

2020-02-27

Evaluación del comportamiento productivo de pollos Cobb 500 sometidos a restricción alimenticia como estrategia sostenible de control nutricional

Juan Pablo Uzcátegui-Varela

Universidad Nacional Experimental Sur del Lago "Jesús María Semprum" (UNESUR),
uzcateguij@unesur.edu.ve

Karen Dayana Collazo-Contreras

Universidad Nacional Experimental Sur del Lago "Jesús María Semprum" (UNESUR)

Edilmer Antonio Guillén-Molina

Universidad Nacional Experimental Sur del Lago "Jesús María Semprum" (UNESUR)

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/mv>

Citación recomendada

Uzcátegui-Varela JP, Collazo-Contreras KD y Guillén-Molina EA. Evaluación del comportamiento productivo de pollos Cobb 500 sometidos a restricción alimenticia como estrategia sostenible de control nutricional. *Rev Med Vet.* 2020;(39): 85-97. doi: <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss39.9>

This Artículo de Investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Revista de Medicina Veterinaria by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Evaluación del comportamiento productivo de pollos Cobb 500 sometidos a restricción alimenticia como estrategia sostenible de control nutricional*

Juan Pablo Uzcátegui-Varela¹ / Karen Dayana Collazo-Contreras² / Edilmer Antonio Guillén-Molina³

Resumen

Se empleó un diseño completamente al azar, distribuyendo 200 pollitos Cobb 500, con aspecto saludable, de un día de edad y peso promedio de 37.34 ± 0.44 g; en cinco grupos con cuatro réplicas de diez polluelos cada una. Durante los 42 días del experimento, las aves recibieron manejo zootécnico tradicional que incluyó dieta comercial isoproteica (20 % proteína cruda) e isocalórica (3100 kilocaloría (kcal)/kilogramo (kg)). El día 15, la parvada recibió un programa de restricción alimenticia (PRA) según los tratamientos (T) = T0 = consumo ad libitum de alimento concentrado (AC) durante 24 horas (h), T1 = eliminación del AC durante 12 h (20:00-8:00), T2 = supresión de AC por 14 h (18:00-8:00), T3 = 16 h sin acceso a AC (16:00-8:00) y T4 = privación de AC durante 18 h (14:00 y 8:00). Después del día 30, las aves retomaron el libre consumo de AC. Se consideró la ganancia total de peso (GTP), la ganancia diaria de peso (GDP), el consumo de alimento (CA), el factor de conversión alimenticia (FCA), el rendimiento en canal (RC) y la mortalidad (M) como variables respuesta. El análisis estadístico reveló que el PRA no tuvo efecto significativo ($p > 0.05$) sobre los indicadores productivos evaluados en T0, T1, T2 y T3; sin embargo, el CA fue significativamente menor ($p < 0.05$) en T3 y T4 comparado con los demás tratamientos. Además, solamente el T4 mostró un FCA menor ($p < 0.05$) en comparación con los demás tratamientos. Se concluye que un PRA de 18 h durante los días 15 al 30 de edad, favorece los criterios de sostenibilidad al no impactar negativamente en la productividad de las aves.

Palabras clave: Crecimiento compensatorio, eficiencia alimenticia, pollos de engorde, restricción alimenticia, sostenibilidad

* Artículo resultado de investigación.

- 1 Magíster Scientiarum en Producción Animal. Grupo 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 <https://orcid.org/0000-0001-7602-1332>
- 2 Ingeniera de la Producción Agropecuaria. Grupo de Investigación en Ciencia Animal y Plantas Tropicales. Universidad Nacional Experimental Sur del Lago "Jesús María Semprum" Núcleo La Victoria, Estado Mérida, 5142, Venezuela.
- 3 Ingeniero de la Producción Agropecuaria. Grupo de Investigación en Ciencia Animal y Plantas Tropicales. Universidad Nacional Experimental Sur del Lago "Jesús María Semprum" Núcleo La Victoria, Estado Mérida, 5142, Venezuela.

Evaluation of the Productive Behavior of Cobb 500 Chickens under Feeding Restrictions as a Nutritional Control Sustainable Strategy

Abstract

A fully random design was used to distribute 200 Cobb 500 chickens. They were one day old, looked healthy and had an average weight of 37.34 ± 0.44 g. It consisted in five groups with four replicas having 10 chickens each. During the 42 experimental days, the birds received a traditional zootechnical management including commercial isoproteic diet (20% raw protein) and an isocaloric diet (3,100 kilocalories (kcal)/kilogram (kg)). On day 15, the herd was subject to a feeding restriction program (PRA) according to these treatments (T): T0 ad libitum consumption of concentrated food (CF) for

Cómo citar este artículo: Uzcátegui-Varela JP, Collazo-Contreras KD, Guillén-Molina EA. Evaluación del comportamiento productivo de pollos cobb 500 sometidos a restricción alimenticia como estrategia sostenible de control nutricional. Rev Med Vet. 2019;(39):85-97. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss39.9>

24 hours (h), T1 removal of the CF for 12 h (20:00-8:00), T2 removal of AC for 14 h (18:00-8:00), T3 16 h with not access to the CF (16:00-8:00), and T4 lack of AC for 18 h (14:00 y 8:00). After day 30, the birds returned to the free consumption of CF. The total weight gain (TWG), daily weight gain (DWG), food consumption (FC), dietary conversion factor (DCF), channel performance (CP), and mortality (M) were taken as response variables. The statistical analysis showed that the PRA had a significant effect on the ($P>0.05$) on the production indicators evaluated in T0, T1, T2 and T3. However, the CF was significantly lower ($p<0.05$) in T3 and T4 as compared to the other treatments. In addition, only T4 showed a lower DCF ($p<0.05$) as compared to the other treatments. It is concluded that a PRA of 18 hours from 15 to 30 days of age favors the sustainability criteria as it does not impact negatively the bird productivity.

Keywords: compensatory growth, feeding efficiency, broilers, feeding restriction, sustainability

Avaliação do comportamento produtivo de pintos Cobb 500 submetidos a restrição alimentar como estratégia sustentável de controle nutricional

Resumo

O delineamento foi inteiramente aleatório, distribuindo 200 pintos Cobb 500, com aparência saudável, de um dia de idade e peso médio de 37.34 ± 0.44 g. em cinco grupos com quatro réplicas de dez pintainhos cada uma. Durante os 42 dias do experimento, as aves receberam manejo zootécnico tradicional que incluiu dieta comercial isoproteica (20% proteína bruta) e isocalórica (3.100 quilocaloria (kcal)/quilograma (kg)). No dia 15, os filhotes receberam um programa de restrição alimentar (PRA) de acordo com os tratamentos (T): T0: consumo ad libitum de alimento concentrado (AC) durante 24 horas (h), T1: eliminação do AC durante 12 h (20:00-8:00), T2: supressão de AC por 14 h (18:00-8:00), T3: 16 h sem acesso a AC (16:00-8:00) e T4: privação de AC durante 18 h (14:00 e 8:00). Após o dia 30, as aves retomaram o consumo livre de AC. O ganho total de peso (GTP), ganho diário de peso (GDP), consumo de alimento (CA), fator de conversão alimentar (FCA), rendimento em carcaça (RC) e mortalidade (M) foram considerados como variáveis resposta. A análise estatística revelou que o PRA não teve efeito significativo ($p>0.05$) sobre os indicadores produtivos avaliados em T0, T1, T2 e T3; no entanto, o CA foi significativamente menor ($p<0.05$) em T3 e T4 comparado com os outros tratamentos. Além disso, só o T4 mostrou um FCA menor ($p<0.05$) em comparação com os outros tratamentos. Conclui-se que um PRA de 18 h durante os dias 15 a 30 de idade, favorece os critérios de sustentabilidade por não impactar negativamente na produtividade das aves.

Palavras-chave: Crescimento compensatório, eficiência alimentar, pintos de engorde, restrição alimentar, sustentabilidade

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, los sistemas de producción pecuaria en Latinoamérica han impactado positivamente el mercado agroalimentario, debido a la demanda de proteína animal proveniente de granjas con criterios de productividad sostenible, es decir, unidades de producción que fundamentan sus protocolos operativos sobre indicadores de eficiencia biológica aceptables y cuyos efectos esperados a largo plazo resulten favorables con respecto a rentabilidad económica y cuidado ambiental. En relación con el concepto de desarrollo sostenible, la cría de animales de granja, incluida la producción avícola, debe equilibrar los objetivos de producción con las necesidades de los animales y el ecosistema (1, 2, 3). La actual distribución de la población avícola en el mundo sugiere que la avicultura es una industria en constante desarrollo gracias a su corto período productivo, siendo el negocio agropecuario de mayor alcance para el abastecimiento de proteína, grasa, minerales y vitaminas en comunidades de países subdesarrollados (4).

Hoy, los pollos de engorde (*Gallus gallus*) gracias al mejoramiento genético, se consideran una exitosa explotación comercial en términos económicos, cuya prioridad es suministrar un producto altamente nutritivo al menor costo posible, a pesar de que diversos factores de riesgo puedan influir en su calidad y precio (5, 6). De Verdal et al. (7) afirman que los costos por concepto de alimentación representan alrededor del 70% de la estructura económica en una granja avícola, por lo que la modificación del plan alimenticio es la principal medida para reducir significativamente los gastos de producción. Para esto, es indispensable mejorar los criterios de eficiencia biológica mediante el uso de indicadores como la ganancia de peso, la conversión alimenticia y el rendimiento en canal. Por otra parte, El-Wahab, Visscher y Kamphues (8) afirman que el avicultor moderno busca incorporar ingredientes económicos que le permitan reducir el uso de piensos comerciales, así como regular la ración diaria, para garantizar mayor sostenibilidad del sistema productivo.

Por su parte Carvalho, Zilli, Mendes, Morello y Bonamigo (9) sugieren que es necesario optimizar las prácti-

cas de manejo zootécnico para incrementar la capacidad de convertir las entradas físicas del sistema (alimento), en productos comercializables (proteína). Sin embargo, los sistemas biológicos resultan complejos de operar cuando no es posible alcanzar los parámetros productivos deseados, lo cual amerita considerar en primera instancia, la eficiencia biológica en lugar de la eficiencia económica, debido a que es poco probable que la cría comercial de animales menos eficiente biológicamente sea sostenible a largo plazo.

Para Sefeedpari Rafiee y Akram (10) y Freitas, Vieira, Angel, Favero y Maiorka (11) el uso de ingredientes alternativos y estrategias de control alimenticio puede reducir significativamente los costos de producción en los sistemas avícolas, pues el gasto económico que representa adquirir materias primas importadas para formular y fabricar piensos, es un problema que limita la productividad en las granjas. En este sentido, Tallentire, Leinonen y Kyriazakis (6) resaltan la necesidad de llevar a cabo programas de alimentación que permitan expresar el potencial biológico de las aves, y así, mejorar los indicadores de eficiencia a favor de la sostenibilidad integral. La restricción alimenticia surge como una práctica no tradicional para el manejo de parvadas, con la que se busca regularizar la curva de crecimiento, reducir la incidencia de enfermedades metabólicas, generar menor deposición lipídica en canal, incrementar la eficiencia alimenticia y favorecer los indicadores financieros (12).

Para Sugeta, Giachetto, Malheiros, Macari y Furlan (13) y Zhan et al. (14) el efecto de la privación controlada de alimento se manifiesta en la capacidad de los animales para superar a sus mejores análogos cuando se les ofrece piensos de calidad ad libitum, por tanto, la tasa de crecimiento durante el período de realimentación se acelera hasta alcanzar el peso ideal según la etapa de vida productiva, de manera que la programación metabólica o adaptación fisiológica al estrés alimentario influye permanentemente sobre la dinámica de intercambio celular para el aprovechamiento efectivo de nutrientes, sin tener efectos adversos en el rendimiento de los pollos. Igualmente, Hassanein, Esmail y Abdel-Wareth (15) y Morais, Araújo, Rodrigues y D'Avila (16)

han documentado que una veloz tasa de crecimiento temprana en pollos de engorde va acompañada de una serie de inconvenientes como trastornos metabólicos y musculoesqueléticos. Para enfrentar estos problemas se han utilizado los programas de restricción nutricional y, en caso de haber depresión del crecimiento durante el ayuno, el crecimiento es compensado más tarde por la realimentación, razón por la cual, los sistemas de restricción alimenticia mejoran el incremento de peso y el consumo de alimento a favor de una conversión positiva, sin presentar efectos secundarios en los rasgos de la canal y órganos digestivos. Si bien es cierto que el bienestar de los pollos de engorde ha sido un desafío para la industria avícola, es un tema para tener en cuenta con el fin de evitar las condiciones estresantes que puedan comprometer la calidad del producto.

El enfoque analítico basado en eficiencia biológica aporta según Tallentire et al., (6) sólidas pautas sobre fisiología productiva necesarias para la planificación estratégica en granjas avícolas realmente sostenibles. Considerando que a criterio de Jaramillo, Rodríguez, Piraquive, Cristiano y Vacca (17) el crecimiento compensatorio en pollos de engorde resulta fisiológicamente complejo de comprender y, que la supresión de alimentos balanceados comerciales se aplica para determinar el comportamiento de distintos criterios de selección y eficiencia alimenticia, en la presente investigación se evaluó el efecto de diferentes períodos de restricción alimenticia sobre parámetros zootécnicos asociados con la eficiencia biológica en pollos Cobb 500.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área experimental

El protocolo metodológico desarrollado fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela, quienes confirmaron que el manejo recibido por las aves durante el ensayo se ajustó a las pautas de experimentación con animales. La investigación fue conducida en un galpón de 34 m² sobre una superficie de concreto sin problemas de hundimiento,

con paredes y techo lavable (impermeable), y con ductos de ventilación accesibles, orientación 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" W, altitud de 636 m.s.n.m., temperatura media de 27 °C y humedad relativa promedio de 78 %.

Aves y manejo

Se emplearon 200 pollitos machos Cobb 500 de un día de edad, todos provenientes de una misma incubadora, con aspecto saludable, ojos vivaces, plumón brillante, alertas, con metatarsos secos, sin anomalías ni malformaciones, inmunizados al nacer contra Newcastle, enfermedad de Marek y bronquitis infecciosa, así como contra Gumboro, en los días 7 y 14. Otra dosis contra Newcastle fue aplicada al décimo día de edad, siguiendo el protocolo sanitario de arranque propuesto por Perozo et al. (18) y Gómez, Cortés, López y Ávila (19). Las aves se dividieron al azar en veinte corrales, cada grupo de diez polluelos ocupó un espacio de 1.5 m². Toda el área fue sometida previamente a lavado y desinfección utilizando la aspersion de formalina (15 mL/L), amonio cuaternario al 11 % (15 mL/L) y yodo (3 mL/L) disuelto en agua. Las aves permanecieron sobre una cama de cascarilla de arroz (10 cm de espesor). Cada corral disponía de un bombillo de 60 Watt que sirvió como fuente de calor artificial durante los primeros 14 días, un bebedero pendulante con surtidor automático (*agua ad libitum*), un comedero plástico de piso para pollos con 50 cm de longitud, el cual se utilizó durante los 12 días iniciales y, luego fue sustituido por comederos plásticos de tolva, todo debidamente ajustado a las sugerencias metodológicas de Amao, Ojedapo y Oso (4); Sugeta et al. (13) y Trómpiz et al. (20). Durante 42 días, las aves fueron criadas bajo criterios de manejo zootécnico convencional, recibieron veintitrés horas de iluminación y una hora de oscuridad (20:00-21:00) (21). De esta forma, se cumplieron los estándares de control sanitario, con la ayuda de antibióticos y anticoccidiales, y se monitoreó diariamente el suministro de agua, variables ambientales, signos clínicos patológicos y mortalidad (22, 23, 24).

Plan y control alimenticio

Los pollos fueron alimentados con una dieta equilibrada (Tabla 1) formulada al 20% de proteína cruda (PC) y 3100 kilocalorías (kcal) de energía metabolizable (EM)/kilogramo (kg) de materia seca (MS); a base de harina de soya, maíz, subproductos de trigo, suplementos antioxidantes, vitaminas, aditivos minerales y promotores del crecimiento, siguiendo las recomendaciones nutricionales de Morais et al. (16); Adino, Wondifraw y Addis (25) y Embaye, Ameha y Yusuf (26). Durante las semanas tres y cuatro (día 15 al 30 de edad) se aplicaron tratamientos (T) o regímenes de restricción alimenticia, los cuales consistieron en colocar los comederos fuera del alcance de los animales bajo los criterios experimentales que se detallan a continuación: T₀ = consumo ad libitum de alimento concentrado (control); T₁ = 12 horas (h) de ayuno y 12 de libre consumo; T₂ = 14 h de ayuno y 10 h de libre consumo; T₃ = 16 h de ayuno y 8 h de libre consumo y T₄ = 18 h de ayuno y 6 h de libre consumo; superadas las semanas en las cuales se aplicó la restricción, las aves retomaron el consumo ad libitum de balanceado comercial. El consumo de alimento por réplica se registró diariamente durante el período experimental, mientras que el peso vivo individual de las aves se tomó una vez por semana.

VARIABLES DE EFICIENCIA BIOLÓGICA

El éxito de una granja avícola se basa en favorecer los parámetros de EB (eficiencia biológica). Particularmente, en pollos de engorde la deposición proteica, con respecto al pienso consumido después de cubrir el requerimiento de mantenimiento, es la clave para garantizar sostenibilidad (26, 29, 30). Siguiendo las recomendaciones de Morais et al. (16) y Alkhair, Ahmed, Ismail, Alkurdi (31) se registró la ganancia total de peso (GTP), ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento (CA), factor de conversión alimenticia (FCA), mortalidad (M) y rendimiento en canal (RC) de las aves como indicadores asociados al crecimiento, aprovechamiento del alimento y supervivencia. El CA se calculó a partir de la diferencia entre el total de balanceado despachado y el remanente hallado en los comederos, el incremento

Tabla 1. Ingredientes y composición nutricional de la dieta utilizada durante el periodo experimental*.

Ingredientes (g/kg)	
Harina de soya	29.5
Maíz	44.3
Sub-productos de trigo	19.26
Aceite de soya	4.75
Sal (NaCl)	0.3
Fosfato dicálcico**	1
Premezcla de vitaminas y minerales***	0.8
DL-Metionina	0.09
Análisis calculado****	
Energía metabolizable (kcal/kg)*****	3.1
Humedad (%)	12
Proteína cruda (%)	20.21
Extracto etéreo (%)	5.8
Fibra cruda (%)	4
Lisina (%)	1.11
Metionina (%)	0.4
Metionina + Cistina (%)	0.76
Calcio (%)	0.94
Fósforo asimilable (%)	0.5
Extracto libre de nitrógeno (%)	54.28

* Alimento concentrado aves genérico II CONVACA®

** Contiene 23 % de Ca y 20 % de P (CaHPO₄).

*** Vitamina A, 1500 IU; vitamina D3, 200 IU; vitamina E, 10 mg; vitamina K3, 0.5 mg; tiamina, 1.8 mg; riboflavina, 3.6 mg; ácido pantoténico, 10 mg; ácido fólico, 0.55 mg; piridoxina, 3.5 mg; niacina, 35 mg; cobalamina, 0.01 mg; biotina, 0.15 mg; Fe, 80 mg; Cu, 8 mg; Mn, 60 mg; Zn, 40 mg; I, 0.35 mg; y Se, 0.15 mg.

**** Las determinaciones analíticas se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia-Venezuela; según protocolos establecidos por la Association of Analytical Chemists (27).

***** El cálculo de energía metabolizable (kcal/kg) se realizó de acuerdo con los criterios de conversión teórica expuestos por Kyn-täjä, Partanen, Siljander-Rasi, Jalava (28).

Fuente: elaboración propia

de peso fue determinado por la diferencia entre el peso inicial de las aves y el obtenido al final del período experimental, mientras que el resultado al dividir CA entre GTP permitió hallar la conversión alimenticia en los animales, la M se calculó con base en el porcentaje de aves muertas por tratamiento. Finalmente, al día 42 se sacrificaron las aves con previo ayuno de tres h para obtener el RC a partir de la relación porcentual entre el peso de la canal y el peso vivo de las aves al momento del beneficio.

Análisis estadístico

En función de los reportes experimentales de Castro, Contreras, Marcos, Silveira (22); Adino et al. (25) y Embaye et al., (26) se empleó un diseño completamente al azar con cinco T y cuatro repeticiones, adoptando un análisis de varianza (ANOVA) unidireccional y utilizando la prueba de Tukey para comparaciones múltiples de media ($p < 0.05$). Los datos recabados fueron procesados a través del paquete informático SAS® versión 9.1 bajo ambiente Windows, de acuerdo con el modelo aditivo lineal $Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \epsilon_{ij}$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para Zubair y Leeson (32) los procesos biológicos ligados al crecimiento están influenciados por factores como la edad, la calidad del alimento, el genotipo y el programa alimenticio; al respecto Morais et al. (16) afirman que el hecho de exponer pollos de engorde a severas privaciones alimenticias en las primeras semanas de vida, compromete la respuesta biológica ideal desde el punto de vista productivo, generándose según Sugi-harto, Henckel y Lauridsen (33) y Butzen et al. (34) un crecimiento retardado de los pollos y condicionando así, la EB que demanda la sostenibilidad en la avicultura contemporánea. El efecto de los diferentes periodos de restricción alimenticia sobre indicadores de EB asociados al crecimiento en pollos Cobb 500 se muestran en la Tabla 2. El peso inicial promedio de las aves se ubicó en 37.34 ± 0.44 g. Este valor fue similar al reportado por Idan, Paulk y Stark (35) en su experiencia con pollos de engorde, lo cual evidencia que al comienzo del ensayo hubo uniformidad entre las unidades de observación, ya que no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre los grupos evaluados. Se

Tabla 2. Efecto de la restricción alimenticia sobre parámetros productivos en pollos Cobb 500.

Parámetro	Horas de restricción				
	0	12	14	16	18
Peso inicial (g)	36.86 ± 0.5 ^a	37.65 ± 0.57 ^a	37.88 ± 0.51 ^a	37.35 ± 0.57 ^a	36.95 ± 0.67 ^a
Peso final (g)	2334.33±8.41 ^a	2008.59±10.83 ^a	2092.79±9.036 ^a	2116.87±10.57 ^a	2236.67± 9.63 ^a
GTP (g)	2297.47±13.55 ^a	1970.94±10.06 ^a	2054.91±10.21 ^a	2079.52±12.14 ^a	2199.72±10.04 ^a
GDP (g)	54.70±12.43 ^a	46.93±11.08 ^a	48.93±10.24 ^a	49.51±11.87 ^a	52.37±9.81 ^a
CA (g)	4697.41±3.56 ^a	4151.26±1.67 ^a	4154.22±2.92 ^a	3979.86±1.55 ^b	3922.31±1.23 ^b
FCA	2.05±0.11 ^a	2.11±0.13 ^a	2.02±0.11 ^a	1.91±0.05 ^a	1.78±0.14 ^b
RC (%)	72.65±1.34 ^a	71.41±1.78 ^a	70.66±1.69 ^a	71.62±2.06 ^a	72.42±1.93 ^a

* (a,b) Literales diferentes entre fila indican que los valores promedio por grupo difieren significativamente ($p < 0.05$).

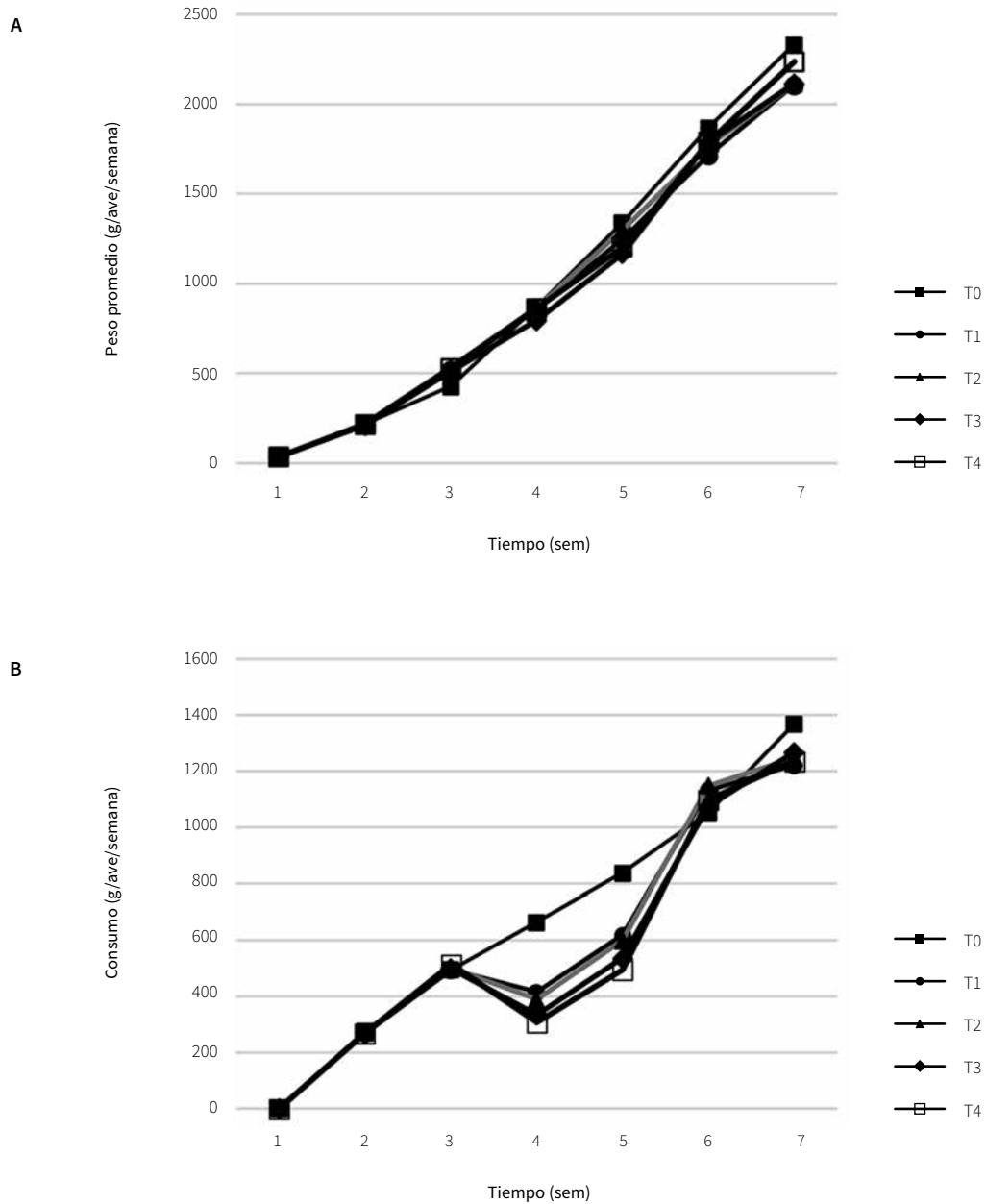
Fuente: elaboración propia

ha documentado que los pollos de engorde sometidos a restricción alimenticia estabilizan positivamente la ganancia de peso, mejoran el consumo y favorecen la conversión alimenticia (36).

Para Henn, Bockor, Ribeiro, Coldebella y Kessler (37) y Nariç, Öksüz-Nariç y Aygün (38) el crecimiento es cualquier cambio sobre el tamaño del cuerpo animal debido al incremento de proteína, grasa, agua y minerales en los tejidos durante una fracción de tiempo, siendo un parámetro zootécnico determinante para líneas avícolas pesadas. Al finalizar el trabajo de campo, se evidenció que no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) en los pesos iniciales y en los pesos finales de las aves al comparar los resultados obtenidos entre los grupos. La Figura 1-A muestra la curva de crecimiento durante toda la fase experimental para cada tratamiento, en ella se observa el incremento progresivo de peso mediante una función no lineal, tal y como lo plantean Henn et al. (37) y Adenaike et al. (39). Debido a la velocidad con la que crecen los pollos de engorde, Marcu et al., (40) expresaron que la GDP es un indicador clave para calcular la deposición proteica y, en consecuencia, una variable que influye sobre la viabilidad económica del negocio avícola. La GDP durante el ensayo no mostró diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre el grupo control y los demás tratamientos. Las aves ganaron en promedio 50.49 ± 3.05 g/d, un dato similar al expuesto por Pauwels et al. (41), los cuales reportan una GDP media de 53 g en pollos Cobb e híbridos Cobb x Sasso alimentados con materias primas alternativas. Igualmente, Abera, Abebe, Begna, Tarekegn y Alewi (42) obtuvieron una GDP promedio a los 42 días de 57.29 ± 24.06 g bajo condiciones de clima cálido semejantes al trópico americano, demostrando que la línea Cobb 500 presenta una acelerada tasa de crecimiento. Las aves sometidas al plan de alimentación restringida pudieron alcanzar una GTP de 2076.27 ± 94.52 g, mientras que el grupo control (T_0) alcanzó 2297.47 ± 13.55 g. Las aves de T_4 mostraron el mayor peso vivo al beneficio (2199.72 ± 10.04 g); sin embar-

go, no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los grupos. Resultados similares fueron obtenidos por Sugeta et al. (13); Morais et al. (16) y Urdaneta-Rincón y Leeson, (43), razón por la cual la estrategia de supresión alimenticia aplicada en el presente estudio no ejerció ningún efecto negativo sobre la ganancia de peso, lo que sugiere una compensación favorable del crecimiento. En cuanto al CA, este fue ligeramente superior en los animales alimentados ad libitum, registrándose un valor promedio total de 4181.01 ± 306.46 g entre tratamientos, muy similar al calculado por Henn et al. (37); Mendes et al. (44), e InfanteRodríguez et al. (45). Sahraei (12) afirma que la tasa de crecimiento está relacionada con el CA, por lo que la restricción alimenticia podría inhibir considerablemente la GTP; sin embargo, el análisis estadístico arrojó que el CA registrado en el T_3 y T_4 fue significativamente menor ($p < 0.05$) con respecto al grupo control, en tal sentido, los criterios prácticos de análisis productivo empleados actualmente por los avicultores, sugieren que el valor calculado de CA en el T_4 , probablemente ejerce un impacto económico significativo, considerando que la alimentación constituye el costo variable más alto (46). En la Figura 1-B se ilustra el comportamiento de la variable CA durante la experiencia en campo, y se observa que, a pesar de la disminución del consumo durante la restricción, al final del ensayo todos los grupos alcanzaron valores de ingesta similares al tratamiento control, tal y como fue reseñado por Hassanabadi y Moghaddam (47). El crecimiento acelerado que se observó durante el período de realimentación, se atribuye a una mayor eficiencia metabólica para el aprovechamiento de los sustratos dietéticos, esperando que el rendimiento de las aves al final del ciclo productivo sea igual o superior al alcanzado por las aves bien alimentadas tal y como lo argumentó Jahanpour et al. (21) y Salih, Tesfaye, Tamir y Singh (48) quienes demostraron que al ofrecer una dieta alta en energía y proteína a pollos de engorde previamente restringidos, estos exhibieron mejores indicadores de crecimiento en comparación con las aves alimentadas bajo esquemas tradicionales.

Figura 1. Incremento de peso y consumo de alimento en pollos Cobb 500 sometidos a restricción alimenticia durante la semana tres y cuatro (día 15-30) del ciclo productivo.
 A. Curva de crecimiento por tratamiento durante el ensayo.
 B. Curva de consumo promedio de alimento por tratamiento.



Fuente: elaboración propia

Con respecto al FCA, se determinó un valor promedio de 2.02 ± 0.08 sin hallarse un efecto estadísticamente significativo ($p > 0.05$) entre las restricciones alimenticias programadas para el T_1 , T_2 y T_3 y la respuesta productiva de los pollos asignados al T_0 . Igualmente, Jaramillo et al. (17) demostraron que la supresión diaria del alimento entre 15 y 20 % en pollos Avian Cobb 48 alcanzó una conversión alimenticia de 1.95 y, a su vez Morais et al., (16) reportaron un FCA de 2.11 en aves sometidas a severas restricciones. El análisis estadístico arrojó que el T_4 resultó significativamente diferente ($p < 0.05$) con respecto a los demás tratamientos, obteniéndose un FCA promedio de 1.78 ± 0.14 . El FCA es un parámetro favorable cuando de sostenibilidad alimenticia se trata, ya que, a menor valor de conversión alimenticia, la transformación de alimento consumido a músculo es más eficiente. Por su parte, Santos (49), basado en teorías asociadas al crecimiento compensatorio en aves, sometió a restricción alimenticia pollos Arbor Acres obteniendo un FCA igual a 1.70 el cual fue considerado como el parámetro ideal de análisis para garantizar productividad; así mismo Rosero et al., (50) demostraron experimentalmente que la cría eficiente de pollos Cobb 500 gira en torno a un FCA de 1.70 bajo criterios de manejo zootécnico tradicional; a su vez, Urdaneta-Rincón y Leeson, (43) lograron el menor FCA (1.74 ± 0.04) en aves sometidas a una leve restricción de alimento y Alkhair et al. (31) lo alcanzaron (1.78 ± 0.09) al incorporar 6 h de ayuno durante 8-28 días de haber iniciado el estudio en sus parvadas, es así como se demuestra en la presente evaluación, que el FCA resultó favorable en las aves que ayunaron hasta 18 h durante el periodo en el cual se aplicó la restricción. Por otra parte Moran (51), afirma que a lo largo de la vida productiva de las aves, el esquema práctico nutricional influye sobre el rendimiento y calidad de la carne, lo cual repercute sobre el valor final del producto; por ello, se consideró el RC como un indicador importante para la comercialización del pollo beneficiado, en este sentido, se obtuvo un rendimiento promedio de 71.75 ± 0.8 % sin hallarse diferencia significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos, resultando T_0 (72.65 ± 1.34 %) y T_4 (72.42 ± 1.93 %) con los porcentajes más altos; resultados similares fueron fijados por Zhan et al. (14), Jaramillo et al. (17),

García et al. (52) al lograr rendimientos de 73 ± 3.39 %; 72.69 ± 0.18 % y 71.41 ± 0.73 % respectivamente, tras someter pollos de engorde a diferentes criterios de restricción nutricional. Finalmente, el efecto de la restricción sobre la mortalidad no tuvo efecto negativo, pues no se registraron muertes durante la evaluación, por esta razón Morais et al. (16) Boostani, Ashayerizadeh, Mahmoodian, Fard y Kamalzadeh (53) y Sahraei (54) coinciden en señalar que, al controlar la oferta de alimento concentrado, las aves de engorde manifiestan crecimiento compensatorio como una respuesta homeostática que minimiza la incidencia de trastornos metabólicos y, a su vez, el número de aves muertas. Es evidente que los resultados presentados en este estudio, reflejan que los pollos sometidos a restricción de alimento produjeron una ganancia de peso compensatoria al obtenerse una GTP y GDP relativamente igual a las aves no restringidas, así mismo, se presume que el beneficio económico en los tratamientos con menor CA y FCA es superior, debido al mayor aprovechamiento del balanceado comercial; en tal sentido, los pequeños avicultores podrían considerar esta práctica alimentaria en sus granjas como una alternativa para aprovechar al máximo el recurso dietario.

CONCLUSIÓN

La restricción alimenticia surge como una estrategia de manejo nutricional sostenible en la avicultura moderna para favorecer los indicadores de eficiencia biológica, reducir costos operativos y mortalidad debido a patologías metabólicas. Durante el periodo del estudio, las aves pudieron compensar la pérdida de peso ocurrida durante la restricción alimenticia, pues se evidenció que todos los grupos evaluados manifestaron similar comportamiento productivo, al obtenerse valores de peso corporal estadísticamente iguales que las aves alimentadas ad libitum. Sin embargo, la supresión de alimento concentrado durante 18 horas (T_4), generó los mejores valores para consumo y conversión alimenticia, demostrando la factibilidad del tratamiento para activar la programación metabólica del crecimiento compensatorio en pollos Cobb 500.

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT), a través del Programa de Estímulo a la Innovación e Investigación, por el financiamiento del Proyecto No. 2012001525.

REFERENCIAS

1. Sokołowicz Z, Herbut E, Krawczyk J. Poultry production and strategy for sustainable development of rural areas. *Ann. Anim. Sci.* 2009; 9(2): 107–17. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/3834/217294397f8a5c2c483e94cf875f5d4c05eb.pdf>
2. Thornton P. Livestock production: recent trends, future prospects. *Phil. Trans. R. Soc. B. Lond B Biol Sci.* 2010; 365(1554): 2853–67. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0134>
3. Kronenberg J. Environmental Impacts of the Use of Ecosystem Services: Case Study of Birdwatching. *J. Environ. Manage.* 2014; 54:617-30. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-014-0317-8>
4. Amao S, Ojedapo L, Oso O. Evaluation of two commercial broiler strains differing in efficiency of feed utilization. *J. New Sci.* 2015;14(1): 432-7. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/291514851_Evaluation_of_two_commercial_broiler_strains_differing_in_efficiency_of_feed_utilization
5. Ramão IB, Nunes RV, Bruno LDG, Tsutsumi CY, Silva WTM, Pozza MSS. Evaluation of different pre-slaughter light intensities and fasting duration in broilers. *Braz. J. Poultry Sci.* 2011;13(4):235-40. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/rbca/v13n4/v13n4a03.pdf>
6. Tallentire C, Leinonen I, Kyriazakis I. Artificial selection for improved energy efficiency is reaching its limits in broiler chickens. *J. Scientific Reports.* 2018; 8(1168): 1-10. Recuperado de <https://www.nature.com/articles/s41598-018-19231-2>
7. De Verdal H, Narcy A, Bastianelli D, Chapuis H, Mème N, Urvoix S, et al. Improving the efficiency of feed utilization in poultry by selection. 1. Genetic parameters of anatomy of the gastro-intestinal tract and digestive efficiency. *BMC Genet.* 2011; 12(59): 1-9. <https://doi.org/10.1186/1471-2156-12-59>
8. El-Wahab A, Visscher C, Kamphues J. Impact of different dietary protein sources on performance, litter quality and footpad dermatitis in broilers. *J. Anim. Feed Sci.* 2018;27(2):148-54. <https://doi.org/10.22358/jafs/90696/2018>
9. Carvalho E, Zilli J, Mendes A, Morello G, Bonamigo D. Main factors that affect the economic efficiency of broiler breeder production. *Braz. J. Poultry Sci.* 2015; 17(1): 111-17. <https://doi.org/10.1590/1516-635x170111-16>
10. Sefeedpari P, Rafiee S, Akram A. Identifying sustainable and efficient poultry farms in the light of energy use efficiency: a Data envelopment analysis approach. *J. Agric. Eng. Biotec.* 2013;1(1):1-8. <https://doi.org/10.18005/JAEB0101001>
11. Freitas D, Vieira S, Angel C, Favero A, Maiorka A. Performance and nutrient utilization of broilers fed diets supplemented with a novel mono-component protease. *J. Appl. Poult. Res.* 2011; 20:322–34. <https://doi.org/10.3382/japr.2010-00295>
12. Sahraei M. Feed restriction in broiler chickens production: a review. *Global Vet.* 2012;8(5):449-58. Recuperado de [https://www.idosi.org/gv/GV8\(5\)12/4.pdf](https://www.idosi.org/gv/GV8(5)12/4.pdf)
13. Sugeta S, Giachetto P, Malheiros E, Macari M, Furlan R. Efeito da restrição alimentar quantitativa sobre o ganho compensatório e composição da carcaça de frangos. *Pesq. Agropec. Bras.* 2002;37(7):903-8. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/pab/v37n7/10792.pdf>
14. Zhan X, Wang M, Ren H, Zhao R, Li J, Tan Z. Effect of early feed restriction on metabolic programming and compensatory growth in broiler chickens. *Poultry Sci.* 2007;86(4):654-60. <https://doi.org/10.1093/ps/86.4.654>
15. Hassanein H, Esmail Z, Abdel-Wareth A. Effects of fasting period and enzyme supplementation on performance and some physiological responses of broiler chickens. *Egypt. Poult. Sci.* 2011;31(II):453-64. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/227344645_EFFECTS_OF_FASTING_PERIOD_AND_ENZYME_SUPPLEMENTATION

- ON PERFORMANCE AND SOME PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF BROILER CHICKENS
16. Corría de Morais B, Araújo D, Rodrigues J, D' Avila HJ. Effect of early feed restriction on body weight and compensatory growth in Label Rouge broiler chickens. *Acta Agron.* 2017;66(4):606-11. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169952658022>
 17. Jaramillo A, Rodríguez E, Piraquive A, Cristiano LM, Vacca JA. Evaluación de la restricción alimenticia y su efecto en la ascitis aviar en dos líneas genéticas de pollos de engorde en la Sabana de Bogotá. *Rev. Siembra CBA* 2017;1:31-43. Recuperado de <http://revistas.sena.edu.co/index.php/Revsiembracba/article/view/1868>
 18. Perozo F, Nava J, Rivera S, Vale O, Arrieta D, Mavárez Y. Evaluación de dos planes de vacunación contra la enfermedad de Newcastle en pollos de engorde de la línea Ross criados bajo condiciones de campo en el Estado Zulia, Venezuela. 2. Respuesta inmune y protección ante un desafío experimental. *Rev. Científ. FCV-LUZ.* 2004;XIV(5):387-94. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/959/95914502.pdf>
 19. Gómez R, Cortés A, López C, Ávila E. Evaluación de tres programas de alimentación para pollos de engorda con base en dietas sorgo-soya con distintos porcentajes de proteína. *Vet. Méx.* 2011;42(4):299-309. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42321608005>
 20. 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.* 2007; XVII (2):143-149.
 21. Jahanpour H, Seidavi A, Qotbi A, Van Den Hoven R, Rocha S, Laudadio V, Tufarelli V. Effects of the level and duration of feeding restriction on carcass components of broilers. *Arch. Anim. Breed.* 2015;58:99-105. <https://doi.org/10.5194/aab-58-99-2015>
 22. Castro J, Contreras C, Marcos E, Silveira M. Jejum alimentar na qualidade da carne de frangos de corte criados em sistema convencional. *Ciência Rural.* 2008; 38(2): 470-6. <http://doi.org/10.1590/S0103-84782008000200028>
 23. 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.* 2010; XX (3): 293-299.
 24. Schiavone A, Dabbou S, De Marco M, Cullere M, Biasato I, Biasibetti E, et al. Black soldier fly larva fat inclusion in finisher broiler chicken diet as an alternative fat source. *J. Anim.* 2018;12(10):2032-2039. <https://doi.org/10.1017/S1751731117003743>
 25. Adino S, Wondifraw Z, Addis M. Replacement of Soybean Grain with Cowpea Grain (*Vigna unguiculata*) as Protein Supplement in Sasso x Rir Crossbred Chicks Diet. *Poult. Fish. Wildl. Sc.* 2018; 6(1): 1-6.
 26. Embaye T, Ameha N, Yusuf Y. Effect of cowpea (*Vigna unguiculata*) grain on growth performance of Cobb 500 broiler chickens. *Int. J. Livest. Prod.* 2018; 9(12): 326-333. <https://doi.org/10.5897/IJLP2017.0424>
 27. AOAC. Association of Analytical Chemists. Animal feed. Official Methods of Analysis (15^a Ed.). The Association. Washington DC., USA. 1990. 1018 pp.
 28. Kytäjä S, Partanen K, Siljander-Rasi H, Jalava T. Tables of composition and nutritional values of organically produced feed materials for pigs and poultry. *MTT Creates Vitality Through Science Report.* 2014; 164: 1-39. Recuperado de <http://www.mtt.fi/mtraporrtti/pdf/mtraporrtti164.pdf>
 29. Donald H. Animal breeding: contributions to the efficiency of livestock production. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 1973; 267: 131-44. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/2417280>
 30. Adhikari T. Phytometallophore-Mediated nutrient acquisition by plants. In: *Nutrient use efficiency: from basics to advances.* Rakshit, A., Bahadur, H., Sen, A. (Eds.) India: Springer; 2015. p. 403.
 31. Alkhair S, Ahmed N, Ismail I, Alkurdi O. The effect of limiting feeding time by three and six hours per day during the starter period on broiler performance. *Int. J. Livest. Prod.* 2017; 8(8): 125-30. <https://doi.org/10.5897/IJLP2016.0329>
 32. Zubair A, Leeson S. Compensatory growth in the broiler chicken: a review. *World Poultry Sci. J.* 1996. 52(2): 189-201. <https://doi.org/10.1079/WPS19960015>
 33. Sugiharto S, Henckel P, Lauridsen C. Compensatory growth and fat parameters on broiler fasted in early life. *J. Indonesian Trop. Anim. Agric.* 2010; 35(4): 239-

44. Recuperado de <https://media.neliti.com/media/publications/93100-EN-compensatory-growth-and-fat-parameters-o.pdf>
34. Butzen F, Ribeiro M, Vieira M, Kessler A, Dadalt J, Della P. Early feed restriction in broilers. I-Performance, body fraction weights, and meat quality. *J. Appl. Poult. Res.* 2013; 22(2): 251-9. <https://doi.org/10.3382/japr.2012-00639>
35. Idan F, Paulk C, Stark C. Evaluating the effect of feeding starter crumbles on the overall performance of broilers raised for forty-two (42) days. *International Poultry Scientific Forum. Georgia World Congress Center, Atlanta, Georgia. 29-30/6 EEUU. (Abstracts).* 2018; p. 8-9.
36. García R, Villanueva V, Cepeda D, Padrón E. Comportamiento de pollos bajo restricción alimenticia. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 1997; 5(Supl.1): 319-20. Recuperado de <http://avpa.ula.ve/congresos/ALPA97/NM25.pdf>
37. Henn J, Bockor L, Ribeiro A, Coldebella A, Kessler A. Growth and deposition of body components of intermediate and high performance broilers. *Braz. J. Poultry Sci.* 2014; 16(3): 319-328. <http://doi.org/10.1590/1516-635x1603319-328>
38. Narinç D, Öksüz-Narinç N, Aygün A. Growth curve analyses in poultry science. *World Poultry Sci. J.* 2017. 73: 395-408. <http://doi.org/10.1017/S0043933916001082>
39. Adenaike A, Akpan U, Udoh J, Wheto M, Durosaro S, Sanda A, Ikeobi C. Comparative evaluation of growth functions in three broiler strains of Nigerian chickens. *J. Trop. Agric. Sci.* 2017; 40(4): 611-20. Recuperado de [http://www.pertanika.upm.edu.my/Pertanika%20PAPERS/JTAS%20Vol.%2040%20\(4\)%20Nov.%202017/13%20JTAS%20Vol%2040%20\(4\)%20Nov%202017_0964-2016_pg611-620.pdf](http://www.pertanika.upm.edu.my/Pertanika%20PAPERS/JTAS%20Vol.%2040%20(4)%20Nov.%202017/13%20JTAS%20Vol%2040%20(4)%20Nov%202017_0964-2016_pg611-620.pdf)
40. Marcu A, Vacaru I, Dumitrescu G, Petculescu L, Marcu A, Nicula M, et al. The influence of genetics on economic efficiency of broiler chickens growth. *Anim. Sci. Biotechnol.* 2013; 46(2): 339-46. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/fe67/5a970be3fd76a1ae56164755261792ab142d.pdf>
41. Pauwels J, Coopman F, Cools A, Michiels J, Fremaut D, De Smet S, Janssens G. Selection for growth performance in broiler chickens associates with less diet flexibility. *PLoS ONE* 2015; 10(6): 1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127819>
42. Abera D, Abebe A, Begna F, Tarekegn A, Alewi M. Growth performance, feasibility and carcass characteristics of Cobb 500 commercial broiler under small-scale production in western Ethiopia. *Asian J. Poultry Sci.* 2017; 11(1): 49-56. <https://doi.org/10.3923/ajpsaj.2017.49.56>
43. Urdaneta-Rincon M, Leeson S. Quantitative and qualitative feed restriction on growth characteristics of male broiler chickens. *Poultry Sci.* 2002; 81(5): 679-88. <https://doi.org/10.1093/ps/81.5.679>
44. Mendes A, Paixão S, Restelatto R, Reffatti R, Possenti J, Mooura D, et al. Effects of initial body weight and litter material on broiler production. *Braz. J. Poultry Sci.* 2011; 13(3): 165-170. <http://doi.org/10.1590/S1516-635X2011000300001>
45. Infante-Rodríguez F, Salinas-Chavira J, Montaña-Gómez M, Manríquez-Nuñez O, González-Vizcarra V, Guevara-Florentino O. Effect of diets with different energy concentrations on growth performance, carcass characteristics and meat chemical composition of broiler chickens in dry tropics. *SpringerPlus* 2016; 5(1): 1937-1942. <http://doi.org/10.1186/s40064-016-3608-0>
46. Ahiwe E, Omede A, Abdallh M, Iji P. Managing dietary energy intake by broiler chickens to reduce production costs and improve product quality. *Animal Husbandry and Nutrition, Banu Yücel and Turgay Taşkin, IntechOpen.* 2018. <http://doi.org/10.5772/intechopen.76972>
47. Hassanabadi A, Moghaddam H. Effect of Early Feed Restriction on Performance Characteristics and Serum Thyroxin of Broiler Chickens. *Int. J. Poult. Sci.* 2006; 5(12): 1156-1159. <http://dx.doi.org/10.3923/ijps.2006.1156.1159>
48. Salih R, Tesfaye E, Tamir B, Singh H. Effects of Feed Restriction on Production Performance and Carcass Characteristics of Koekoek Chick-

- ens in Ethiopia. *Poult. Sci. J.* 2016; 4(1): 55-61. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/316787668_Effects_of_Feed_Restriction_on_Production_Performance_and_Carcass_Characteristics_of_Koekoek_Chickens_in_Ethiopia
49. Santoso U. Effects of Early Feed Restriction on the Occurrence of Compensatory Growth, Feed Conversion Efficiency, Leg Abnormality and Mortality in Unsexed Broiler Chickens Reared in Cages. *Asian Aust. J. Anim. Sci.* 2002; 15(9): 1319-1325. Recuperado de https://www.ajas.info/upload/pdf/15_210.pdf
50. Rosero J, Guzmán E, López F. Evaluación del comportamiento productivo de las líneas de pollos de engorde Cobb 500 y Ross 308. *Biotec. Sect. Agrop. Agroind.* 2012; 10(1): 8-15. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n1/v10n1a02.pdf>
51. Moran E. Factores de producción que influyen en el rendimiento y la calidad de la carne de aves de granja. En: Richardson, R. y G. Mead (eds.) *Ciencia de la carne de ave*. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A.; 1999. p. 203-221.
52. García R, Ribeiro F, Miranda F, Graciano J, De Freitas L, Watte A, Marin D, Amadori A. Jejum alimentar pré-abate no rendimento e qualidade de carcaça de frangos de corte tipo griller. *Agrarian.* 2008;1(2):113-121. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/256579040_Jejum_alimentar_pre-abate_no_rendimento_e_qualidade_de_carcaça_de_frangos_de_corte_tipo_griller_Feeding_fasting_pre-slaughter_in_yield_and_quality_of_carcass_of_broilers_type_griller
53. Boostani A, Ashayerizadeh A, Mahmoodian H, Fard HR, Kamalzadeh A. Comparison of the effects of several feed restriction periods to control ascites on performance, carcass characteristics and hematological indices of broiler chickens. *Braz. J. Poultry Sci.* 2010;12(3):170-177. <http://doi.org/10.1590/S1516-635X2010000300006>
54. Sahraei M. Effects of feed restriction on metabolic disorders in broiler chickens: a review. *Biotec. in Anim. Hus.* 2014;30(1):1-13. <http://doi.org/10.2298/BAH1401001S>