

Fontes e níveis de glicerina para frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade

Sources and levels of glycerin for broiler chickens from 8 to 21 days of age

BERNARDINO, Verônica Maria Pereira^{1*}; RODRIGUES, Paulo Borges¹; OLIVEIRA, David Henrique de¹; FREITAS, Rilke Tadeu Fonseca de¹; NAVES, Luciana de Paula¹; NARDELLI, Nicole Batelli de Souza¹; TEIXEIRA, Levy do Vale¹; PREZOTTO, Carolina Fontes²

¹Universidade Federal de Lavras, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Lavras, Minas Gerais Brasil.

²Universidade Federal de Lavras, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências Veterinárias, Lavras, Minas Gerais Brasil.

*Endereço para correspondência: veronicampb@gmail.com

RESUMO

Objetivou-se avaliar o desempenho, glicérol sérico e umidade da cama de pintos de corte recebendo rações com diferentes níveis e fontes de glicerina. Foram utilizados 1300 pintos de corte machos Cobb 500, num arranjo fatorial 4x3+1, com delineamento inteiramente casualizados, sendo quatro níveis de inclusão (17,5; 35,0; 52,5 e 70,0g/kg) de três glicérols (bruta de soja (GS), bruta mista (GM) e semipurificada (GPUR)) nas dietas isonutritivas e um tratamento sem glicerina, sendo que para as fontes e níveis de glicerina foram teste de Student-Newman-Keuls e análise de regressão, respectivamente; e para o tratamento, teste de Dunnett. Utilizou-se quatro repetições e 25 aves por parcela. O consumo de ração foi influenciado ($P < 0,05$) pelas fontes de glicerina, sendo a GM a fonte que promoveu menor consumo nas aves, porém, não houve diferença dos tratamentos em relação ao controle. Não houve diferença significativa para o ganho de peso. Houve interação dos níveis e fontes de glicerina para a conversão alimentar. Para a GS, a melhor conversão alimentar com a inclusão de 50,35g; para a GM, houve uma piora linear com o aumento da inclusão de glicerina. Houve interação para a concentração de glicérol sérico nas aves, obtendo aumento linear nas aves que ingeriram a GS e GPUR, e redução linear para a GM. O ganho de umidade da cama foi influenciado pelas fontes de glicerina, sendo que a mista apresentou menor umidade. As glicérols estudadas podem ser incluídas nas rações para pintos de corte até 70,0g/kg, sem prejudicar o desempenho dos animais.

Palavras-chave: aves, desempenho, glicérol, umidade de cama

SUMMARY

This work aimed to evaluate the performance, serum glycerol and litter moisture of 1300 male Cobb 500 chicks fed diets containing different levels and sources of glycerin. A 4x3+1 factorial arrangement of treatments in a completely randomized design was used, with four inclusion levels of three glycerine (crude soybean (GS), gross mixed (GM) and semipurified (GPUR)) on isonutrient diets and one control treatment without glycerin. The methods of Student-Newman-Keuls test and regression analysis were applied for sources and levels of glycerin, respectively; and Dunnett test for treatment. It was used four replicates and 25 chickens per pen. Feed intake was affected ($P < 0.05$) by the sources of glycerin, and GM was the source that promoted lower consumption in birds, however, there was no difference in the treatments when compared to control. Also there was no significant difference in weight gain. An interaction of levels and sources of glycerine to the feed conversion was seen. GS had the best feed conversion with the inclusion of 50,35g; GM had a linear worsening with increasing addition of glycerin. There was an interaction for the concentration of serum glycerol in birds, obtaining linear increase in birds consuming the GS and GPUR, and linear decrease for GM. The gain of litter moisture was influenced by the sources of glycerin, with a lower humidity for GM. The glycerine studied may be included in diets for broiler chicks until 70,0g/kg, without harming animal performance.

Keywords: poultry, performance, glycerol, litter moisture

INTRODUÇÃO

A glicerina é um coproduto da produção de biodiesel, obtida a partir de óleos vegetais e gorduras animais. (RIVALDI et al., 2007) De acordo com Swiatkiewicz et al. (2009), a cada 1000kg de biodiesel produzido, obtém-se aproximadamente 100kg de glicerina. No Brasil, há um crescente aumento da produção de biodiesel, sendo produzidos em 2011, 2,4 bilhões de litros de biodiesel, segundo a Agência Nacional do Petróleo (ANP, 2012). Ou seja, para 2,4 bilhões de litros de biodiesel podem ser obtidos cerca de 240 milhões de litros de glicerina bruta. Com isso, ocorre uma produção de glicerina acima da demanda do mercado, o que impulsiona os pesquisadores a buscarem novas utilidades para esse coproduto. Devido à falta de legislação para o descarte da glicerina produzida em excesso, esse coproduto pode tornar-se, desta maneira, um problema ambiental.

Como a glicerina pode ser considerada uma boa fonte de energia dietética para aves e suínos (CERRATE et al., 2006; DOZIER et al., 2008) é possível sugerir a sua inclusão na alimentação animal, sendo esta uma alternativa viável e ambientalmente sustentável para destinar parte deste coproduto no mercado, já que poderá evitar que a produção excedente tenha destinos inadequados, de forma a contaminar o meio ambiente.

Porém, é preciso certificar-se de que o glicerol que está sendo ingerido pelas aves está sendo metabolizado por estas. Isto porque, se o glicerol não for metabolizado, este álcool poderá ser encontrado em grandes concentrações na circulação sanguínea, e conseqüentemente, será excretado pelos animais. Por ser uma substância

higroscópica (IUPAC, 1993), ao ser excretado, pode carrear consigo água, aumentando assim, a umidade de cama.

Com isso, objetivou-se neste trabalho avaliar o desempenho, o glicerol sérico e umidade cama de frangos de corte no período de 8 a 21 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de glicerina bruta proveniente do óleo de soja, glicerina bruta mista (proveniente de óleo de fritura e banha suína) e glicerina semipurificada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, utilizando-se 1300 pintos de corte machos, de 8 dias de idade, da linhagem Cobb 500 num arranjo fatorial 4x3+1, com delineamento inteiramente casualizados, sendo quatro níveis de inclusão de três gliceras nas dietas (17,5; 35,0; 52,5 e 70,0 g/kg) e um tratamento controle, sem inclusão de glicerina. As gliceras utilizadas foram glicerina bruta de soja (GS), glicerina bruta mista (GM) e glicerina semipurificada – GENPA[®] (GPUR). As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais de acordo com recomendações da tabelas brasileiras (ROSTAGNO et al, 2005) (Tabela 1). Devido à elevada concentração de sódio nas gliceras utilizadas, ajustou-se o sal nas fórmulas das rações, com devidas correções para o sódio e o cloro, este último corrigido pela adição de cloreto de cálcio. Na formulação das rações, utilizou-se um valor médio de energia metabolizável aparente corrigida para o nitrogênio para cada glicerina (3279, 3228 e 3304kcal/kg de matéria natural, respectivamente), previamente determinados por Lima et al. (2012).

Tabela 1. Composição das dietas experimentais

Ingredientes	Controle	Glicerina bruta de soja					Glicerina bruta mista				Glicerina semipurificada			
		g/kg												
	0,00	17,50	35,00	52,50	70,00	17,50	35,00	52,50	70,00	17,50	35,00	52,50	70,00	
Milho triturado	600,38	580,02	559,65	538,14	515,91	577,98	555,60	533,20	510,52	580,62	560,89	540,50	519,05	
Farelo de soja	341,76	345,56	349,37	353,39	357,55	345,86	349,96	354,06	358,21	345,45	349,13	352,94	356,95	
Óleo de soja	17,96	18,59	19,22	20,25	21,52	19,75	21,55	23,35	25,25	17,95	17,94	18,15	18,73	
Glicerina	0,00	17,50	35,00	52,50	70,00	17,50	35,00	52,50	70,00	17,50	35,00	52,50	70,00	
Fosfato bicálcico	17,97	18,02	18,07	18,13	18,18	18,03	18,08	18,14	18,20	18,02	18,07	18,12	18,17	
Calcário	8,81	8,77	8,73	8,11	7,13	8,77	8,72	8,68	8,48	8,77	8,73	8,38	7,48	
Sal comum	2,40	2,41	2,43	1,79	0,75	2,41	2,43	2,44	2,29	2,41	2,42	2,08	1,14	
DL-Metionina 99,0%	2,41	2,43	2,46	2,49	2,51	2,44	2,47	2,50	2,53	2,43	2,46	2,48	2,51	
L-Lisina HCl 79,0%	1,88	1,82	1,75	1,67	1,60	1,81	1,74	1,67	1,59	1,82	1,75	1,68	1,61	
L-Treonina 98,5%	0,48	0,48	0,47	0,47	0,46	0,48	0,47	0,47	0,47	0,48	0,47	0,47	0,46	
Cloreto de cálcio	0,00	0,00	0,00	0,81	2,14	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,45	1,65	
Bicarbonato de sódio	3,70	2,15	0,60	0,00	0,00	2,72	1,73	0,74	0,00	2,30	0,89	0,00	0,00	
Lasalocida	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	
Suplemento Mineral	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
Suplemento Vitamínico	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	
Cloreto de colina	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
Bacitracina de zinco	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
Total (Kg)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Composição calculada														
Proteína Bruta, g/kg	207,90	207,90	207,90	207,90	207,90	207,90	207,90	207,90	207,90	207,90	207,90	207,90	207,90	
Energia Metabolizável, Kcal/kg	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	
Cálcio, g/kg	8,84	8,84	8,84	8,84	8,84	8,84	8,84	8,84	8,84	8,84	8,84	8,84	8,84	
Fósforo disponível, g/kg	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	
Sódio, g/kg	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	
Cloro, g/kg	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	
Lisina digestível, g/kg	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	11,46	
Metionina+cistina digestível, g/kg	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	8,14	
Treonina digestível, g/kg	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	
Balanço eletrolítico (mEq/kg)	242,43	243,02	243,61	244,22	244,84	242,92	243,42	243,91	244,41	243,14	243,86	244,58	245,32	

¹Containing per kg of the product: zinc, 110g; selenium, 360mg; iodine, 1.400mg; copper, 20g ; manganese, 156g; iron, 96g.

² Containig per kg of the product: folic acid, 1.600 mg; pantothenic acid, 29.000 mg; biotin, 60 mg; butylhydroxy toluene (BHT), 5.000 mg; niacin, 37.000 mg; vitamin A, 20.000.000 IU; vitamin B1, 3.000 mg; vitamin E, 40.500 IU; vitamin B12, 27.000 mcg; vitamin B2, 12.000mg; vitamin B6, 6.000 mg; vitamin D3, 5.000.000 IU; vitamin K3, 4.800mg.

A composição nutricional das glicerinas utilizadas foi analisada pela CBO Análises Laboratoriais (Tabela 2). Ao todo, foram treze tratamentos com quatro repetições e 25 aves por unidade experimental. As aves foram alojadas

em galpão de alvenaria, dividido em boxes de 3m². O piso de cada box foi coberto com maravalha, e cada box continha um comedouro tubular e um bebedouro pendular.

Tabela 2. Composição das glicerinas avaliadas^a

Parâmetros	Glicerinas		
	Glicerina bruta de soja	Glicerina bruta mista	Glicerina
	g/kg		
Umidade e voláteis	167,50	554,40	110,80
Glicerol	700,00	99,10	793,20
Sódio	23,80	15,10	21,60
Umidade (Karl	124,50	389,50	101,50
pH em solução aquosa	6,05	9,85	5,72
Metanol	181,31 (mg/L)	111,90 (g/ kg)	20,62 (mg/L)
Energia bruta, kcal/kg	3661,00	4122,00	3698,00

^aAnálises realizadas pelo CBO análises laboratoriais, Campinas/São Paulo, Brasil.

Foram avaliados o desempenho, ganho de umidade de cama e glicerol sérico de pintos de corte no período de 8 a 21 dias de idade. As aves no período pré-inicial (um a sete dias) foram criadas em galpão de alvenaria, receberam ração basal de acordo com as exigências de Rostagno et al. (2005), e foram mantidas sob luz artificial durante 24 horas por dia.

Para avaliar o desempenho, as aves e as rações foram pesadas no início e no final do período experimental (aos 8 e 21 dias de idade), para obter o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar. A mortalidade das aves foi registrada e considerada para a correção dos dados de desempenho.

Aos 21 dias de idade, para avaliação do glicerol sérico, foram selecionadas e abatidas duas aves por parcela (8 aves por tratamento no total) com o peso de aproximadamente 5,0% da média do respectivo boxe. Com intuito de verificar se o glicerol ingerido foi metabolizado, as aves selecionadas para o abate foram submetidas a jejum de

duas horas, visando coletar o sangue no período absorvivo dos animais, reduzindo-se, assim, a concentração de glicerol proveniente da lipólise.

O sangue das aves foi coletado em tubos contendo EDTA como anticoagulante. Posteriormente, o sangue foi centrifugado (2.000 x g por 15 minutos) e o plasma foi recolhido e congelado a -80°C até a realização da análise. A determinação da concentração de glicerol livre presente no plasma foi realizada utilizando-se um kit comercial (Abcam, Inc. Código: ab65337) que se baseia na oxidação enzimática do glicerol para gerar um produto que reage com o reagente de trabalho resultando em cor característica. A intensidade da cor do produto final de reação é proporcional à concentração de glicerol na amostra e pode ser monitorada colorimetricamente em comprimento de onda de 570nm. Inicialmente, realizou-se uma curva padrão de glicerol pipetando concentrações crescentes dessa molécula pura (0; 2; 4; 6; 8 e 10nmol de glicerol/50µL de tampão) na presença

do reagente de trabalho seguido da leitura colorimétrica em 570nm.

Com estes dados, uma curva padrão linear crescente foi gerada plotando-se os valores da absorbância no eixo y do gráfico e a concentração de glicerol (nmol) no eixo x. A dosagem de glicerol nas amostras foi realizada em microplacas de 96 poços sendo pipetados em cada poço: 50 μ L de plasma + 46 μ L de tampão + 2 μ L do reagente enzimático + 2 μ L do reagente de trabalho. Em seguida, a placa permaneceu em temperatura ambiente por 30 minutos protegida da luz e então foi lida em $\lambda=570$ nm por um leitor de microplacas, sendo os valores de absorbância substituídos na equação da curva padrão. O teor de glicerol livre foi expresso em mmol de glicerol/mL de plasma.

Para avaliação da variação da umidade da cama, foi realizada a análise de matéria seca da cama antes do início do experimento, e ao final do período experimental, e avaliou-se o ganho de umidade da cama.

As análises estatísticas das variáveis de desempenho, glicerol sérico e umidade de cama foram realizadas pelo programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2004). Realizou-se a ANOVA dos dados de desempenho, glicerol sérico e umidade de cama, e, quando significativos, as fontes de glicerina foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls e os níveis de glicerina por análise de regressão.

O tratamento controle foi comparado à média dos tratamentos com glicerina pelo teste de Dunnett.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa ($P>0,05$) dos níveis e fontes de glicerina para o consumo de ração (Tabela 3). O

consumo de ração foi influenciado ($P<0,05$) pelas fontes de glicerinas, sendo a glicerina bruta de soja e a glicerina semipurificada, as fontes que promoveram maior consumo de ração nas aves (Tabela 3). Tais resultados contrariam os encontrados por Mclea et al. (2011), que não observaram diferenças no consumo de ração ao avaliarem a inclusão de duas fontes de glicerina em três níveis diferentes (33,0; 67,0 e 100,0g/kg) para frangos de corte no período de 7 a 28 dias. Jung & Batal (2011) incluíram 0,0; 25,0 e 50,0g/kg de glicerina na ração e não observaram diferença no consumo de ração pelas aves. No presente experimento, os níveis de glicerinas não influenciaram o consumo de ração, contrariando o resultado obtido por Guerra et al. (2011), que incluíram 0, 20,0; 40,0; 60,0; 80,0 e 100,0g/kg de glicerina bruta mista nas dietas de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade, e observaram efeito linear crescente para o consumo de ração.

O consumo de ração das aves nos diferentes tratamentos com a inclusão de diferentes níveis das glicerinas não diferiram ($P>0,05$) em relação ao controle (sem glicerina) (Tabela 3), corroborando assim, com Mclea et al. (2011), em que não verificaram diferença no consumo de ração em aves alimentadas com dietas contendo diferentes níveis (33,0; 67,0 e 100,0g/kg) de duas glicerinas em relação ao consumo de rações isentas de glicerina.

Não houve diferença estatística no ganho de peso das aves alimentadas com diferentes níveis e fontes de glicerina (Tabela 3). Em relação ao controle, as aves alimentadas com diferentes níveis e fontes de glicerina apresentaram ganho de peso semelhantes ($P>0,05$). Corroborando com Guerra et al. (2011), que também

não observaram diferença no ganho de peso das aves alimentadas com diferentes níveis de glicerina bruta mista. Mclea et al. (2011) e Jung & Batal (2011) também não observaram diferença no ganho de peso de aves alimentadas com rações contendo diferentes níveis de glicerina. Os níveis

e as fontes de glicerinas avaliados não reduziram o ganho de peso, sendo possível afirmar que a utilização de glicerinas estudadas na alimentação de frangos de corte, até a inclusão de 70g/kg de ração, não prejudica o desempenho do animal.

Tabela 3. Consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de aves alimentadas com rações contendo glicerinas em diferentes níveis, no período de 8 a 21 dias de idade

Consumo de ração (kg)					
Glicerinas	Níveis (g/kg)				Média
	17,5	35,0	52,5	70,0	
Soja	1,301	1,260	1,257	1,235	1,263 ^A
Mista	1,236	1,208	1,228	1,234	1,227 ^B
Semipurificada	1,275	1,293	1,288	1,295	1,288 ^A
Probabilidade					
Glicerinas x níveis					P>0,05
Glicerinas					P<0,05
Níveis					P>0,05
Teste de Dunnet					P>0,05
Tratamento controle					1,287
Coefficiente de variação (%)					3,54
Ganho de peso (kg)					
Glicerinas	Níveis (g/kg)				Média
	17,5	35,0	52,5	70,0	
Soja	0,837	0,843	0,843	0,821	0,836
Mista	0,845	0,842	0,807	0,811	0,826
Semipurificada	0,854	0,829	0,809	0,815	0,827
Probabilidade					
Glicerinas x níveis					P>0,05
Glicerinas					P>0,05
Níveis					P>0,05
Teste de Dunnet					P>0,05
Tratamento controle					0,828
Coefficiente de variação (%)					3,14
Conversão Alimentar (kg/kg)					
Glicerinas	Níveis (g/Kg)				Média
	17,5	35,0	52,5	70,0	
Soja ^Q	1,55 ^C	1,50 ^{*B}	1,49 ^{*A}	1,51 ^{*A}	1,51
Mista ^L	1,46 ^{*A}	1,44 ^{*A}	1,52 ^{*B}	1,52 ^{*B}	1,49
Semipurificada ^L	1,49 ^{*B}	1,56 ^C	1,59 ^C	1,59 ^C	1,56
Probabilidade					
Glicerinas x níveis					P<0,05
Glicerinas					P<0,05
Níveis					P<0,05
Teste de Dunnet					P<0,05
Tratamento controle					1,56
Coefficiente de variação (%)					2,19

^{A, B} Diferem entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls; *Média difere do tratamento controle pelo teste de Dunnett; NS = não significativo; ^L Efeito linear; ^Q Efeito quadrático.

Houve interação ($P < 0,05$) dos níveis e fontes de glicerina para a conversão alimentar (Tabela 3). Os níveis da glicerina bruta de soja proporcionaram efeito quadrático na conversão alimentar ($Y = 0,000057X^2 - 0,00574X + 1,6325$; $R^2 = 0,97$), sendo a melhor conversão alimentar obtida com a inclusão de 50,35g de glicerina bruta de soja por quilo de ração. Para a glicerina bruta mista, houve piora linear da conversão alimentar com o aumento da inclusão de glicerina ($Y = 0,005X + 1,42$; $R^2 = 0,61$). Este resultado está de acordo com o obtido por Guerra et al. (2011), que incluíram 0,0; 20,0; 40,0; 60,0; 80,0 e 100,0g de glicerina bruta mista por quilo de ração, e também verificaram aumento linear da conversão alimentar. Os níveis de glicerina semipurificada promoveram aumento linear na conversão alimentar das aves ($Y = 0,0019X + 1,475$, $R^2 = 0,81$), tal piora observada, pode ser provavelmente, devido a maior concentração de glicerol nesta glicerina (Tabela 2) e o aumento do consumo para esta fonte. A maior concentração de glicerol na alimentação de aves na fase inicial pode sobrepor à capacidade de metabolização desta substância pelo organismo animal, pois animais jovens ainda não possuem o sistema digestivo totalmente desenvolvido, e a atividade de enzimas no seu metabolismo é menos eficiente em relação aos animais em fase final de criação. O consumo de ração aumentado, porém, como nem todo o glicerol ingerido foi metabolizado, tal consumo não promoveu melhora no ganho de peso e, conseqüentemente, houve piora na conversão alimentar.

Em relação aos animais alimentados com ração sem inclusão de glicerina, animais que ingeriram rações com glicerina bruta de soja com inclusão a partir de 35,0g/kg, com a glicerina bruta

mista em todos os níveis avaliados e com a glicerina semipurificada inclusa em 17,50g/kg apresentaram menores valores de conversão alimentar. Mas os demais níveis de inclusão das gliceras avaliadas não pioraram a conversão alimentar das aves em comparação à conversão alimentar dos frangos alimentados com a dieta controle. Este resultado permite sugerir que a inclusão das gliceras em questão pode ser feita para aves na fase inicial, dentro dos níveis avaliados sem prejudicar o desempenho das aves.

Houve interação significativa ($P < 0,05$) para a concentração de glicerol sérico nas aves (Tabela 4), sendo observado aumento linear na concentração de glicerol sanguíneo nos frangos que ingeriram a glicerina bruta de soja ($Y = 5,6104X - 112,04$; $R^2 = 0,89$) e a glicerina semipurificada ($Y = 6,3914X - 115,44$; $R^2 = 0,84$). A concentração de glicerol na circulação sanguínea dos frangos que ingeriram a glicerina bruta de soja e a glicerina semipurificada foi superior em relação à concentração deste nos animais que ingeriram a glicerina bruta mista, isto pode ser devido, primeiramente, ao maior consumo de ração pelas aves que ingeriram as gliceras de soja e semipurificada. Além disso, tanto a glicerina bruta de soja e a glicerina semipurificada eram compostas por alta concentração de glicerol, estando este acima de 70,0g/kg de glicerina. A alta concentração de glicerol ingerida pode ter sobreposto à capacidade de metabolização desta substância pela ave, visto que, se o glicerol ingerido não for fosforilado pela glicerol quinase, não há retenção e utilização deste pelo organismo animal, justificando, assim, o aumento crescente da concentração de glicerol sérico, com o aumento da inclusão das gliceras em questão. É importante ressaltar que a coleta de

sangue ocorreu após duas horas jejum das aves, pois o intuito era avaliar o período pós-absortivo dos animais, ou seja, objetivou-se avaliar o glicerol sanguíneo proveniente da dieta e não da lipólise. Porém, duas horas de jejum

pode não ter sido suficiente para haver a metabolização do glicerol pelas aves, justificando a elevada concentração observada desta substância na circulação das aves em níveis mais elevados de inclusão.

Tabela 4. Glicerol sérico e ganho de umidade de cama em aves alimentadas com rações contendo glicerinas em diferentes níveis, no período de 8a 21 dias de idade

Glicerol sérico (mmol de glicerol/mL de plasma)					
Glicerinas	Níveis (g/kg)				Média
	17,5	35,0	52,5	70,0	
Soja ^L	26,18	38,84	153,36 ^{*B}	315,28 ^{*A}	133,41
Mista ^L	39,74	22,27	34,40 ^C	18,43 ^B	28,71
Semipurificada ^L	26,06	30,34	287,02 ^{*A}	313,33 ^{*A}	164,19
Probabilidade					
Glicerinas x níveis	P<0,05				
Glicerinas	P<0,05				
Níveis	P<0,05				-
Teste de Dunnet	P<0,05				
Tratamento controle					23,36
Coefficiente de variação (%)					14,37
Ganho de umidade de cama (%)					
Glicerinas	Níveis (g/kg)				Média
	17,5	35,0	52,5	70,0	
Soja	33,05 [*]	33,02 [*]	31,81 [*]	35,33 [*]	33,30 ^A
Mista	30,47 [*]	27,61 [*]	27,88 [*]	26,98 [*]	28,24 ^B
Semipurificada	26,10 [*]	31,37 [*]	32,56 [*]	34,15 [*]	31,05 ^{AB}
Probabilidade					
Glicerinas x níveis	P>0,05				
Glicerinas	P<0,05				
Níveis	P>0,05				-
Teste de Dunnet	P<0,05				
Tratamento controle					22,48
Coefficiente de variação (%)					8,21

^{A,B}Diferem entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls; * Média difere do tratamento controle pelo teste de Dunnett; NS = não significativo; ^Q Efeito quadrático.

A concentração sanguínea de glicerol nos frangos alimentados com rações contendo a glicerina bruta mista diminuiu (P<0,05) linearmente ($Y = -0,296X + 41,66$; $R^2 = 0,45$) (Tabela 4). A baixa concentração de glicerol sérico nestas aves pode ser justificada pela composição da glicerina utilizada, visto que, o teor de glicerol na glicerina bruta mista era muito baixo. Por se tratar de aves na fase inicial, onde o sistema enzimático ainda não se encontra

totalmente desenvolvido, acredita-se que, apenas em níveis mais elevados de inclusão desta glicerina é que a enzima glicerol quinase pode ter sido ativada, explicando, assim, a crescente redução da concentração de glicerol sérico com o aumento da inclusão de glicerina bruta mista. Com a ativação da glicerol quinase, houve metabolização do glicerol ingerido resultando em menor concentração deste no sangue dos frangos utilizados nesta pesquisa.

A concentração de glicerol sérica em relação às aves que se alimentaram de ração sem inclusão de glicerina apenas diferiu ($P<0,05$) das aves que se alimentaram com rações contendo 52,5 e 70,0g/kg de glicerina bruta de soja e glicerina semipurificada (Tabela 4). Provavelmente, para estes níveis de inclusão de ambas as glicerinas, houve saturação da enzima glicerol quinase, e conseqüentemente, grande parte do glicerol ingerido não foi aproveitado nutricionalmente pelos pintos de corte. O ganho de umidade da cama (%) dos frangos foi influenciado ($P<0,05$) pelas fontes de glicerinas avaliadas (Tabela 4), sendo que apenas a umidade de cama das aves alimentadas com a glicerina bruta de soja que diferiu da umidade de cama das aves alimentadas com glicerina bruta mista, sendo que a glicerina bruta mista apresentou menor ganho de umidade da cama. Este resultado difere do resultado encontrado por Guerra et al. (2011), que observaram aumento linear na umidade de cama (%) de frangos no período de 1 a 21 dias, com o aumento do nível de inclusão de glicerina bruta mista. Em relação ao ganho de umidade observado na cama dos frangos que se alimentaram da dieta controle, todos os níveis e fontes das glicerinas estudados promoveram maior ganho de umidade, indicando que o glicerol quando não metabolizado, mesmo que esteja em baixas concentrações na circulação sanguínea, pode promover aumento na umidade de cama ao ser excretado, pois, por ser uma substância higroscópica, ele arrasta consigo água durante a sua excreção. Considerando que as rações experimentais foram corrigidas para o sódio, é possível afirmar que o aumento da umidade de cama verificado nesta pesquisa foi devido ao glicerol ingerido que não foi metabolizado pelas aves.

Mesmo havendo aumento de umidade de cama para todas as fontes avaliadas, as glicerinas estudadas podem ser utilizadas como ingredientes nas rações para pintos de corte até 70,0g/kg de inclusão, sem prejudicar o desempenho dos animais. A inclusão de glicerina bruta de soja a partir de 35,0g/kg, a glicerina bruta mista em todos os níveis avaliados e a glicerina semipurificada inclusa em 17,50g/kg promoveram melhores resultados de conversão alimentar em relação aos obtidos para as aves alimentadas com ração sem glicerina.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ciência Animal (INCT-CA), pelo apoio financeiro, e à Granol Ind. Com. Exp. S/A pelo fornecimento da glicerina purificada.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO - ANP. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: abr. 2012.
- CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z.; COTO, C.; SAKAKLI, P.; WALDROUP, P. W. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**, v.5, p.1001–1007, 2006.
- DOZIER, W.A.; KERR, B.J.; CORZO, A.; KIDD, M.T.; WEBER, T.E.; BREGENDAHL, K. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. **Poultry Science**, v 87, p.317–322, 2008.

GUERRA, R.L. H.; MURAKAMI, A.E.; GARCIA, A.F. Q.M.; URGNANI, F.J.; MOREIRA, I.; PICOLI, K.P. Glicerina bruta mista na alimentação de frangos de corte (1 a 42 dias). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.12, n.4, p.1038-1050, 2011.

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY - IUPAC. 1993. Disponível em: <<http://www.iupac.org>>. Acesso em: 10 abr. 2012.

JUNG, B.; BATAL, A.B. Nutritional and feeding value of crude glycerin for poultry. 2. Evaluation of feeding crude glycerin to broilers. **Journal Applied of Poultry Science Research**, v.20, p.514-527, 2011.

LIMA, E.M.C.; RODRIGUES, P.B.; ALVARENGA, R.R.; BERNARDINO, V.M.P.; MAKIYAMA, L.; LIMA, R.R.; CANTARELLI, V.S.; ZANGERONIMO, M.G. The energy value of biodiesel glycerine products fed to broilers at different ages. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v.5, n.10, p. 1515-1520, 2012.

MCLEA, L.; BALL, M.E.E.; KILPATRICK, D.; ELLIOTT, C. The effect of glycerol inclusion on broiler performance and nutrient digestibility. **British Poultry Science**, v.52, n.3, p.368-375, 2011.

RIVALDI, J.R.; SARROUB, B.F.; FIORILO, R.; SILVA, S.S. Glicerol de biodiesel. **Biociência**, v.37, p.44-51, 2007.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

SAS INSTITUTE. **User's guide. Stat.** version 9.00.4th ed. Cary, 2004.

SWIATKIEWICZ, S.; KORELESKI, J. Effect of crude glycerin level in the diet of laying hens on egg performance and nutrient utilization. **Poultry Science**, v.88, p.615-619, 2009.

Data de recebimento: 31/07/2013

Data de aprovação: 29/08/2014