. Os parâmetros sanguíneos foram avaliados através das concentrações plasmáticas de glicose, colesterol, triglicéridos, proteínas totais, albumina plasmática, globulina plasmática, alanina aminotransferase, ácido úrico e azoto ureico. O uso de farinha de botão de ouro na alimentação de frangos de corte em níveis de 15%, não causou prejuízo ou aumento nos valores normais, nem produziu efeitos negativos sobre as características do sacrifício dos valores sanguíneos. Este estudo indica a viabilidade de incluir este recurso vegetal como fonte adequada de proteína vegetal em rações balanceadas para frangos de corte

Palavras chave: *avicultura, nutrição, forragem, substituição, hematologia.*

Introducción

En la producción avícola, el alimento es la herramienta adecuada para lograr un adecuado crecimiento y desarrollo del animal, así como la obtención de productos nutracéuticos e higiénicamente seguros desde el punto de vista de la salud pública,

lo cual es posible determinar con la evaluación de los parámetros sanguíneos (homeostasis) que permite conocer el estado fisiológico del animal y permiten hacer un seguimiento para estimar el comportamiento nutricional del animal indicando las condiciones del metabolismo del cuerpo, los cuales permiten evaluar el funcionamiento de órganos como el hígado, riñón, corazón, músculos, entre otros con relación a la ración suministrada y orientar sobre una dieta adecuadamente balanceada^{3,7}. El sistema avícola latinoamericano, se ha desarrollado como una industria de ensamblaje con una fuerte dependencia de materias primas externas como el maíz, sorgo y soya, para la elaboración de alimentos balanceados, caracterizando estas dietas por sus altos costos de inversión en la adquisición de las materias primas importadas y la utilización de alta tecnología, afectando considerablemente, el proceso productivo de las explotaciones avícolas²⁵. Existe un amplio rango de especies arbóreas y arbustivas útiles para la alimentación animal, tanto de rumiantes como de monogástricos para diferentes propósitos productivos^{10,14,17,22}. En las zonas tropicales, es necesario buscar alternativas sostenibles de producción forrajera que se adapten al ecosistema, que requieran mínimas labores culturales, con características perennes, buena palatabilidad, alta producción de biomasa, excelente valor nutricional y que puedan asociarse a sistemas de producción para mejorar las condiciones medioambientales y además sean útiles para otros fines productivos⁵. La incorporación de nuevas 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^{15,20}.

Por lo anteriormente mencionado, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de 3 niveles dietéticos de la Harina de Botón de Oro (HBO) sobre la química sanguínea de las aves previas al sacrificio, medida a través de las concentraciones plasmáticas de varios parámetros (glucosa, colesterol, triglicéridos, proteínas totales, albúmina plasmática, alanina amino transferasa, ácido úrico, nitrógeno ureico y globulina), como una expresión fisiológica de los pollos de engorde durante la fase de finalización.

Materiales y métodos

Sitio de estudio

El trabajo de campo se realizó en la granja agropecuaria de la Universidad de Los Llanos, unidad avícola, del municipio de Villavicencio (Meta, Colombia), vereda Barcelona, localizada a 420 msnm, temperatura promedio de 28 °C, precipitación anual de 4383 mm, humedad relativa promedio del 85% e intensidad lumínica de aproximadamente 5 horas/día¹³.

Animales de estudio

Un total de 300 pollos de engorde de un día de edad de la línea comercial Cobb avian, obtenidos de una casa comercial fueron utilizados para el estudio. Los pollos fueron alojados dentro de un galpón experimental, con piso de cemento y con cama de cascarilla de arroz, lateralmente abierto con cortina manual y control del medio ambiente. Durante las primeras 2 semanas, los animales consumieron *ad libitum* un alimento comercial "iniciador"; posteriormente las aves a los 16 días de edad, se distribuyeron en jaulas metabólicas, con un periodo de 7 días de adaptación y 21 días de fase experimental, con suministro de agua y alimento a voluntad.

Los animales experimentales fueron alimentados con preiniciador (dieta basal balanceada comercial) hasta los 21 días de edad. Las dietas se formularon teniendo

en cuenta los requerimientos nutricionales de pollos de engorde en atención a la 9^o edición del Consejo Nacional de Investigación, estableciéndose así dietas específicas para la fase de crecimiento (0 a 21 días) y finalización (22 a 44 días). Los tratamientos consistieron en una dieta control y tres dietas con adición de harina de HBO (Tabla 1). El promedio de proteína en las dietas experimentales fue de 20,86%, muy similar a la dieta control (21%). La dificultad para estandarizar la proteína en las dietas experimentales al valor del control, es consecuencia del porcentaje establecido de HBO en las dietas experimentales.

Tabla 1. Dietas experimentales elaboradas sobre 100 kg para los pollos de engorde durante 30 días.

<i>Ingredientes</i>	<i>Sin Botón de Oro T0</i>	<i>5% de Botón de Oro T1</i>	<i>10% de Botón de Oro T2</i>	<i>15% de Botón de Oro T3</i>
Torta de soya	33,5	32,9	31,8	31,0
Maíz	48,1	48,0	48,2	44,3
Harina de arroz	8,7	8,5	8,5	12,6
Botón de Oro	0	0,8	1,6	2,4
Melaza	2	2,0	2,0	2,0
Fosfato bicálcico	2	2,0	2,0	2,0
Carbonato de Ca	0,5	0,5	0,5	0,5
Lisina	0,2	0,2	0,2	0,2
Aditivo y sal	0,8	0,9	0,9	0,7
Premezcla vitaminas y minerales	0,1	0,1	0,1	0,1
Aceite	4,1	4,1	4,2	4,2
Porcentaje de proteína	21,04	20,93	20,85	20,82
Energía metabólica por kg de MS Mcal	3,03	3,01	3,01	3,01

Toma de muestras y parámetros evaluados

A los 43 días de edad de las aves en igualdad de condiciones en todos los tratamientos, se obtuvieron muestras de sangre a través de punción de la vena braquial, previo ayuno de alimento durante ocho horas. El procedimiento de captura y sangrado no superó los cinco minutos. Fue extraída una muestra, de 3 ml de sangre/ave, de cada unidad experimental se tomaron dos réplicas para un total de 40 muestras. La sangre extraída se almacenó en tubos tapa roja sin anticoagulante, posteriormente las muestras fueron centrifugadas a 3100 rpm durante 15 min en centrífuga clínica (Thermo Scientific IEC Medilite™, Waltham, Massachusetts, EE.UU), obteniendo la separación de plasma y suero respectivamente que fueron almacenados a 4 °C hasta su evaluación. La medición y reporte de los componentes químicos que se evaluaron del suero sanguíneo fueron: glucosa (G), colesterol (C), triglicéridos (TGC), proteínas totales (PT), albúmina plasmática (AP), globulina plasmática (GP), alanina amino transferasa (ALT), aspartato amino transferasa (AST), ácido úrico (AU) y nitrógeno ureico sanguíneo (BUN).

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza utilizando paquete de análisis estadístico SPSS Statistics 22 y la comparación entre valores medios se realizó mediante el test de Tukey. Se estableció un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Resultados

Los resultados hallados en el presente ensayo se pueden apreciar en la tabla 2. En la misma se expresan las medias y error estándar de cada variable estudiada, destacándose que en parámetros como G, C, AST, ALT, BUN, PT, AP y GP no se hallaron diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos y con el control ($p > 0,05$). Sin embargo, los valores sanguíneos para TGC y AU se destacaron por presentar diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ellos, al adicionar HBO al 15%, notándose un incremento cercano a los 20 mg/dl en los TGC.

Se observó que los niveles séricos de G fueron mayores en los tratamientos que recibieron concentraciones de HBO del 10 y 15%. Las concentraciones séricas de PT, AP y GP, no fueron afectadas por los niveles de inclusión de la HBO en este estudio, pero se observó que, para el caso de la AP, los resultados de los tratamientos T1, T2 y T3, fueron ligeramente menores al control.

La evaluación de las enzimas hepáticas ALT y AST, no se vieron afectadas por los tratamientos incluidos, presentando valores muy similares entre ellos; este mismo comportamiento se presentó con los niveles de BUN.

Tabla 2. Parámetros sanguíneos en pollos de engorde alimentados con distintas dietas adicionadas con harina de Botón de Oro (HBO).

Variable	T0	T1	T2	T3
	Control Sin HBO	HBO 5%	HBO 10%	HBO 15%
Glucosa (mg/dl)	145,9 ±43,4	145,9 ±49,2	165,9 ±20,0	160,7 ±38,0
Colesterol (mg/dl)	138,7 ±18,2	138,3 ±10,2	134,2 ±12,0	140,0 ±25,9
Triglicéridos (mg/dl)	50,7 ±9,1 ^a	56,0 ±17,7 ^{a,b}	65,2 ±32,9 ^{a,b}	70,8 ±26,0 ^b
Ácido Úrico (mg/dl)	2,2 ±0,4 ^a	2,3 ±0,4 ^a	2,7 ±0,8 ^{a,b}	2,9 ±0,8 ^b
ALT (U/L)	17,8 ±2,9	17,5 ±5,1	17,6 ±2,4	17,8 ±6,1
AST (U/L)	223,3 ±45,9	245,2 ±49,9	239,0 ±40,6	251,7 ±36,2
BUN (mg/dl)	3,4 ±2,0	3,2 ±0,6	3,3 ±0,8	2,9 ±0,7
Proteínas totales (mg/dl)	3,2 ±0,4	3,4 ±0,6	3,4 ±0,3	3,5 ±0,7
Albumina plasmática (mg/dl)	4,9 ±0,4	1,5 ±0,3	1,4 ±0,2	1,4 ±0,3
Globulina plasmática (mg/dl)	1,7 ±0,5	1,8 ±0,5	2,0 ±0,4	2,0 ±0,5

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$). HBO: Harina de Botón de Oro

Discusión

La glucosa representa el azúcar más importante de los carbohidratos en los vertebrados, circula vía sanguínea y es empleado como fuente energética²¹. Los almidones presentes en el maíz constituyen la fuente principal de glucosa sanguínea circulante¹⁰. Los niveles de la glucosa sanguínea en aves son más altos que en mamíferos, cerca de 200-400 mg/dl⁸, registrados sin periodo de ayuno.

En atención a este rango, las aves de los cuatro tratamientos evaluados en este estudio presentaron concentraciones de G menores a lo considerado por Díaz *et al.*, 2014⁶ y Galvez *et al.*, 2009⁸. En este estudio, en donde los experimentos correspondientes a los grupos T2 y T3 (Tabla 1) arrojaron valores de 165 y 160 mg/dl, respectivamente, con valores ligeramente superiores al de los grupos T0 y T1, (Tabla 1) resultados que concuerdan especialmente para los resultados de los tratamientos T2 y T3, con

el estudio de Holguín *et al.*, 2009¹² quienes reportan valores de 163 mg/dl. Lo anterior contrasta con lo hallado por Fernández *et al.*, 2014⁷ quienes reportaron rangos superiores a 200 mg/dl de G en pollos parrilleros alimentados con dieta basal y dieta adicionada con harina de chíca. El estudio de Miranda *et al.*, 2007¹⁵ reportan rangos similares a los de Fernández *et al.*, 2014⁷ en pollos alimentados con grano de frijol bayo a la tercera semana de vida (200-260 mg/dl).

La diferencia de estos resultados con los encontrados en este estudio, posiblemente es debido a la edad de muestreo de los ejemplares, ya que en este ensayo, se realizó a los 43 días de edad y también al periodo de ayuno de 8 horas a la que se sometieron los ejemplares experimentales antes del muestreo. Resultado similar lo reportan Café *et al.*, 2012² con valores de G promedio de 254,18 mg/dl, en pollos de engorde con condiciones controladas de temperatura y humedad. El trabajo realizado por Osorio *et al.*, 2016¹⁹ indican valores de acuerdo con el sexo para hembras de $350,72 \pm 68,37$ y machos $415 \pm 40,52$ mg/dl. Esta determinación se realizó a la cuarta semana de edad, lo cual podría ser una de las razones de registros tan elevados. Corredor y Rodríguez (2017)³ encontraron valores promedio de 300,78 mg/dl, en pollos suplementados con 10% de *Gliricidia sepium*, valores superiores a nuestro hallazgo, en el que podría haber influido las condiciones climáticas de la región de estudio, con temperaturas ambientales superiores a los 30 °C.

Los niveles relativamente bajos de G obtenidos en las aves de este estudio, pudo estar influenciado por varias razones como el ayuno al que fueron sometidas las aves antes de la toma de las muestras, los efectos directos que pudieron ocasionar las dietas utilizadas en este estudio sobre esta variable, edad de los ejemplares y sexo. Con respecto a las dietas utilizadas, los tratamientos con niveles de sustitución de HBO al 10 y 15%, tuvieron los niveles de glucosa más elevados, probablemente por el mayor aporte de carbohidratos.

Con respecto al efecto de la HBO sobre el C, se encontró que los valores reportados en los diferentes tratamientos no marcaron diferencia entre sí ($p > 0,05$), sin embargo el T3 presentó el valor más alto sin sobrepasar el rango de referencia 100-200 mg/dl, siendo similar a lo encontrado por Holguín *et al.*, 2009¹² con 130-152 mg/dl, pero contrario con lo observado por Alkhaf *et al.*, 2010¹; Fernández *et al.*, 2014⁷ y Nunes *et al.*, 2018¹⁸ quienes presentaron valores inferiores de C (128.1, 131 y 129 mg/dl respectivamente), aunque en el trabajo de Alkhaf *et al.*, 2010¹ el nivel de C disminuyó significativamente con el uso de probióticos (119,0 mg/dl), pero manteniéndose en el rango de referencia. Resultado similar se encontró en el trabajo de Toghiani *et al.*, 2015²⁴ quienes también reportaron valores bajos, que oscilaron entre 96-116 mg/dl, con el uso de probióticos y prebióticos. En este mismo sentido Café *et al.*, 2012² reportaron promedio de C en 100,72 mg/dl, en condiciones controladas. De nuestros resultados y la literatura consultada podemos inferir que la inclusión de HBO no modifica el metabolismo hepático de esteroides en el ave.

Para los TGC, el resultado arrojó valores más elevados en T2 y T3 siendo estadísticamente significativo ($p < 0,05$), pero sin estar alejados del rango normal de este parámetro, que para aves es de 40-120 mg/dl¹⁸. Los resultados fueron similares al hallazgo de Gheisari y Kholeghipour, 2006⁹ que promedio 79,5 mg/dl en aves alimentadas con concentrado comercial, pero diferente a lo descrito por Holguín *et al.*, 2009¹² quienes encontraron valores superiores TGC a 120 mg/dl en aves que fueron sometidas a estrés físico y suministro de hepatoprotectores con acción lipotrópica y coleretico-colagoga, aspectos que seguramente influyeron en sus resultados.

Toghyani *et al.*, 2015²⁴ encontraron valores que oscilaron entre 49-57 mg/dl, más bajos que los reportados acá para T2 y T3, con el uso de probióticos y prebióticos, sin encontrar diferencias significativas entre ellos ($p > 0,05$). Estos resultados son aproximados a los de Nunes *et al.*, 2018¹⁸ que promediaron $45,39 \pm 18,3$ mg/dl, con dieta balanceada. Café *et al.*, 2012² encontraron valores relativamente bajos de este parámetro, que promedio 32,23 mg/dl, pero en condiciones controladas de temperatura, humedad relativa y dieta balanceada, que seguramente respaldan la diferencia. Los resultados encontrados respecto a los TGC en este estudio, pueden inferir que las aves no tuvieron afectación del metabolismo lipídico. Sin embargo el hecho de que los valores más altos coincidan con los niveles de sustitución mas elevada de HBO en la dieta, sugiere que estos porcentajes de sustitución, pudieran estar afectando el resultado encontrado. De otro lado, niveles mas elevados de TGC en ejemplares experimentales correspondientes a los tratamientos T1 a T3, podrían implicar un mayor aporte energético de la dieta, para satisfacer las necesidades crecientes de estos ejemplares.

Con relación a los valores de PT, no se encontró diferencias significativas ($p > 0,05$), dentro de los tratamientos de este estudio, ya que, para las aves de 45 días, la media general fue de 3,4 g/dl, que se ubica dentro del rango considerado como normal (3-5 g/dl), de acuerdo con Miranda *et al.*, 2007¹⁵ y Nunes *et al.*, 2018¹⁸ de $3,56 \pm 0,34$ g/dl, pero un poco inferior a los resultados de Alkhaf *et al.*, 2010¹ de 4,19 g/dl para pollos de 42 días, en condiciones de temperatura y aire controlado.

Teniendo en cuenta lo anterior, los valores obtenidos en los tratamientos de este estudio, concuerdan con lo encontrado por Fernández *et al.*, 2014⁷; Holguín *et al.*, 2009¹² y Gheisari y Kholeghipour, 2010⁹ quienes reportan resultados que se distribuyeron entre valores de 3,0-4,7 g/dl, pero superiores a los de Café *et al.*, 2012² que promediaron 2,65 g/dl, bajo condiciones antes mencionadas. Los resultados para las PT de este estudio, pueden indicar que las aves a quienes se sustituyó parte de la proteína de la dieta con HBO, tuvieron un aporte adecuado de este nutriente.

Lo mismo se puede afirmar para los valores de AP y GP de este reporte, que se ubicaron dentro del rango conocido para este parámetro de 1,08-1,6 g/dl para AP y 2-2,9 g/dl para GP⁸. Los valores de AP encontrados en este estudio en los tratamientos T1 a T3, fueron equivalentes a los reportados por Holguín *et al.*, 2009¹² con niveles de 1,5 g/dl y Nunes *et al.*, 2018¹⁸ de $1,56 \pm 0,14$ g/dl, aunque para AP los valores para los tratamientos T1 a T3 resultaron más bajos que el control, pero no significativos, dado que el contenido de AP resultó ser ligeramente más elevado en T0 (1,9 g/dl), cercano al valor reportado por Alkhaf *et al.*, 2010¹ que fue de 1,703 g/dl, Toghyani *et al.*, 2015²⁴ que oscilaron entre 1,58-1,82 g/dl y Café *et al.*, 2012² de 1,58 g/dl. Rodríguez *et al.*, 2017²³ encontraron diferencias significativas en la concentración de AP al compararlo con el control, al adicionar en la dieta 30% de ensilaje de vísceras de pescado que mejoró el aporte energético y protéico, situación dietaria que no es comparable con las usadas en este estudio. Por lo anterior se infiere que las concentraciones de AP, se conservaron dentro del rango considerado normal, lo cual sugiere que la HBO en los niveles de sustitución estudiados, no afectaron la síntesis de esta proteína a nivel hepático.

En cuanto a GP, los valores encontrados fueron aproximados a los hallados por Nunes *et al.*, 2018¹⁸ que promediaron $2 \pm 0,26$ g/dl y ligeramente inferiores con lo reportado por Fernández *et al.*, 2014⁷ y Holguín *et al.*, 2009¹² quienes obtuvieron valores entre 2,2-2,7 g/dl, pero superiores al hallazgo de Café *et al.*, 2012² que fue de 1,07 g/dl.

Sin embargo, los tratamientos T2 y T3, que tuvieron adición de HBO, los niveles de GP se ubicaron en el rango de referencia en aves^{8,18}. Harper (1975) citado por Ukouu *et al.*, 2018²⁶ indica que el aumento GP es una señal de infección o inflamación en el hígado, por lo que se infiere que las dietas de prueba no promovieron ningún tipo de infección o inflamación en las aves del estudio.

La determinación de AU y BUN se realizan para evaluar la función renal de los animales; el AU es el principal producto del metabolismo del nitrógeno en las aves, constituyendo alrededor del 60 a 80% del total de nitrógeno excretado en la orina, por lo cual concentraciones AU superiores a 15 mg/dl sugieren alteración de la función renal²³. Los valores séricos de AU mostraron que la dieta T3 presenta valores similares ($p > 0,05$) a los de T2, pero a su vez el T3 presentó significativamente valores más altos ($p < 0,05$) que los de T1 y T0, lo cual es concomitante con el hecho de ser el T3 la dieta que incluyó el mayor porcentaje de HBO. Este hallazgo es concordante con el reportado por Café *et al.*, 2012² de 2,22 mg/dl y Nunes *et al.*, 2018¹⁸ de $2,36 \pm 1,01$ mg/dl. En forma similar a lo mencionado para los TGC, las dietas con mayores sustituciones de HBO mostraron los mayores valores de esta variable, lo cual infiere que al consumir las aves un mayor porcentaje de proteína, se incrementa la excreción de AU. Una mayor excreción de AU podría extrapolarse a una mayor digestibilidad de la proteína suministrada con la HBO, que además coincide con el porcentaje creciente de sustitución.

La concentración de BUN está influenciada por la ingestión de proteínas, la excreción renal y el estado del hígado quien es responsable de su síntesis¹¹. Como las aves son uricotélicas, pequeñas cantidades de urea están en plasma¹⁶. No se encontró diferencias significativas ($p > 0,05$) en los valores medios de BUN en los animales evaluados, los cuales estuvieron en el rango considerado normal para aves no carnívoras (0-5 mg/dl)¹⁸.

Se ha observado que los contenidos séricos de BUN y AU dependen tanto de la calidad como de la cantidad de proteínas suministradas en la dieta²⁶. Por lo tanto, las similitudes de los valores reportados de AU y BUN entre los tratamientos, indican que la inclusión de HBO en las dietas no afectó el contenido de proteína de las raciones, ni su utilización por parte de las aves. Por el contrario, de acuerdo con el hallazgo en el caso del AU, este presentó un ligero incremento, especialmente en T2 y T3, como se discutió anteriormente.

La función hepática puede evaluarse mediante la determinación de enzimas como la ALT y la AST. La media referencial para la concentración plasmática de ALT en pollos de engorde es de 25 UI/L, teniendo como rango normal 9,50-37,2 UI/L^{5,18}. En relación a este, todas las aves de los cuatro tratamientos evaluados presentaron valores que se ubicaron en este rango, significando esto que la dieta experimental hasta en 15% de inclusión de HBO para pollos de engorde, no ocasiona lesiones en el tejido hepático. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Yepes y Quintero, 2017²⁷ quienes estudiaron la influencia del *Gliricidia sepium* en la dieta (7%), en los niveles de ALT y AST. La ALT fluctuó entre 16,14 y 17,22 UI/L, sin encontrar diferencias significativas. Rodríguez *et al.*, 2017²³ encontraron diferencias significativas en la concentración de ALT al adicionar en la dieta 30% de ensilaje de vísceras de pescado que mejoró el aporte energético y proteico, pero no para las concentraciones de AST. Café *et al.*, 2012² reportaron valores más altos de ALT que los de este estudio que promediaron 22,5 UI/L, en condiciones controladas y dentro de la media referencial. Nunes *et al.*, 2018¹⁸ encontraron valores de ALT de $9,26 \pm 4,39$ UI/L en condiciones ambientales controladas.

Los niveles de AST no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, donde la media estuvo entre el promedio establecido como normal, 275 UI/L según lo reportado por Moreira *et al.*, 2010¹⁶. Sin embargo, resultaron ser más bajos que los encontrados por Yepes y Quintero, 2017²⁷ en cuyo estudio los valores fluctuaron entre 446,86-502,3 UI/L, con el uso del *Gliricidia sepium* y evaluados a los 42 días de edad y un poco más cercanos al reporte de Nunes *et al.*, 2018¹⁸ de $343,5 \pm 117,5$ UI/L, en experimento con 800 ejemplares. De nuestros resultados se puede inferir que, dado que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, las aves no presentaron disturbios hepáticos o musculares, que pudieran ser atribuidos las dietas suministradas.

Conclusiones

Las raciones de finalización de pollos de engorde con harina de Botón de Oro hasta en un 15% incluida en este estudio, no presentaron efecto adverso sobre los parámetros de química sanguínea. Por el contrario, variables como TGC y AU, presentaron cambios significativos respecto a sus controles, no así las otras variables estudiadas. Lo anterior implica que es viable utilizar la HBO, como sustituto parcial de la proteína dietaria en pollos de engorde, en las proporciones utilizadas en este estudio, sin que esto implique modificaciones negativas sobre el patrón fisiológico, valorado a través de la química sanguínea.

Conflictos de interés

“Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses con respecto al trabajo presentado en este informe”.

Referencias

1. Alkhalif A, Alhaj M, Al-homidan B. Influence of probiotic supplementation on blood parameters and growth performance in broiler chickens. Saudi Journal of Biological Sciences 2010; 17: 219–225.
2. Café M, Pereira F, Ribeiro H, Bueno de Mattos M, Mundim A, Prazeres C, Biochemical blood parameters of broilers at different ages under thermoneutral environment. World's Poultry Science Journal 2012 [Internet] Suppl 1: 143-146. <https://www.researchgate.net/publication/283215287>
3. Corredor JR, Roa ML, Hernandez MC. Digestibilidad de dietas con *Tithonia diversifolia* y probióticos y comportamiento fisiológico en pollos de engorde. Rev Col Cienc Pecu 2017; 30 (Supl): 163.
4. Corredor R, Rodriguez J. Efecto del remplazo porcentual del alimento balanceado por morera (*Morus alba* L), matarratón (*Gliricidia sepium jacq steud*) y fruto de palma (*Elaeis quineensis jacq*), sobre las concentraciones de glucosa, colesterol y triglicéridos en pollos de engorde. Rev Col Cienc Pecu 2017;30(Supl): 112.
5. Criollo Y, Usama M, Galvez A, Navia J. Evaluación del valor nutricional del Botón de Oro *Tithonia diversifolia* (Helms) Gray bajo asociación con aliso *Alnus joruliensis* H.B.K. Revista de Ciencias Agrícolas 2002; 19(1): 51–63.
6. Díaz EA, Uribe LF, Narváez W. 2014. Bioquímica sanguínea y concentración plasmática de corticosterona en pollo de engorde bajo estrés calórico. Revista de Medicina Veterinaria 2014; 28: 31-42.

7. Fernández HT, Morales M, Amela MI, Salerno C, Rodríguez H, Arenaz F, Zamponi A. Efectos de la adición de probiótico (*Bacillus subtilis*) y omega 3 (*Salvia hispanica* L.) sobre los parámetros sanguíneos en pollos parrilleros. *Rev Agron noroeste argen* 2014; 34 (2): 113-116.
8. Gálvez CF, Ramírez GF, Osorio JH. El laboratorio clínico en hematología de aves exóticas. *Biosalud* 2009; 8: 178-188.
9. Gheisari A, Kholeghipour B. Effect of dietary inclusion of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth performance, immune responses and blood parameters of broiler chickens. Conference paper, 12 European Poultry Conference, Verona Italy; 2006.
10. González J, Hahn von-Hessberg C, Narváez W. Características botánicas de *Tithonia diversifolia* (asterales: *asteraceae*) y su uso en la alimentación animal. *Bol Cient Mus Hist Nat U de Caldas* 2014; 18 (2): 45-58.
11. Hill R, Wyse G, Anderson M, 2012. *Animal Pysiology*, 3a ed, Sunderland, USA. Edit Sinauer Associates; 2012. p. 31-66.
12. Holguín V, Álvarez P, Moreira J, Zambrano A. Evaluación del estrés físico y la hepatoprotección en pollos de engorde. *Artículos de Tesis FIMCP*; 2009.
13. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, Regional Meta, 2015.
14. Mahecha LL, Angulo J. Nutrient management in silvopastoral systems for economically and environmentally sustainable cattle production: A case study from Colombia. In J. Whalen (Ed.), *Soil fertility improvement and integrated nutrient management a global perspective* 2012; pp. 201-216.
15. Miranda S, Rincón H, Higuera A, Muñoz R, Urdaneta H, Arzálluz A. 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. *Revista Científica* 2007; 12 (2): 150-160.
16. Moreira SE, Locatelli R, Santin E, Paulilo AC. Patología Clínica en Aves: Una herramienta para el monitoreo de la sanidad avícola Revisión. *Revista Plumazos* 2010; (36):1-14.
17. Narváez N, Lascano CE. Caracterización química de especies arbóreas tropicales con potencial forrajero en Colombia. *Pasturas Tropicales* 2004; 26(3): 66-74.
18. Nunes RV, Broch J, Wachholz L, De Souza C, Damasceno JL, Oxford JH, Bloxham DJ, L. Billard L, Pesti GM. Choosing sample sizes for various blood parameters of broiler chickens with normal and non-normal observations. *Poultry Science* 2018; 97(10): 3746-3754.
19. Osorio JH, Quenán YE, Ramírez F. Concentraciones de glucemia e insulinemia en pollos broilers machos y hembras de cuatro semanas de edad y su relación con el peso. *Rev Med Vet.* 2016; (32): 21-28.

20. Quintero P, Victoria E, García R, Genny P, Peláez R, Angélica M. Evaluación de harina de Botón de Oro en dietas para conejos en etapa de crecimiento. Acta Agronómica, 2007, [S.l.], 56 (4): 203-206.
21. Reece W, Erickson H, Goff J, Uemura E, 2015. Dukes Physiology of Domestic Animals, 13a ed, Iowa, USA. Edit Blackweel; 2015. p 13-136.
22. Rincón A, Pardo O, Parra JL, Cerinza OJ, Pinzón SM, Correal WA, Rojas A. Establecimiento, manejo y uso de la leguminosa arbustiva forrajera *Cratylia argentea* cv Veranera en el piedemonte llanero. Manual Técnico No 13. Corpoica La Libertad, 2007.
23. Rodríguez J, Corredor R, Yepes-Lobo L. Efecto del ensilaje de vísceras de pescado y probióticos sobre el perfil hepático en pollos. Rev Colomb Cienc Pecu 2017; 30(Supl): 112.
24. Toghyani M, kazem S, Modaresi M, Landy N. Evaluation of kefir as a potential probiotic on growth performance, serum biochemistry and immune responses in broiler chicks. Animal Nutrition 2015; 1: 305-309.
25. Trómpiz J, Rincón H, Fernández M, 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) 2011; 28 Supl (1): 565-575.
26. Ukonu EC, Ohanaka AU, Uzegbu HO, Oduehie TC, Obih TK, Ekenyem BU. Hematological and Serum Biochemical Indices of Finisher Broilers Fed Graded Levels of Yam Peel Meal. Proc. 43rd Annual Conference of the Nigerian Society for Animal Production 2018 [Internet] FUT Owerri. <https://www.researchgate.net/publication/324721732>
27. Yepes L, Quintero D. Niveles de transaminasas hepáticas Alanino Aminotransferasa (ALT) y Aspartato Aminotransferasa (AST) en pollos de engorde al suministrar en la dieta matarratón (*Gliricidia sepium*) previamente tratado con bromelina. Rev Colomb Cienc Pecu 2017; 30(Supl): 179.