

## Glicerina bruta mista na alimentação de frangos de corte (1 a 42 dias)

*Crude glycerine mixture in diets of broiler chickens (1 to 42 days)*

GUERRA, Rafael Lachinski de Holanda<sup>1\*</sup>; MURAKAMI, Alice Eiko<sup>1</sup>; GARCIA, Ana Flávia Quiles Marques<sup>1</sup>; URGNANI, Fernando José<sup>1</sup>; MOREIRA, Ivan<sup>1</sup>; PICOLI, Karla Paola<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Zootecnia, Maringá-Paraná, Brasil.

\*Endereço para correspondência: rlhguerra@hotmail.com

### RESUMO

Dois experimentos foram conduzidos com o objetivo de avaliar o efeito da utilização de diferentes níveis de glicerina bruta mista na alimentação de frangos de corte sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a composição química corporal das aves. Foram utilizadas 960 aves da linhagem cobb, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com seis níveis de inclusão de glicerina bruta mista na dieta (0; 2; 4; 6; 8 e 10%) e cinco repetições com 32 aves cada. No experimento I, para o período de crescimento (22 a 42 dias), observou-se efeito linear dos níveis de inclusão de glicerina bruta mista sobre o consumo de ração e efeito quadrático para ganho de peso, peso médio corporal e matéria seca da cama, aos 42 dias de idade. Não foi observado efeito sobre as variáveis de rendimento de carcaça. No Experimento II, de um a 21 dias observou-se efeito linear crescente para o consumo de ração e conversão alimentar em função dos níveis de glicerina bruta mista na ração. O mesmo foi observado para a conversão alimentar no período total de um a 42 dias. A umidade de cama aos 21 e aos 42 dias apresentou aumento linear crescente, a composição química corporal das aves não foi influenciada pelos níveis de glicerina mista adicionados à ração. A utilização da glicerina bruta oriunda da produção de biodiesel, na formulação de rações para frangos de corte é possível, porém deve-se avaliar melhor seu potencial fornecimento de nutrientes.

**Palavras-chave:** composição química, desempenho, rendimento de carcaça, subproduto

### SUMMARY

Two experiments were conducted to evaluate the effect of inclusion of different levels of crude glycerine mixture in the broilers feeding on performance, carcass yield and carcass composition. 960 broilers were used at 21 days of age distributed in a completely randomized design with six levels of crude glycerine mixture (0; 2; 4; 6; 8 and 10%) and five replicates with 32 birds each. In the Experiment 1, for the growth period (22 to 42 days), was a linear effect in the levels of crude glycerine mixture inclusion on feed intake and a quadratic effect for weight gain, average weight and litter dry matter at 42 days old. There was no effect on broiler chicken carcass yield. In the Experiment 2, in the initial period (1 to 21 days), there was an increasing linear effect for feed intake and feed conversion. The same behavior was observed only for feed conversion in the period of 1 to 42 days. For chemical composition analysis of birds were not observed effects for all variables. The litter moisture at 21 and 42 days increased linearly. The utilization of crude glycerine mixture, byproduct of biodiesel production in feed formulation for broilers is possible, however should be better evaluated, for all the nutrients of its composition that could come into the diet balance, making possible to the broilers to have a nice performance.

**Keywords:** byproduct, carcass yield, chemical composition, performance

## INTRODUÇÃO

Para que os biocombustíveis sejam econômica e ecologicamente viáveis é essencial que se consiga destinar todos os subprodutos oriundos dos processamentos. A glicerina bruta é um subproduto que desperta interesse em sua utilização de maneira sustentável à produção do biodiesel.

A glicerina bruta mista é um produto com alto teor de ácidos graxos, que consiste na mistura de dois tipos de gliceras bruta, uma oriunda da produção de biodiesel utilizando fontes de origem vegetal e outra, animal. Por seu valor energético, a glicerina bruta pode substituir os ingredientes fontes de carboidratos nas formulações das dietas para a produção animal (DOZIER et al., 2008; PENZ JÚNIOR & GIANFELICE, 2008).

Na digestão completa das gorduras são obtidas três moléculas de ácidos graxos e uma molécula de glicerol, esta molécula é facilmente absorvida por difusão já que seu peso molecular é baixo, podendo ser utilizado via gliconeogênese produzindo glicose ou oxidado, gerando energia, pela via da glicólise ou sendo oxidado até CO<sub>2</sub>, no ciclo do ácido cítrico (ROBERGS & GRIFFIN, 1998).

Cerrate et al. (2006), ao utilizarem dietas formuladas com 2,5 e 5,0 % de glicerol para frangos de corte verificaram aumento no rendimento de peito, o que sugere que o glicerol pode melhorar a deposição de proteína. Além disso, Waldroup (2007) descreve a glicerina como suplemento de potencial energético para ser utilizado em dietas de frangos de corte como fonte de calorías que pode prover energia para manutenção e crescimento, sem qualquer efeito adverso na qualidade da carne. O mesmo autor utilizando níveis

de inclusão de até 10% em dietas de pintinhos com 16 dias de idade e não observou diferença no desempenho das aves.

Objetivou-se avaliar os efeitos da utilização de glicerina bruta na ração sobre o desempenho zootécnico, rendimento de carcaça e composição química corporal dos frangos de corte.

## MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos no setor de avicultura da fazenda experimental de Iguatemi. No experimento I foram utilizados 960 pintos de cortes machos de 22 dias de idade, da linhagem Cobb. As aves foram alojadas em um galpão convencional de 30m de comprimento e 8m de largura, com cobertura de telha de amianto, piso concreto e paredes laterais de alvenaria com 40cm de altura, e o restante da parede completa com tela de arame até o telhado e com cortinas móveis.

O aviário foi dividido em 30 boxes de 6,3m<sup>2</sup> com capacidade para 32 aves cada. A cama utilizada foi de palha de arroz e as aves foram vacinadas no incubatório contra a doença de Marek. Após o alojamento não receberam nenhuma vacina. Foi adotado um programa de luz contínuo de 24 horas durante os primeiros 10 dias de idade e o restante do período experimental com 23 horas de luz/dia. Na fase inicial foram utilizados bebedouros do tipo copo de pressão até o quinto dia de idade e comedouros infantis, que foram substituídos gradativamente pelos comedouros tubulares e bebedouros automáticos do tipo pendular.

As aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com seis tratamentos

(rações que continham 0; 2; 4; 6; 8 e 10% de glicerina bruta mista), cinco repetições e 32 aves por repetição.

Em cada boxe foi utilizado um círculo de proteção e uma campânula como fonte de aquecimento para os pintinhos. Água e ração foram fornecidas *ad libitum*. Até os 21 dias todas as aves receberam uma ração controle para fase inicial (um a 21 dias) e a partir dos 22 dias até os 42 dias (fase de crescimento), as rações foram formuladas com diferentes níveis de inclusão de glicerina bruta (0; 2; 4; 6; 8 e 10%), à base de milho e farelo de soja, de acordo com os valores de composição química dos alimentos e as exigências nutricionais para cada fase (Tabela 1), segundo Rostagno et al. (2005). Para inclusão da glicerina bruta mista na matriz nutricional da ração utilizou-se valores sugeridos pelo fornecedor, à qual foi atribuído os valores de 3.800kcal/kg de EM; 1,26% de sódio; 1,86% de cloro e 0,005% de potássio.

As pesagens dos frangos e das rações experimentais foram realizadas aos 21 e 42 dias para determinação do respectivo ganho de peso, consumo de ração e da conversão alimentar nos períodos.

Aos 42 dias de idade foram abatidas, por deslocamento cervical, duas aves por unidade experimental para determinação do rendimento de carcaça, rendimento de cortes comerciais e porcentagem de gordura. Para o cálculo de rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça eviscerada, sem pés, cabeça e gordura abdominal, em relação ao peso vivo, o qual foi obtido individualmente antes do abate das aves. A gordura abdominal presente ao redor da cloaca, da bolsa cloacal, moela, proventrículo e dos músculos abdominais adjacentes foi retirada. Posteriormente foi pesada e calculada em relação ao peso vivo da ave. Para o rendimento dos cortes

de interesse econômico foram considerados o rendimento de peito inteiro, das pernas (coxa e sobrecoxa) com pele e asas, calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada, de acordo com Souza et al. (2010).

Uma amostra de cama de cada parcela foi coletada aos 42 dias para determinação da umidade por meio de secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72h.

No experimento II foram utilizados 960 pintos de corte machos de um dia de idade da linhagem Cobb. O alojamento das aves foi realizado no mesmo aviário e condições descritas no experimento I.

As aves receberam dietas experimentais divididas em duas fases, de um a 21 e de 22 a 42 dias de idade. Para a fase inicial (um a 21 dias) e crescimento (22 a 42 dias), de acordo com exigências descritas por Rostagno et al. (2005), e variações nos níveis de glicerina bruta mista (Tabela 2).

As pesagens dos frangos e das rações experimentais foram realizadas com um, 21 e 42 dias, para determinação do ganho de peso, do consumo de ração e da conversão alimentar nos períodos.

Para a determinação do rendimento de carcaça, cortes e porcentagem de gordura abdominal, aos 42 dias de idade, foram utilizadas duas aves por unidade experimental, conforme descrito por Souza et al. (2010).

Aos 21 e 42 dias de idade coletou-se uma amostra de cama por boxe para determinação da umidade pela secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72h.

Para o estudo da composição química corporal aos 21 e 42 dias de idade utilizou-se uma ave por unidade experimental, o que totalizou cinco aves por tratamento, as quais foram abatidas e moídas após jejum de seis horas.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais de um a 21 dias e 22 a 42 dias de idade

Item	Inicial (1-21 dias)	Crescimento (22-42 dias)					
		0%	2%	4%	6%	8%	10%
Ingredientes							
Milho	59,63	64,34	61,95	59,58	57,20	54,94	52,68
Farelo de soja	34,11	29,48	29,94	30,40	30,87	31,30	31,74
Glicerina bruta mista	0,00	0,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00
Óleo de soja degomado	2,39	2,48	2,43	2,37	2,31	2,21	2,11
Calcário calcítico	0,82	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,77
Fosfato bicálcico	1,85	1,68	1,68	1,69	1,70	1,70	1,72
Sal	0,33	0,25	0,22	0,19	0,16	0,13	0,10
Bicarbonato de sódio	0,200	0,239	0,254	0,260	0,269	0,221	0,173
L – Lisina HCl, 78%	0,266	0,315	0,306	0,297	0,288	0,280	0,271
DL – Metionina, 99%	0,270	0,276	0,279	0,282	0,284	0,287	0,289
Supl. Min – Vit. <sup>1-2</sup>	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total	100	100	100	100	100	100	100
Composição calculada							
Energia Met. (kcal/kg)	3,050	3,115	3,115	3,115	3,115	3,115	3,115
Proteína bruta (%)	21,14	19,40	19,40	19,40	19,40	19,40	19,40
Lisina digestível (%)	1,190	1,120	1,120	1,120	1,120	1,120	1,120
Met+Cis digestível (%)	0,840	0,810	0,800	0,810	0,810	0,810	0,810
Triptofano digestível (%)	0,270	0,207	0,209	0,210	0,212	0,213	0,215
Treonina digestível (%)	0,770	0,639	0,640	0,640	0,641	0,642	0,642
Cálcio (%)	0,900	0,837	0,837	0,837	0,837	0,837	0,837
Fósforo disponível (%)	0,454	0,418	0,418	0,418	0,418	0,418	0,420
Sódio (%)	0,224	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
Potássio (%)	0,806	0,735	0,737	0,738	0,740	0,741	0,742
Cloro (%)	0,227	0,184	0,202	0,221	0,239	0,257	0,275
BED (mEq/kg)*	240	228	223	218	213	208	204

<sup>1</sup>Suplemento Vitamínico Inicial (Conteúdo por kg de premix): Vit. A 7.000.000,00 UI; Vit. D3 2.200.000,00 UI; Vit. E 11.000,00mg; Vit. K3 1.600,00mg; Vit. B1 2.000,00mg; Vit. B2 5.000,00mg; Vit. B12 12.000,00mcg; Niacina 35.000,00mg; Ácido Pantotênico 13.000,00mg; Ácido Fólico 800,00mg; Antioxidante 100.000,00; Veículo q.s.p. 1.000,00g.

Suplemento Vitamínico de Crescimento (Conteúdo por kg de premix): Vit. A 6.000.000,00 UI; Vit. D3 2.000.000,00 UI; Vit. E 10.000,00mg; Vit. K3 1.000,00mg; Vit. B1 1.400,00mg; Vit. B2 4.000,00mg; Vit. B12 10.000,00mcg; Niacina 30.000,00mg; Ácido Pantotênico 11.000,00mg; Ácido Fólico 600,00mg; Antioxidante 100.000,00; Veículo q.s.p. 1.000,00g.

<sup>2</sup>Mistura mineral (Conteúdo por kg de premix): Ferro 10.000,00mg; Cobre 16.000,00mg; Iodo 2.400,00mg; Zinco 100.000,00mg; Manganês 140.000,00mg; Selênio 400,00mg; Veículo q.s.p. 1.000,00g.

\*Balanço eletrolítico da dieta.

Tabela 2. Composição percentual e calculada das rações experimentais

Ingredientes	1 a 21 dias						22 a 42 dias					
Glicerina bruta mista	0,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	0,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00
Milho	59,63	57,28	54,93	52,60	50,27	47,93	64,34	61,95	59,58	57,20	54,94	52,68
Farelo de soja	34,11	34,57	35,03	35,49	35,95	36,41	29,48	29,94	30,40	30,87	31,30	31,74
Óleo de soja degomado	2,39	2,32	2,25	2,17	2,10	2,02	2,48	2,43	2,37	2,31	2,21	2,11
Calcário calcítico	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,77
Fosfato bicálcico	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	1,68	1,68	1,69	1,70	1,70	1,72
Sal	0,33	0,26	0,20	0,15	0,10	0,05	0,25	0,22	0,19	0,16	0,13	0,10
Bicarbonato de sódio	0,200	0,225	0,243	0,247	0,250	0,254	0,239	0,254	0,260	0,269	0,221	0,173
L- Lisina HCl, 78%	0,266	0,257	0,249	0,240	0,231	0,222	0,315	0,306	0,297	0,288	0,280	0,271
DL-Metionina, 99%	0,270	0,272	0,275	0,277	0,280	0,282	0,276	0,279	0,282	0,284	0,287	0,289
Suplemento Min.-Vit. <sup>1-2</sup>	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Composição calculada												
Energia metabolizável (cal/kg)	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050	3,115	3,115	3,115	3,115	3,115	3,115
Proteína bruta (%)	21,14	21,14	21,14	21,14	21,14	21,14	19,40	19,40	19,40	19,40	19,40	19,40
Lisina digestível (%)	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,190	1,120	1,120	1,120	1,120	1,120	1,120
Met+Cis digestível (%)	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,840	0,810	0,800	0,810	0,810	0,810	0,810
Triptofano digestível (%)	0,270	0,270	0,270	0,270	0,270	0,270	0,207	0,209	0,210	0,212	0,213	0,215
Treonina digestível (%)	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770	0,639	0,640	0,640	0,641	0,642	0,642
Cálcio (%)	0,900	0,902	0,902	0,903	0,904	0,905	0,837	0,837	0,837	0,837	0,837	0,837
Fósforo disponível (%)	0,454	0,454	0,453	0,452	0,451	0,450	0,418	0,418	0,418	0,418	0,418	0,420
Sódio (%)	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
Potássio (%)	0,806	0,808	0,809	0,811	0,812	0,814	0,735	0,737	0,738	0,740	0,741	0,742
Cloro (%)	0,227	0,217	0,209	0,208	0,207	0,206	0,184	0,202	0,221	0,239	0,257	0,275
BED (mEq/kg)*	240	243	245	246	247	248	228	223	218	213	208	204

<sup>1</sup>Suplemento Vitamínico Inicial (Conteúdo por kg de premix): Vit. A 7.000.000,00 UI; Vit. D3 2.200.000,00 UI; Vit.E 11.000,00 mg; Vit. K3 1.600,00 mg; Vit. B1 2.000,00 mg; Vit. B2 5.000,00 mg, Vit. B12 12.000,00 mcg; Niacina 35.000,00 mg; Ácido Pantotênico 13.000,00 mg; Ácido Fólico 800,00 mg; Antioxidante 100.000,00; Veículo q.s.p. 1.000,00g.

<sup>1</sup>Mistura Vitamínica de Crescimento (Conteúdo por kg de premix): Vit. A 6.000.000,00 UI; Vit. D3 2.000.000,00 UI; Vit.E 10.000,00 mg; Vit. K3 1.000,00 mg; Vit. B1 1.400,00 mg; Vit. B2 4.000,00mg, Vit. B12 10.000,00 mcg; Niacina 30.000,00 mg; Ácido Pantotênico 11.000,00 mg; Ácido Fólico 600,00 mg; Antioxidante 100.000,00; Veículo q.s.p. 1.000,00g.

<sup>2</sup>Suplemento mineral (Conteúdo por kg de premix): Ferro 10.000,00 mg; Cobre 16.000,00 mg; Iodo 2.400,00 mg; Zinco 100.000,00 mg; Manganês 140.000,00 mg; Selênio 400,00 mg; Veículo q.s.p. 1.000,00g.

\*Balanço eletrolítico da dieta

Foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas (CZ) das carcaças e das penas.

As análises estatísticas dos dados foram realizadas pelo programa estatístico SAEG (UFV, 2007). A estimativa do melhor nível de glicerina bruta foi determinada por análise de regressão, e o modelo de regressão escolhido de acordo com o melhor ajustamento (coeficiente de determinação – R<sup>2</sup>). As comparações entre as médias das variáveis estudadas para o tratamento controle e demais tratamentos foram realizadas mediante o teste de comparação de médias de Dunnett, com P<0,05.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento I verificou-se efeito linear decrescente (P<0,05) sobre o peso médio aos 42 dias de idade, ganho de peso e consumo de ração de 21 a 42 dias de idade à medida que se aumentou os níveis de glicerina na ração (Tabela 3). A conversão alimentar para o período de 21 a 42 dias de idade piorou à medida que os níveis de glicerina bruta foram crescentes nas rações (P<0,05).

No experimento II, para o período inicial (um a 21 dias de idade), verificou-se efeito linear crescente (P<0,05) sobre o consumo de ração sem aumento (P>0,05) no ganho de peso, o que explica a piora (P<0,05) na conversão alimentar. O mesmo comportamento foi observado para a conversão alimentar (P<0,05) para o período de 22 a 42 dias e no período total de um a 42 dias.

Para o período de 22 a 42 dias foi observado efeito quadrático (P<0,05) para ganho de peso (Figura 1) e consumo de ração (Figura 2) com os níveis de 5,10% e 6,53% de glicerina bruta o que proporcionou o maior ganho de peso e maior consumo de ração, respectivamente.

O decréscimo no ganho de peso após o nível de 5% pode ter ocorrido pelo fato da energia metabolizável da glicerina incluída nas dietas estarem superestimadas, dessa maneira a ingestão de alimento pelas aves não conseguiu suprir a exigência mínima necessária para a deposição de proteína, assim como ao nível de 10% uma subestimação dos níveis de sódio da presente na glicerina e conseqüentemente alterando os níveis deste na dieta, pode ter limitado o consumo de ração, o que também influenciou o peso médio aos 42 dias de idade, para o qual foi observado efeito quadrático (P<0,05) (Figura 3) com inflexão máxima de 5,12% de inclusão de glicerina bruta na dieta das aves.

O fato das aves do experimento I terem começado a receber as dietas com inclusão de glicerina bruta apenas na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade) e desta forma não estarem adaptadas às dietas com inclusão de glicerina desde o alojamento explica a diferença entre os experimentos I e II nesta mesma fase.

À medida que se aumentou o nível de inclusão de glicerina bruta na dieta, o ganho de peso das aves de um a 42 dias diminuiu linearmente (P<0,05), e para o consumo de ração no mesmo período observou-se um efeito linear (P<0,05) positivo, o que refletiu na piora da conversão alimentar.

Tabela 3. Valores médios dos parâmetros de desempenho e umidade de cama de frangos de cortes alimentados com diferentes níveis glicerina bruta

Item	Experimento I							CV (%)	Regressão
	Período de 21 a 42 dias								
	0	2	4	6	8	10			
Glicerina Bruta, %									
Peso médio, g (42 dias)	2630,76±28,10	2643,99±5,62	2635,78±23,20	2584,03±31,68	2540,28±11,39*	2510,80±20,43*	1,84	Linear <sup>1</sup>	
Ganho de peso, g	1796,01±19,76	1811,17±6,62	1804,90±20,72	1734,66±18,47	1696,40±19,06*	1677,92±18,31*	2,28	Linear <sup>2</sup>	
Consumo de ração, g	3216,02±20,89	3249,87±29,23	3199,32±24,55	3181,42±34,24	3127,80±32,85	3088,95±44,47*	2,21	Linear <sup>3</sup>	
Conversão alimentar, g/g	1,791±0,017	1,798±0,014	1,789±0,008	1,834±0,017	1,845±0,034	1,851±0,004	2,37	Linear <sup>4</sup>	
% Umidade de cama	26,24±1,03	26,34±1,54	26,81±1,78	29,64±1,95	34,19±3,39*	53,03±2,05*	14,04	Linear <sup>5</sup>	
Experimento II									
Período de 1 a 21 dias									
Peso médio, g (1 dia)	44,79±0,19	44,94±0,22	45,19±0,19	44,92±0,13	44,64±0,22	44,90±0,21	0,98	NS	
Ganho de peso, g	737,27±13,00	716,52±23,14	742,64±6,16	735,45±5,03	754,25±20,00	729,30±5,91	3,333	NS	
Consumo de ração, g	1008,38±8,62	1026,50±10,50	1042,12±11,26	1075,42±1,71*	1112,70±21,22*	1139,31±10,53*	1,961	Linear <sup>6</sup>	
Conversão alimentar, g/g	1,408±0,006	1,439±0,012	1,448±0,021	1,477±0,014*	1,504±0,005*	1,504±0,024*	2,169	Linear <sup>7</sup>	
Umidade de cama (%)	20,49±1,42	24,97±1,20	25,85±0,94*	31,03±2,15*	36,10±1,00*	42,99±2,19*	11,61	Linear <sup>8</sup>	
Período de 22 a 42 dias									
Peso médio, g (21 dias)	782,23±12,97	761,23±23,45	761,26±8,19	767,39±7,76	762,76±22,03	774,01±5,67	3,398	NS	
Ganho de peso, g	1936,18±26,84	1882,54±22,64	1892,10±21,04	1894,73±8,19	1902,55±22,25	1792,29±33,13*	2,514	Quad <sup>9</sup>	
Consumo de ração, g	3532,40±35,77	3418,49±6,82	3466,72±25,91	3519,92±23,09	3532,61±15,13	3436,72±21,47	1,826	Quad <sup>10</sup>	
Conversão alimentar, g/g	1,823±0,014	1,813±0,016	1,833±0,014	1,850±0,004	1,850±0,022	1,915±0,022*	1,851	Linear <sup>11</sup>	
Período de 1 a 42 dias									
Peso médio, g (42 dias)	2651,90±28,18	2611,26±17,45	2647,66±23,76	2656,84±14,80	2604,63±31,75	2563,26±32,48	1,742	Quad <sup>12</sup>	
Ganho de peso, g	2607,17±27,86	2586,71±22,34	2586,78±24,81	2567,13±30,27	2559,96±31,60	2498,75±30,39	1,992	Linear <sup>13</sup>	
Consumo de ração, g	4517,75±47,28	4429,75±16,32	4535,30±4,95	4575,74±15,46	4541,61±53,44	4558,88±56,37	1,465	Linear <sup>14</sup>	
Conversão alimentar, g/g	1,695±0,012	1,713±0,008	1,737±0,002*	1,738±0,008*	1,743±0,003*	1,797±0,017*	0,998	Linear <sup>15</sup>	
Umidade de cama (%)	27,24±1,83	28,90±1,45	29,64±3,06	33,58±2,19	42,57±2,78*	54,24±2,74*	14,88	Linear <sup>16</sup>	

(P<0,05) \*Teste Dunnett 5%

1.  $Y=2.693,58-18,3518X$ ;  $R^2=0,97$ ; 2.  $Y=1859,65-18,9614X$ ;  $R^2=0,94$ ; 3.  $Y=3286,98-0,00196677X$ ;  $R^2=0,99$ ; 4.  $Y=1,777711+0,00792530X$ ;  $R^2=0,84$ ; 5.  $Y=16,6899+2,87248X$ ;  $R^2=0,73$ ; 6.  $Y=990,351+14,8098X$ ;  $R^2=0,99$ ; 7.  $Y=1,41811+0,00936449X$ ;  $R^2=0,93$ ; 8.  $Y=18,2998+2,31491X$ ;  $R^2=0,95$ ; 9.  $Y=1,802,88+42,7384X-4,18784X^2$ ;  $R^2=0,76$ ; 10.  $Y=3,275,34+75,5264X-5,78458X^2$ ;  $R^2=0,86$ ; 11.  $Y=1,78618+0,0113048X$ ;  $R^2=0,87$ ; 12.  $Y=2,548,14+40,1590X-3,91957X^2$ ;  $R^2=0,95$ ; 13.  $Y=2,622,97-10,7086X$ ;  $R^2=0,81$ ; 14.  $Y=4,448,88+13,2282X$ ;  $R^2=0,53$ ; 15.  $Y=1,6938+0,00866881X$ ;  $R^2=0,82$ ; 16.  $Y=18,0059+3,2675X$ ;  $R^2=$

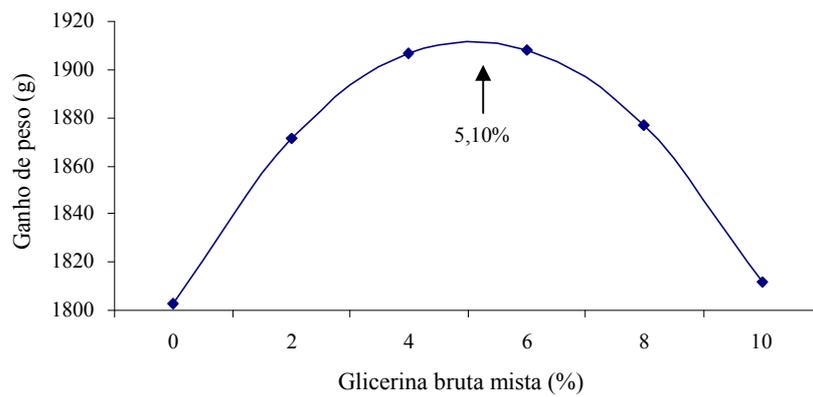


Figura 1. Ganho de peso no período de 22 a 42 dias ( $Y=1.802,88+42,7384X-4,18784X^2$ ;  $R^2=0,76$ )

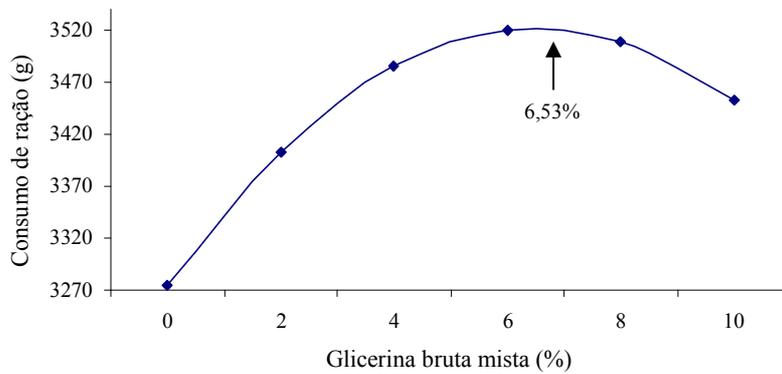


Figura 2. Consumo de ração no período de 22 a 42 dias ( $Y=3.275,34+75,5264X-5,78458X^2$ ;  $R^2=0,86$ )

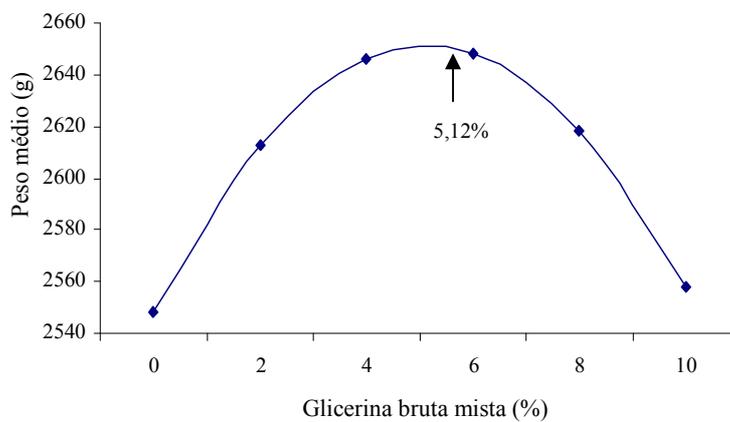


Figura 3. Peso médio aos 42 dias de idade ( $Y=2.548,14+40,1590X-3,91957X^2$ ;  $R^2=0,95$ )

Assim, como verificado por Cerrate et al. (2006) foi observada mudança na textura das rações à medida que se aumentou os níveis de glicerina bruta à dieta. Segundo os autores, uma menor fluidez da ração nos comedouros pode ter limitado o consumo pelas aves, quando comparadas aos tratamentos de 0 e 5%. Em um segundo experimento, os autores não observaram diferença entre os parâmetros de desempenho analisado para os tratamentos de 0; 2,5 e 5 % de inclusão de glicerina.

A porcentagem de umidade de cama no experimento I, aos 42 dias, apresentou resposta linear crescente ( $P < 0,05$ ) com o aumento dos níveis de glicerina bruta na dieta, e a mesma resposta foi observada aos 21 e 42 dias no experimento II (Tabela 3). O aumento da umidade da cama pode ter sido provocada pelo aumento nos teores de sódio e potássio da dieta, assim como pela alta higroscopicidade do glicerol presente na glicerina bruta excretada pelas aves.

Waldroup (2007), ao trabalhar com aves de um a 16 dias de idade, observou que com 10% de inclusão de glicerol na ração, a cama foi visivelmente mais úmida que os tratamentos com 0 e 5% de inclusão. Cerrate et al. (2006) também observaram aumento na umidade da cama com a inclusão de 10% de glicerina bruta nas rações. Lammers et al. (2008) relatam que a umidade das excretas das aves pode ser consideravelmente maior à depender da porcentagem de inclusão e características da glicerina bruta utilizada na formulação das dietas, pois esta contém elevados teores de sódio, resultado de um processo ineficiente de recuperação dos catalisadores.

A umidade da cama aumentou de maneira inversa ao balanço eletrolítico da dieta (BED) nos tratamentos com

inclusão de glicerina bruta, o que contradiz os resultados encontrados por Oliveira et al. (2003) e Oliveira et al. (2010) que observaram aumento linear da umidade da cama na medida em que se elevou o balanço eletrolítico da dieta. Murakami et al. (2001) relatam que o melhor balanço eletrolítico da dieta para frangos de corte na fase de crescimento está entre 249 a 261mEq/kg.

Da mesma forma que o glicerol endógeno proveniente do catabolismo dos triacilglicerol, o glicerol proveniente da dieta que chega ao fígado através da veia porta será metabolizado para produção de glicose. O glicerol resultante da hidrólise de triacilglicerol no tecido adiposo é liberado para o sangue e transportado para o fígado, as proteínas de membrana aquagliceroporinas fazem o carreamento do glicerol nas membranas do fígado e dos adipócitos. Os níveis dessas proteínas são regulados pelo nível plasmático de insulina, o qual também funciona como regulador dos níveis de glicerol quinase e consequentemente da gliconeogênese (MAEDA et al., 2008).

Por se tratar de um subproduto, a glicerina bruta mista pode possuir variações na composição nutricional, assim a queda no desempenho das aves pode ter ocorrido pelo fato do nível energético da glicerina bruta mista ter sido superestimado na formulação das rações experimentais, o que pode ter feito com que as aves tivessem aumento no consumo de ração para suprir sua exigência energética. De acordo com Sakomura et al. (2004), a deficiência energética das dietas em frangos de corte pode prejudicar a deposição de proteína e gordura, e o nível energético da dieta afeta diretamente no desempenho das

aves (MENDES et al., 2004). Os animais utilizam a energia da dieta ou metabólica, parte para a manutenção, em processos catabólicos e anabólicos, e parte para produção, ou seja, crescimento e deposição de proteína e gordura (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

Dessa forma, a determinação de valores energéticos adequados é de grande importância para o aproveitamento e a eficiência de utilização da energia.

Para o rendimento de carcaça e composição corporal das aves (Tabelas 4 e 5) não se observou efeito ( $P>0,05$ ) dos tratamentos, em ambos os experimentos, exceto para gordura abdominal no experimento I, em que se observou efeito linear negativo ( $p<0,05$ ). Isto pode ser devido ao fato do aporte energético da glicerina da dieta ter sido superestimada o que contribuiu para a redução da gordura abdominal, o que indica que a glicerina bruta pode ser incluída na dieta sem afetar o rendimento dos cortes comerciais e a composição química da carcaça das aves, assim como Gianfelici (2009) não encontrou diferença para MS, PB, EE e Cz da carcaça, o que sugere que o glicerol dietético não estimulou a síntese de proteína e triglicerídeos.

As médias das variáveis analisadas no período de um a 21 dias foram submetidas ao teste de Dunnett e observou-se diferença ( $P<0,05$ ) para consumo de ração e conversão alimentar, e os tratamentos a partir de 6% de inclusão diferiram em relação ao controle. Para o período de crescimento (22 a 42 dias), no experimento I, a variável consumo de ração ao nível de 10% apresentou-se menor ( $P<0,05$ ) que o tratamento controle. As médias de peso médio, ganho de peso e umidade

da cama aos 42 dias para os níveis correspondentes a 8 e 10% de glicerina bruta mista foram inferiores ( $P<0,05$ ), em relação ao controle. Para o mesmo período, no experimento II foi observado que apenas a conversão alimentar e o ganho de peso das aves que receberam rações com a inclusão de 10% de glicerina bruta diferiram do controle ( $P<0,05$ ).

A conversão alimentar para o período total de criação (um a 42 dias) diferiu ( $P<0,05$ ) para os níveis acima de 4%, em que à medida que se aumentou a inclusão de glicerina bruta mista à dieta a conversão alimentar piorou em relação à ração controle. Para os parâmetros peso médio, ganho de peso e consumo de ração não foi observado diferenças ( $P<0,05$ ) entre os tratamentos em relação ao tratamento controle. Estes resultados discordam dos observados em Cerrate et al. (2006), Min et al. (2008), e Abd-Elsamee et al. (2010), nos quais a inclusão de glicerina bruta às rações não afetou o peso das aves e conversão alimentar, o que confirma a hipótese de que a energia metabolizável da ração foi superestimada.

As médias de umidade da cama diferiram ( $P<0,05$ ) nos tratamentos acima de 4% aos 21 dias no experimento II e para os tratamentos 8 e 10% aos 42 dias nos dois experimentos quando comparados ao tratamento controle. Gianfelici (2009) observou que a partir de 7,5% de glicerol ocorreu aumento no consumo e na excreção de água, o que pode comprometer a criação dos frangos em condições práticas em função do aumento de umidade na cama. Isso ocorre, pois se trata de uma substância hidrofílica polar de peso molecular baixo, cuja excreção ocorre pelos rins em uma rota de saída fácil do organismo.

Tabela 4. Médias e estimativas de rendimento de carcaça de frangos de corte industrial alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta mista

Parâmetros (%)	Glicerina bruta mista, %						CV (%)	Regressão
	0	2	4	6	8	10		
Experimento I								
Carcaça eviscerada	69,77±0,23	69,75±0,37	70,20±0,15	70,32±0,20	70,31±0,37	69,65±0,07	0,63	NS
Peito	37,77±0,99	37,44±0,70	37,69±0,25	36,91±0,77	37,70±0,85	36,87±0,63	4,47	NS
Coxa	30,34±0,69	30,75±0,46	30,51±0,30	30,02±0,27	31,02±0,39	31,11±0,16	3,08	NS
Asa	10,52±0,31	10,34±0,28	10,83±0,06	10,49±0,20	10,51±0,13	11,06±0,16	3,96	NS
Gordura abdominal	2,61±0,18	2,50±0,05	2,40±0,22	2,40±0,20	2,13±0,06	1,90±0,23	15,87	Linear <sup>1</sup>
Experimento II								
Carcaça eviscerada	70,58±0,58	71,15±0,56	71,06±0,32	70,99±0,30	71,65±0,59	71,28±1,10	1,99	NS
Peito	38,20±0,89	38,77±0,60	37,88±0,16	38,12±0,38	39,11±1,07	38,04±0,76	4,15	NS
Coxa	30,37±0,50	30,29±0,47	30,59±0,24	30,96±0,52	30,52±0,61	30,58±0,49	3,56	NS
Asa	11,21±0,24	10,80±0,09	10,93±0,12	11,07±0,20	10,60±0,26	10,92±0,07	3,66	NS
Gordura abdominal	2,10±0,13	2,06±0,11	1,97±0,11	1,93±0,11	2,21±0,15	2,15±0,07	12,61	NS

(P>0,05). \*Teste Dunnett 5%.; 1.Y=2,723669-0,0754699X, R<sup>2</sup>=0,89.

Tabela 5. Composição química de frangos de corte industrial alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta mista

Item	21 dias						CV (%)	Regressão
	0	2	4	6	8	10		
Matéria seca	28,06±0,25	28,07±1,15	28,12±0,18	27,59±0,89	27,53±0,36	27,37±1,43	5,13	NS
Proteína bruta	56,45±1,09	57,10±1,10	58,23±1,14	57,24±1,04	58,02±1,15	59,48±1,23	4,36	NS
Extrato etéreo	30,92±0,71	30,63±0,76	30,31±0,96	31,34±1,79	30,08±0,85	28,20±1,51	8,65	NS
Cinzas	9,07±0,14	9,53±0,24	9,02±0,19	9,52±0,37	9,26±0,13	9,68±0,23	5,55	NS
42 dias								
Matéria seca	35,57±0,24	32,12±0,47	32,17±0,53	31,71±0,08	31,49±0,62	31,88±0,40	2,93	NS
Proteína bruta	56,78±0,39	56,86±0,71	56,92±0,30	59,29±0,26	57,40±0,95	57,82±0,60	1,74	NS
Extrato etéreo	31,33±1,73	31,39±1,23	29,85±0,85	28,57±0,53	28,62±1,79	29,29±0,73	9,30	NS
Cinzas	7,09±0,09	6,94±0,09	7,21±0,12	7,06±0,31	7,50±0,15	7,24±0,15	4,73	NS

P>0,05. \*Teste Dunnett 5%..

Em relação à composição química das carcaças, observou-se, para as variáveis estudadas, semelhança dos níveis de 2, 4, 6, 8 e 10% de glicerina bruta mista em relação ao nível 0% (ração controle), o que evidencia a possibilidade da sua inclusão em até 10% na ração sem efeito adverso para matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas da carcaça. Kerr & Dozier (2008), ao trabalharem com suínos, não encontraram diferença para composição de carcaça para os níveis de 5 e 10% de inclusão de glicerina bruta.

A glicerina bruta, subproduto da produção de biodiesel, pode ser incluída nas rações de frangos de corte, em até 5% sem influenciar o seu desempenho zootécnico. No entanto, os cuidados com o manejo de cama devem ser aumentados de maneira a minimizar a umidade. Além disso, deve-se avaliar melhor o potencial fornecimento de nutrientes dessas dietas.

## AGRADECIMENTOS

*Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro.*

## REFERÊNCIAS

- ABD-ELSAMEE, M.O.; ZEINAB M.A. ABDO, EL-MANYLAWI, M.A.F.; SALIM, I.H. Use of crude glycerin in broiler diets. **Egyptian Poultry Scienc**, v.30, n.1, p.281-295, 2010.
- CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z.; COTO, C.; SACAKLI, P.; WALDROUP, P.W. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**, v.5, n.11, 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.
- GIANFELICI, M.F. **Uso de glicerol como fonte de energia para frangos de corte**. 2009. 129f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- KERR, B.J.; DOZIER, W. Glicerina bruta para rações monogástricas. **Revista Graxaria Brasileira**, v.5, p.34-37. 2008.
- LAMMERS, P.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M.; STALDER, K.; DOZIER, W.A.; KIDD, M.T.; WEBER, T.E.; BREGENDAHL, K. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Journal of Animal Science**, v.87, n.1, p.104-107, 2008.
- MAEDA, N.; FUNAHASHI, T.; SHIMOMURA I. Metabolic impact of adipose and hepatic glycerol channels aquaporin 7 and aquaporin 9. **Nature Clinical Practice Endocrinology & Metabolism**, v.4, p.627-634, 2008.
- MENDES, A.A.; MOREIRA, J.; OLIVEIRA, E.G.; GARCIA, E.A.; ALMEIDA, M.I.M.; GARCIA, R.G. Efeitos da energia da dieta sobre desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2300-2307, 2004. Supl. 3.
- MIN, Y.N.; LIU, F.Z., WANG, Z.; COTO, C.; CERRATE, S.; COSTA, F.P.; YAN, F.; WALDROUP, P.W. Evaluation of distillers dried grains with solubles in combination with glycerin in broiler diets. **International Journal of Poultry Sciences**, v.7, p.646-654, 2008.

MURAKAMI, A.E.; OVIEDO-RONDÓN, E.O.; MARTINS, E.N.; PEREIRA, M.S.; SCAPINELLO, C. Sodium and chloride requirements of growing broiler chickens (twenty-one to forty-two days of age) fed cornsoybean diets. **Poultry Science**, v.80, n.3, p.289-294, 2001.

OLIVEIRA, E.C.; MURAKAMI, A.E.; FRANCO, J.R.G.; CELLA, P.S.; SOUZA, L.M.G. Efeito do balanço eletrolítico e subprodutos avícolas no desempenho de frangos de corte na fase inicial (1-21 dias de idade). **Acta Scientiarum**, v.25, n.2, p.293-299, 2003.

OLIVEIRA, M.C.; ARANTES, U.M.; STRINGHINI, J.H. Efeito do balanço eletrolítico da ração sobre parâmetros ósseos e da cama de frango. **Biotemas**, v.23, p.201-207, 2010.

PENZ JUNIOR, A.M.; GIANFELICE, M. O que fazer para substituir os insumos que podem migrar para produção de bio-combustível. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.36, p.107-117, 2008. Supl. 1.

ROBERGS, R.A.; GRIFFIN, S.E. Glycerol. Biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications. **Sports Medicine**, v.26, p.145-167, 1998.

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**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG - Sistema de análises estatística**. Versão 9.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.

SAKOMURA, N.K.; LONGO, F.A.; RABELLO, C.B.; WATANABE, K.; PELICIA, K.; FREITAS, E.R. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1758-1767, 2004.

SOUZA, L.M.G.; MURAKAMI, A.E.; FERNANDES, J.I.M.; GUERRA, R.L.H.; MARTINS, E.N. Influência do cromo no desempenho, na qualidade da carne e no teor de lipídeos no plasma sanguíneo de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.808-814, 2010.

WALDROUP, P.W. **Glicerine and DDGS biofuel by-products for broilers**. In: 15<sup>a</sup> Annual ASAIM Southeast Asian Feed Technology and Nutrition Workshop, Indonesia, 2007.

Data de recebimento: 13/07/2011

Data de aprovação: 10/10/2011