

Glicerina bruta para codornas de corte, de um a 14 e de 15 a 35 dias de idade

[Crude glycerin for meat quails, from 1 to 14 and 15 to 35 days old]

T.J. Pasquetti¹, A.C. Furlan², E.N. Martins², A.P.S. Ton³, E. Batista¹, P.C. Pozza²,
D.O. Grieser¹, V. Zancanela¹

¹Aluno de pós-graduação – Universidade Estadual de Maringá – Maringá, PR

²Universidade Estadual de Maringá – Maringá, PR

³Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais – Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá, MT

RESUMO

Três experimentos foram conduzidos para determinar o valor nutritivo da glicerina bruta (GB), bem como verificar o desempenho de codornas de corte alimentadas com essa fonte alternativa de alimento. No experimento I, foram utilizadas 75 codornas, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso (DIC), com três tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram de uma ração referência (RR) e duas rações teste (RT), e a GB substituiu a RR em níveis de oito e 12%. O valor estimado de energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) foi de 4.893kcal/kg. No experimento II, de um a 14 dias de idade, foram utilizadas 1.320 codornas, não sexadas, distribuídas em DIC, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por seis rações com níveis crescentes (0, 3, 6, 9, 12 e 15%) de GB. O peso vivo (PV), o ganho de peso (GP), o consumo de ração (CR), a conversão alimentar (CA), a biomassa corporal acumulada (BCA) e a umidade da cama (UC) aumentaram linearmente com a inclusão de GB. No experimento III, de 15 a 35 dias de idade, foram utilizadas 1.032 codornas, distribuídas sob as mesmas condições do experimento II. O GP, o CR, a BCA, a UC, o peso de peito (PPEI) e o rendimento de peito (RPEI) aumentaram linearmente com a inclusão de GB. Considerando-se os dados de desempenho, a GB pode ser incluída até o nível de 15%.

Palavras-chave: *Coturnix coturnix* sp., desempenho, energia metabolizável

ABSTRACT

Three experiments were carried out aiming to determine the nutritive value and verify the performance of meat quails feed with crude glycerin (CG). In the first trial 75 quails were used, allocated in a completely randomized design, consisting in three treatments and five replications. The treatments consisted of one reference diet (RD) and two test diets (TD), in which the CG replaced the RD at levels of eight and 12%. The estimated value of metabolizable energy corrected for nitrogen balance was 4,893kcal/kg. In experiment two o, from d 1 to 14, 1,320 not sexed quails were used, allotted in a completely randomized design, with six treatments and 4 four replications. The treatments consisted of six diets with increased levels of CG (0; 3; 6; 9; 12 and 15%). The live weight (LW), weight gain (WG), feed intake (FI), feed conversion (FC), biomass accumulated body (BAB) and litter moisture (LM) increased linearly with the inclusion of CG. Considering the performance data, it can be concluded that CG can be included in the diets up to 15%. In experiment three, d 15 to 35, 1,032 quails were used, allocated under the same conditions of experiment two. The WG, FI, BAB, LM, breast weight (BW) and breast yield (BY) increased linearly with the inclusion of CG. Considering the performance data, it can be concluded that the CG can be included in the diets up to the level of 15%.

Keywords: *Coturnix coturnix* sp., metabolizable energy, performance

Recebido em 15 de setembro de 2013

Aceito em 19 de fevereiro de 2014

E-mail: pasquettizoo@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

É constante a busca por alimentos alternativos capazes de substituir de forma eficiente o milho ou o farelo de soja na alimentação animal, visto que estes contribuem com a maior parte dos custos das rações. Um subproduto agroindustrial que vem sendo estudado é a glicerina, oriunda da produção do biodiesel, que pode ser obtida a partir de fontes renováveis, como óleos vegetais ou gorduras animais.

O crescimento constante na inclusão de biodiesel ao diesel de petróleo gera concomitante aumento na produção de glicerina. Segundo Dasari *et al.* (2005), são gerados aproximadamente 10kg de glicerina durante a produção de 100kg de biodiesel. Esse excedente glicérico necessita de destinos ecologicamente corretos para que não se torne um problema.

Pesquisas envolvendo aves (Cerrate *et al.*, 2006) e suínos (Lammers *et al.*, 2008) mostraram que a glicerina não prejudicou o desempenho animal e que, portanto, pode ser uma fonte alternativa de energia. Porém, em outro experimento, Cerrate *et al.* (2006) relataram que 10% de glicerina piorou a conversão alimentar e o peso vivo de frangos de corte aos 35 e 42 dias de idade.

Assim, torna-se imprescindível determinar os valores energéticos da glicerina, bem como seus níveis adequados de inclusão nas dietas, para que se possa obter o máximo desempenho, sem, no entanto, alterar as características qualitativas das rações.

Objetivou-se no presente estudo avaliar a digestibilidade, o desempenho, a composição química corporal, o rendimento de carcaça e a viabilidade econômica da utilização da glicerina bruta oriunda de gordura animal e óleo vegetal, para codornas de corte no período de um a 14 dias e de 15 a 35 dias de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três experimentos no Setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá. Todos os procedimentos de abate dos animais foram realizados de acordo com as normas propostas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal.

Experimento I: foram utilizadas 75 codornas de corte (*Coturnix coturnix* sp.), com 22 dias de idade, distribuídas em um delineamento experimental inteiramente ao acaso (DIC), com três tratamentos, cinco repetições e cinco aves por repetição. Os tratamentos consistiram de uma ração referência (RR), formulada à base de milho e farelo de soja (Tab. 1) com base na composição química dos alimentos obtida de Rostagno *et al.* (2005), e outras duas rações teste (RT), em que a glicerina foi incluída nos níveis de 8 e 12%.

Tabela 1. Composição centesimal, química e energética da ração referência para codornas de corte em fase de crescimento, com base na matéria natural

Ingredientes	Quantidade (g/kg)
Milho	53,56
Farelo de soja	38,87
Óleo de soja	3,00
Fosfato bicálcico	1,60
DL-Metionina	0,93
L-Lisina HCL	0,81
Sal comum	0,40
Calcário	0,28
Premix ¹	0,35
L-Treonina	0,19
BHT ²	0,01
Total	100
Valores calculados	
Proteína bruta (%)	23,50
Cálcio (%)	0,61
Fósforo disponível (%)	0,41
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.036
Metionina + cistina digestível (%)	1,52
Lisina digestível (%)	1,73
Treonina digestível (%)	0,93
Triptofano digestível (%)	0,25
Sódio (%)	0,18

¹Suplementação vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg do produto); vit. A – 4.500.000UI; vit. D3 – 1.250.000UI; vit. E – 4.000mg; vit. B1 – 278mg; vit. B2 – 2.000mg; vit. B6 – 525mg; vit. B12 – 5.000 mcg; vit. K3 – 1.007mg; pantotenato de cálcio – 4.000mg; niacina – 10.000mg; colina – 140.000mg; antioxidante – 5.000mg; zinco – 31.500mg; ferro – 24.500mg; manganês – 38.750mg; cobre – 7.656mg; cobalto – 100mg; iodo – 484mg; selênio – 127mg; ²BHT(butilhidroxitolueno).

A glicerina bruta (GB) utilizada, composta por gordura animal e óleo vegetal, foi proveniente da empresa BIOPAR[®] – Bioenergia do Paraná

Glicerina bruta...

Ltda., localizada na cidade de Rolândia, Paraná, Brasil. Foram utilizadas as exigências de lisina e energia determinadas por Scherer (2009), e as de Ca e P determinadas por Silva *et al.* (2009).

O período experimental teve duração de 10 dias, sendo cinco para a adaptação às gaiolas e às rações, e cinco para coleta total de excretas. Nesse período, as aves receberam ração e água à vontade. Para se determinarem os períodos inicial e final da coleta de excretas, foi utilizado o óxido férrico (2%). As excretas foram coletadas duas vezes ao dia. Após o término do experimento, as amostras foram pesadas e secas em estufa de ventilação forçada, por 72 horas a 55°C. As análises laboratoriais de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM)

matéria orgânica (MO) e energia bruta (EB) das excretas e das rações foram realizadas conforme metodologias descritas por Silva e Queiroz (2005).

Os valores de energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn), assim como os coeficientes de metabolizabilidade (CM) da GB, foram determinados de acordo com as equações propostas por Matterson *et al.* (1965). Estes foram submetidos à análise de regressão para a estimativa do valor energético, considerando-se os consumos de EMAn, em função do consumo de GB das unidades experimentais (Tab. 2), sob a restrição do intercepto igual a zero (Neter e Wasserman, 1974).

Tabela 2. Dados utilizados para os cálculos da estimativa da energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) da glicerina bruta

Glicerina bruta % MN)	MSI (kg)	Consumo de glicerina (kg)	EMAn (kcal/kg)*	Consumo de EMAn (kcal/kg)
8	0,3068	0,0245	4275	104,9311
	0,4097	0,0328	4559	149,4021
	0,3086	0,0247	4409	108,8492
	0,3919	0,0314	5223	163,7514
	0,5817	0,0465	6398	297,7488
12	0,4328	0,0519	4740	246,2069
	0,4240	0,0509	4126	209,9092
	0,3832	0,0460	5109	234,9052
	0,3708	0,0445	4789	213,0737
	0,3459	0,0415	4656	193,2573

* Valores obtidos segundo Matterson *et al.* (1965); MSI: matéria seca ingerida.

Experimentos II e III: no experimento II (um a 14 dias), foram utilizadas 1.320 codornas, de um dia de idade, não sexadas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com seis tratamentos, quatro repetições e 55 codornas por unidade experimental. Utilizou-se para cama a casca de arroz. No experimento III, de 15 a 35 dias de idade, foram utilizadas 1.032 codornas, alojadas sob as mesmas condições do experimento II, com 43 aves em cada boxe.

Os tratamentos (Tab. 3) consistiram de seis rações à base de milho e farelo de soja, com inclusão de níveis crescentes de GB (0; 3; 6; 9; 12; e 15%). O valor de EMAn da GB utilizado para as formulações das rações de desempenho foi 4.893kcal/kg MN, determinado no experimento I.

O balanço eletrolítico de cada dieta (BED) foi determinado utilizando-se a fórmula proposta por Mongin (1981). As rações experimentais foram isonutritivas, suplementadas com os aminoácidos sintéticos, lisina, treonina e metionina. Os teores de metionina+cistina digestíveis:lisina digestível foram calculados de acordo com as exigências determinadas por Scherer (2009), e as de Ca e P determinadas por Silva *et al.* (2009). Foram utilizados os valores de composição química dos alimentos propostos por Rostagno *et al.* (2005).

As codornas e as rações foram pesadas semanalmente para determinação do peso vivo (PV), do ganho de peso (GP), do consumo de ração (CR), da conversão alimentar (CA) e da biomassa corporal acumulada (BCA), sendo esta última obtida em função do GP em relação ao

peso inicial das codornas no início do período avaliado.

Ao final do período experimental, coletaram-se amostras da cama de todos os boxes, em três

pontos distintos, evitando-se as áreas próximas aos comedouros e bebedouros. As amostras foram identificadas, embaladas em sacos plásticos e homogêneas para posteriores análises.

Tabela 3. Composição centesimal, química e energética das rações experimentais das codornas de corte nos períodos de um a 14 dias e de 15 a 35 dias de idade, com base na matéria natural

	1 a 14 dias de idade						15 a 35 dias de idade					
Farelo de soja (45%)	50,19	50,72	51,24	51,77	52,30	52,82	38,42	38,94	39,47	40,00	40,54	40,62
Milho grão	40,54	37,75	34,96	32,16	29,37	26,58	53,85	51,06	48,26	45,47	42,67	36,70
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,89
Óleo de soja	4,68	3,95	3,22	2,49	1,77	1,04	2,91	2,18	1,45	0,73	0,00	0,00
Glicerina bruta	0,00	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00	0,00	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00
Fosfato bicálcico	1,55	1,56	1,57	1,57	1,58	1,59	1,61	1,62	1,62	1,63	1,64	1,62
DL-Metionina	0,90	0,90	0,90	0,91	0,91	0,91	0,93	0,94	0,94	0,94	0,95	0,95
L-Lisina HCL	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,78
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Calcário	0,36	0,35	0,35	0,34	0,33	0,33	0,28	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26
L-Treonina	0,36	0,36	0,35	0,35	0,35	0,35	0,42	0,41	0,41	0,41	0,41	0,42
Premix Vit./Mineral ¹	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
BHT ²	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Total (kg)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Valores calculados												
Proteína bruta (%)	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	23,50	23,50	23,50	23,50	23,50	23,50
EM (kcal/kg)	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	2,997	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036	3,036
Cálcio (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Sódio (%)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Cloro (%)	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Potássio (%)	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Fósforo disp. (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Met.+Cist.dig. (%)	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52
Tre. dig. (%)	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
Lis. dig. (%)	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73
BED (mEq/kg) ³	260,85	272,20	283,54	294,88	306,23	317,57	215,20	238,96	262,73	286,50	310,32	337,30

¹Suplementação vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg do produto); vit. A – 2.500.000UI; vit. D3 – 750.000UI; vit. E – 5.000UI; vit. B1 – 625mg; vit. B2 – 1.500mg; vit. B6 – 1.250mg; vit. B12 – 5.000mcg; vit. K3 – 750mg; pantotenato de cálcio – 3.000mg; niacina – 6.000mg; ác. fólico – 3.000mg; colina – 75g; antioxidante – 2.500mg; zinco – 12,5g; ferro – 12,5g; manganês – 150g; cobre – 3.000mg; cobalto – 50mg; iodo – 250mg; selênio – 63mg; biotina – 50mg; ²BHT(butil-hidroxitolueno). ³Balanço eletrolítico da dieta calculado de acordo com Mongin (1981), em que: BED= (%Na+ x 10.000/22,990*) + (%K+ x 10.000/39,102*) - (%Cl- x 10.000/35,453*) (*equivalente grama do Na, K e Cl).

Para a determinação da composição química corporal, foram utilizadas cinco codornas inteiras por unidade experimental, aos 14 dias de idade, e três codornas, aos 35 dias. Após seis horas de jejum, foram sacrificadas por decapitação entre os ossos occipital e atlas, feita com tesoura. As codornas foram moídas em moedor industrial de carnes. As amostras foram pesadas, homogêneas e levadas à estufa para a

realização da pré-secagem. Posteriormente, foram moídas para se proceder às determinações analíticas.

Para a determinação da taxa de deposição de proteína corporal (TDP) e de gordura corporal (TDG), foi utilizada a metodologia descrita por Fraga (2002). A TDP (g/dia) aos 14 dias foi calculada por meio do abate de 50 codornas ao

Glicerina bruta...

nascimento, comparadas com as codornas abatidas ao término do experimento (14 dias).

No período de 15 a 35 dias, considerou-se a quantidade de proteína e de gordura inicial como a média de todos os tratamentos experimentais (abate aos 14 dias de idade), a qual foi comparada com as codornas abatidas ao término do período experimental (35 dias). A energia corporal retida (kcal/g) foi determinada de acordo com Sakomura (2004).

Para se verificar a viabilidade econômica (VE) da inclusão da GB nas rações, foi determinado, inicialmente, o custo de ração por quilograma de peso ganho (Yi), segundo Bellaver *et al.* (1985). Em seguida, foram calculados o índice de eficiência econômica (IEE) e o índice de custo (IC), propostos por Gomes *et al.* (1991).

Os preços dos ingredientes utilizados na elaboração das dietas experimentais foram obtidos na região de Maringá, na época do experimento, sendo: farelo de soja, R\$ 0,66/kg; milho grão, R\$ 0,26/kg; óleo de soja R\$ 1,79/kg; fosfato bicálcico, R\$ 2,85/kg; calcário, R\$ 0,25/kg; L-Lisina, R\$ 8,94/kg; DL-Metionina, R\$ 19,32/kg; L-Treonina, R\$ 12,44/kg; premix mineral e vitamínico R\$ 8,00/kg; sal comum, R\$ 0,42/kg; BHT, R\$ 11,20/kg; glicerina bruta R\$ 0,18/kg, atribuído em relação a 70% do preço do milho.

As variáveis de desempenho, composição química corporal, rendimento de carcaça e VE foram submetidas à análise de regressão polinomial ($\alpha=0,05$), utilizando-se os dados dos níveis 0; 3; 6; 9; 12; e 15% de GB.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I: o teor de MS da glicerina foi de 94,55% (Tab. 4). Carvalho *et al.* (2012) obtiveram valor de 97,46% de MS, ao avaliarem glicerina bruta vegetal (GBV), e Rostagno *et al.* (2011) propõem valor de 90%. Esses teores são bastante variados, dependendo, principalmente, do processamento e das diferentes matérias-primas utilizadas na produção do biodiesel. A quantidade de glicerol presente na GB (57,25%) foi inferior à estabelecida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) em setembro de 2010, de 80%.

Tabela 4. Composição química e energética da glicerina bruta

Nutrientes	Glicerina bruta
Umidade, %	5,45
Matéria seca, %	94,55
Glicerol, %	57,25
Proteína bruta, %	0,05
Energia bruta, kcal/kg (MN)	5429
Extrato etéreo, %	21,5
Metanol, mg/kg	50.500
Matéria orgânica (%)	90,05
MONG ¹ , %	32,80
Cinzas, %	4,50
Cloreto de sódio, %	3,01
Cálcio, ppm	82,33
Fósforo, ppm	167,51
Potássio, %	0,023
Sódio, %	1,99
Cloreto, %	0,35
Magnésio, ppm	30,72
Cobre, ppm	0,197
Cromo, ppm	0,177
Ferro, ppm	26,51
Zinco, ppm	0,195
Manganês, ppm	0,853
Alumínio, ppm	33,48
Cobalto, ppm	0,475
Molibdênio, ppm	0,00
Chumbo, ppm	0,487
pH	8,55
Densidade, kg/m ³	1.110
Ácidos graxos (%)	
Mirístico (14:0)	0,47
Palmítico (16:0)	16,2
Palmitoleico (16:1 n-7)	<0,1
Esteárico (18:0)	6,77
Oleico (18:1 n-9)	26,68
Vacênico (18:1 n-7)	1,81
Linoleico (18:2 n-6)	41,06
Linolênico (18:3n-3)	4,00

¹Matéria orgânica não glicérica: 1000 - (glicerol + umidade + cinzas).

A GB apresentou elevada concentração de ácidos graxos (21,5%), o que explica seu alto teor de EB, de 5.429kcal/kg de MN. Segundo Kerr *et al.* (2009), o valor de EB é dependente da quantidade de glicerol, metanol e ácidos graxos presentes na glicerina. O teor de metanol foi superior ao estabelecido pelo Mapa (150ppm).

O valor de EMAn foi de 4.893kcal/kg MN (Fig. 1). Ao avaliarem níveis de inclusão (4; 8; e 12%) de glicerina bruta mista e GBV, Carvalho

et al. (2012) determinaram, com suínos na fase inicial, valores de energia metabolizável de 4.488 e 4.556kcal/kg, respectivamente.

Ao trabalhar com 10% de inclusão de GBV e glicerina semipurificada vegetal (GVS), para codornas de corte, Batista (2010) obteve valores de EB de 5.275 e 3.585kcal/kg, sendo os valores de EMAn de 4.564 e 3.068kcal/kg MN,

respectivamente. Os CM foram de 87% para a GBV e de 85,6% para a GSV.

Os trabalhos demonstram variações nos valores energéticos das glicerinas, no entanto o valor de EMAn tem se aproximado, quando não se mostra superior, ao do milho para frangos de corte, o qual, segundo Rostagno et al. (2011), é de 3.381kcal/kg.

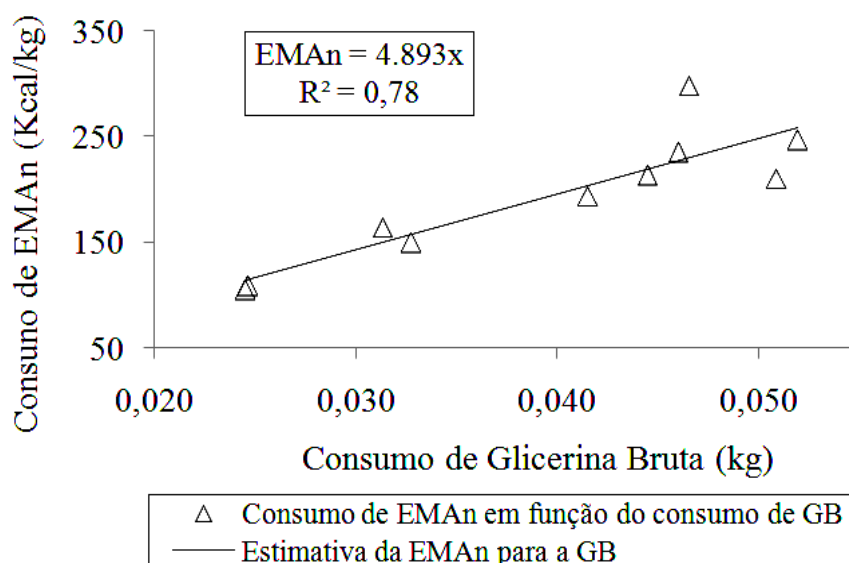


Figura 1. Valor estimado de EMAn da GB, para codornas de corte em crescimento. GB= 4.893x; R² = 0,78.

A eficiência na utilização das glicerinas relatadas é consideravelmente alta, geralmente superior a 80%. No presente estudo, observa-se que o CMEB da glicerina bruta foi de 90,12%, o que mostra boa eficiência das codornas na utilização da glicerina. Esse valor aproxima-se do relatado por Rostagno et al. (2011), de 94,97%.

O teor de matéria seca metabolizável foi de 82,89%. O CMMS foi de 87,67%, semelhante aos obtidos por Batista (2010) quando utilizou GBV e GSV. O teor de matéria orgânica metabolizável foi de 78,61% com CM de 87,30%. O coeficiente de metabolizabilidade do extrato etéreo foi de 97,46%.

Em consequência da variabilidade na composição das glicerinas, é difícil a determinação e a padronização de seus valores energéticos, assim como dos valores de metabolização dos seus nutrientes, visto, ainda, que isso depende diretamente da espécie, da

idade dos animais e dos níveis de inclusão da glicerina.

Experimentos II e III: no período de um a 14 dias de idade, a análise de regressão mostrou que o PV, o GP, o CR, a CA e a BCA aumentaram linearmente com a inclusão de GB (Tab. 5). No período de 15 a 35 dias (Tab. 6), o GP, o CR e a BCA também aumentaram linearmente com a inclusão de GB.

De acordo com Min et al. (2010), o glicerol possui sabor adocicado e, por isso, promoveu aumento no consumo de ração pelos suínos (Kijora et al., 1997). É importante considerar que as aves, em comparação aos suínos, possuem menor quantidade de papilas gustativas, e pode ser que, no presente estudo, o aumento linear no CR em ambos os períodos não esteja relacionado ao seu sabor, e sim a outros fatores, como, por exemplo, à estrutura, à textura ou à consistência que a glicerina proporcionou à ração.

Glicerina bruta...

Tabela 5. Desempenho e umidade da cama de codornas de corte, alimentadas com rações contendo glicerina bruta, no período de um a 14 dias de idade

Item	Níveis de glicerina bruta (g/kg de matéria natural)						CV	Valor de P ¹		
	0	3	6	9	12	15		L	Q	FA
PI (g)	9,27	9,26	9,27	9,25	9,25	9,27	0,26	-	-	-
PV (g) ²	75,45	74,86	76,66	79,79	76,12	77,35	2,77	0,08	0,21	0,07
CR (g/ave) ³	120,40	117,97	121,74	129,36	126,90	129,58	3,25	<0,01	0,94	0,09
GP (g) ⁴	66,17	65,60	67,39	70,53	66,87	68,07	3,13	0,08	0,20	0,07
CA (g/g) ⁵	1,82	1,80	1,81	1,83	1,90	1,90	2,63	<0,01	0,12	0,64
BCA (%) ⁶	713,59	708,13	726,74	762,11	722,57	734,12	3,05	0,067	0,17	0,06
UC (g/kg) ⁷	177,00	156,00	161,50	171,60	216,70	205,70	17,70	0,03	0,15	0,38

¹Efeitos de ordem linear e quadrática relativos à inclusão de glicerina bruta na dieta; FA: falta de ajuste; PI: peso vivo inicial; PV: peso vivo final; CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; CA: conversão alimentar; BCA: biomassa corporal acumulada; UC: umidade da cama.

²PV= 75,5031 + 0,163547 GB (R²= 0,25); ³CR= 118,561 + 0,771638 GB (R²= 0,74); ⁴GP= 66,2341 + 0,164128 GB (R²= 0,25); ⁵CA= 1,7911 + 0,0069672 GB (R²= 0,73); ⁶BCA= 714,554 + 1,81887 GB (R²= 0,26); ⁷UC= 157,552 + 0,317562 GB (R²= 0,51).

Tabela 6. Desempenho e umidade da cama de codornas de corte, alimentadas com rações contendo glicerina bruta, no período de 15 a 35 dias de idade

Item	Níveis de glicerina bruta (%)						CV	Valor de P ¹		
	0	3	6	9	12	15		L	Q	FA
PI (g)	76,80	76,26	76,00	76,75	76,52	76,80	0,21	-	-	-
PV (g)	223,70	222,67	223,32	225,65	228,00	225,39	1,61	0,09	0,94	0,45
CR (g/ave) ²	454,43	448,59	455,01	457,86	464,08	462,80	1,56	<0,01	0,51	0,38
GP (g) ³	146,89	146,41	147,32	148,90	151,48	148,60	1,91	0,04	0,68	0,32
CA (g/g)	3,09	3,07	3,09	3,08	3,06	3,11	1,82	0,71	0,33	0,73
BCA (%) ⁴	191,26	191,97	193,85	193,99	197,99	193,53	1,53	0,02	0,21	0,19
UC (g/kg) ⁵	191,40	193,60	202,80	201,70	217,80	219,80	6,78	<0,01	0,68	0,77

¹Efeitos de ordem linear e quadrática relativos a inclusão de glicerina bruta na dieta; FA: falta de ajuste; PI: peso vivo inicial; PV: peso vivo final; CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; CA: conversão alimentar; BCA: biomassa corporal acumulada; UC: umidade da cama.

²CR= 450,614 + 0,868451 GB (R²= 0,72); ³GP= 146,459 + 0,241194 GB (R²= 0,54); ⁴BCA= 191,658 + 0,281056 GB (R²= 0,45); ⁵UC= 189,273 + 0,203098 GB (R²= 0,91).

Ao utilizar 10% de glicerina para frangos de corte com idade de um a 16 dias, Waldroup (2007) não observou efeitos adversos no desempenho. Porém, em outro estudo, até os 42 dias de idade, ao utilizar níveis de 0; 5; e 10%, as rações com 10% de glicerina não fluíram bem nos comedouros, o que reduziu o CR e o GP e piorou a CA. No presente estudo, as rações com altos níveis de glicerina possuíam pequenos grânulos, mas a fluidez nos comedouros não foi prejudicada. Verificou-se também que a GB contribuiu para a redução de pó nas rações.

A umidade da cama aumentou linearmente com os níveis de inclusão da GB nos dois períodos avaliados, de um a 14 e de 15 a 35 dias de idade (Tab. 5 e 6). Isso pode estar relacionado com a alta ingestão e consequente excreção de água devido à elevada quantidade de Na presente nas

rações. Embora significativa a UC, do ponto de vista prático, não foram constatados danos aos animais. Entretanto, deve ser considerado o teor de Na presente nas gliceras, para proceder às formulações de rações.

As análises de composição química corporal mostraram que a água das carcaças aumentou linearmente (P=0,02) concomitante ao aumento de GB nas rações, no período de um a 14 dias de idade (Tab. 7). Por outro lado, dos 15 aos 35 dias de idade (Tab. 8), não foram verificadas diferenças (P>0,05).

O glicerol pode se comportar como um estimulante para a síntese de proteína (Cryer e Hartley, 1973). Entretanto, no presente estudo, não houve efeito da GB sobre a quantidade de proteína corporal das codornas.

Tabela 7. Composição química corporal de codornas de corte, alimentadas com dietas contendo glicerina bruta, no período de um a 14 dias de idade

Item	Níveis de glicerina bruta (%)						CV	Valor de P ¹		
	0	3	6	9	12	15		L	Q	FA
Água (g/kg) ²	74,58	74,38	74,62	74,88	75,30	75,37	0,86	0,02	0,48	0,86
PB (g/kg)	17,73	17,88	17,48	17,47	17,40	18,13	3,76	0,85	0,18	0,63
EE (g/kg)	3,20	3,09	3,00	3,05	2,97	2,85	12,80	0,35	0,78	0,98
MM (g/kg)	2,98	3,21	3,01	3,05	3,01	3,06	5,45	-	-	0,35
TDP (g/d)	0,86	0,86	0,86	0,90	0,85	0,89	4,09	0,24	0,93	0,18
TDG (g/d)	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13	0,12	16,71	0,52	0,52	0,88
ECR (Kcal/g)	6,11	6,10	6,09	6,40	6,00	6,20	4,90	0,71	0,69	0,30

¹Efeitos de ordem linear e quadrática relativos a inclusão de glicerina bruta na dieta; FA: falta de ajuste; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; TDP: taxa de deposição de proteína; TDG: taxa de deposição de gordura; ECR: energia corporal retida.

²Água = $743,3578 + 0,0665892 \text{ GB}$ ($R^2 = 0,85$).

Tabela 8. Composição química corporal de codornas de corte, alimentadas com dietas contendo glicerina bruta, no período de 15 a 35 dias de idade

Item	Níveis de glicerina bruta (%)						CV (%)
	0	3	6	9	12	15	
Água (g/kg)	66,65	66,05	66,71	65,42	65,72	65,89	1,91
PB (g/kg)	18,89	18,84	19,15	19,04	19,17	18,88	2,47
EE (g/kg)	9,40	9,77	8,65	10,26	10,09	9,76	11,94
MM (g/kg)	3,27	3,27	3,22	3,12	3,26	3,24	7,09
TDP (g/d)	1,33	1,33	1,35	1,33	1,40	1,34	4,10
TDG (g/d)	0,87	0,90	0,78	0,96	0,96	0,91	13,92
ECR (Kcal/g)	15,72	16,00	15,03	16,57	16,94	16,18	7,83

PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; TDP: taxa de deposição de proteína; TDG: taxa de deposição de gordura; ECR: energia corporal retida.

Considerando-se o rendimento de carcaça (Tab. 9), a análise de regressão mostrou efeito linear dos níveis de GB sobre o peso de peito ($P=0,08$) e o rendimento de peito ($P=0,05$). Houve efeito quadrático ($P<0,01$) dos níveis de GB sobre o peso de perna (PPER), sendo estimado em 7,42% de GB o valor de 36,77g.

Resultados semelhantes foram obtidos por Cerrate *et al.* (2006), que, ao utilizarem dietas contendo 2,5 e 5% de glicerina, verificaram aumento no rendimento de peito de frangos de corte, o que sugere melhora na absorção de água. Entretanto, os autores notaram que, após os 14 dias de idade, a inclusão de 10% de glicerina promoveu redução significativa no rendimento de carcaça e no peso de peito, asa, coxa e perna. Todavia, provavelmente, o aumento linear no RPE não esteja associado ao aumento na quantidade de água corporal, já que não foram

observados efeitos na porcentagem de água das carcaças no período de 15 a 35 dias de idade.

Considerando-se a viabilidade econômica (Tab. 10), no período de um a 14 dias, o menor custo (R\$ 0,82) por quilograma de ração foi obtido com 15% de inclusão de GB nas dietas, enquanto a ração com o nível zero de GB apresentou maior custo (R\$ 0,87). Do ponto de vista econômico, os níveis de 6 e 9% de GB se mostram os melhores, com maiores índices de eficiência econômica (IEE) e menores índices de custo (IC).

No período de 15 a 35 dias, o custo das rações (CR, R\$/kg) com GB foi numericamente inferior ao da ração sem glicerina. A análise de regressão mostra que o custo por quilograma de peso vivo produzido (Y_i) reduziu linearmente ($P<0,01$), e, portanto, melhorou com o aumento nos níveis de GB.

Glicerina bruta...

Tabela 9. Valores médios de peso vivo, rendimento de cortes e de carcaça de codornas de corte, alimentadas com níveis crescentes de glicerina bruta, no período de 15 a 35 dias de idade

Item	Níveis de glicerina bruta (%)						CV	Valor de P ¹		
	0	3	6	9	12	15		L	Q	FA
PV (g)	211,21	217,73	221,06	220,92	218,87	214,17	3,87	0,61	0,05	0,99
PCA (g)	138,08	142,10	143,24	144,41	145,61	140,07	5,07	0,48	0,16	0,93
RCA (%)	65,31	65,22	64,91	65,33	66,52	65,36	2,82	0,56	0,94	0,70
PPE (g) ²	57,49	58,62	59,93	61,25	61,27	62,10	7,05	0,08	0,73	0,99
RPE (%) ³	41,64	41,24	41,83	42,47	42,05	44,29	4,43	0,05	0,30	0,76
PPER (g) ⁴	32,78	33,40	34,92	35,41	33,21	32,65	4,62	0,91	<0,01	0,48
RPER(%)	23,82	23,59	24,35	24,50	22,81	23,55	3,28	0,18	0,11	0,06
PGA (g)	1,26	1,50	1,37	2,26	1,10	1,78	58,40	0,54	0,64	0,32
RGA (%)	0,59	0,70	0,62	1,03	0,46	0,83	60,46	0,62	0,75	0,28

¹ Efeitos de ordem linear e quadrática relativos a inclusão de glicerina bruta na dieta; FA: falta de ajuste; PV: peso vivo; PCA: peso da carcaça; RCA: rendimento de carcaça; PPE: peso de peito; RPE: rendimento de peito; PPER: peso de perna; RPER: rendimento de perna; PGA: peso de gordura abdominal; RGA: rendimento de gordura abdominal.

² PPE= 57,8028 + 0,307682 GB (R²= 0,95); ³ RPE= 41,0893 + 0,155323 GB (R²= 0,66); ⁴ PPER= 32,5414 + 0,6110 - 0,0412 GB² (R²= 0,77), GB= 7,42%.

Tabela 10. Viabilidade econômica da inclusão da glicerina bruta nas dietas de codornas, nos períodos de um a 14 e de 15 a 35 dias de idade

Item	Níveis de glicerina bruta (%) – 1 a 14 dias						CV (%)
	0	3	6	9	12	15	
CR (R\$/kg)	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	
Yi (R\$/kg PV)	1,59	1,55	1,54	1,54	1,57	1,55	2,62
IEE (%)	96,72	99,16	100,00	99,90	97,95	98,95	
IC (%)	103,39	100,85	100,00	100,10	102,09	101,06	

Item	Níveis de glicerina bruta (%) – 15 a 35 dias						CV	Valor de P ¹		
	0	3	6	9	12	15		L	Q	FA
CR (R\$/kg)	0,83	0,82	0,81	0,79	0,78	0,79				
Yi (R\$/kg PV) ²	2,56	2,51	2,49	2,44	2,40	2,44	1,77	<0,01	0,09	0,41
IEE (%)	93,49	95,69	96,31	98,12	100,00	98,24				
IC (%)	106,97	104,50	103,83	101,91	100,00	101,79				

¹ Efeitos de ordem linear e quadrática relativos à inclusão de glicerina bruta na dieta; FA: falta de ajuste; CR: custo das rações (R\$/kg); Yi: custo por quilograma de peso vivo produzido (R\$/kg PV); IEE: índice de eficiência econômica; IC: índice de custo.

² Yi= 2,54634 - 0,009954 GB (R²= 0,83).

CONCLUSÕES

Observa-se que, para ambos os períodos estudados (Tab. 10), a ração sem GB apresentou os piores IC e IEE. No período de 15 a 35 dias, os melhores IC e IEE foram obtidos com 12% seguido pelo nível de 15% de GB. Esses dados são importantes, uma vez que, considerando também o desempenho dos animais, pode-se afirmar que a GB, além de economicamente viável, mostrou-se uma boa fonte energética e pode ser incluída nas rações até o nível de 15%, nos períodos de um a 14 e de 15 a 35 dias de idade. Todavia, a viabilidade de utilização da GB dependerá do seu preço de comercialização e das cotações dos demais ingredientes utilizados nas rações.

O valor estimado de EMAn da GB foi de 4.893kcal/kg, e o CM da energia bruta foi de 90,12%. A glicerina bruta pode ser utilizada nas rações de codornas de corte até o nível de 15%, em ambos os períodos (de um a 14 e de 15 a 35 dias de idade).

AGRADECIMENTOS

À empresa BIOPAR, pelo fornecimento da glicerina; e ao CNPq, pela bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS

- BATISTA, E. *Avaliação nutricional de glicerol para codornas de corte*. 2010. 69f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S.; GOMES, P.C. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. *Pesq. Agrop. Bras.*, v.20, p.969-974, 1985.
- CARVALHO, P.L.O.; MOREIRA, I.; MARTINS, E.N. *et al.* Crude glycerine in diets for piglets. *Rev. Bras. Zootec.*, v.41, p.1654-1661, 2012.
- CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z. *et al.* Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. *International J. Poultry Sci.*, v.5, p.1001-1007, 2006.
- CRYER, A.; HARTLEY, W. Studies on the adaptation of rats to a diet high in glycerol. *Int. J. Biochem.*, v.4, p.293-308, 1973.
- DASARI, M.A.; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R. *et al.* Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. *Appl. Catal., A.*, v.281, p.225-231, 2005.
- FRAGA, A.L. *Exigência de lisina para suínos em fase inicial (15-30kg), de dois grupos genéticos, em rações formuladas de acordo com o conceito de proteína ideal*. 2002. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- GOMES, M.F.M.; BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T. *et al.* *Análise econômica da utilização do trigoilho para suínos*. (S.I): EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, 1991. p.1-2 (Comunicado técnico, 179).
- KERR, B.J.; WEBER, T.E.; DOZIER, W.A. III. *et al.* Digestible and metabolizable energy content of crude glycerin originating from different sources in nursery pigs. *J. Anim. Sci.*, v.87, p.4042-4049, 2009.
- KIJORA, C.; KUPSCH, R.D.; BERGNER, H. *et al.* Comparative investigation on the utilization of glycerol, free fatty acids, free fatty acids in combination with glycerol and vegetable oil in fattening of pigs. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, v.77, p.127-138, 1997.
- LAMMERS, P.J.; KEER, B.J.; WEBER, T.E. *et al.* Growth performance, carcass characteristics, meat quality, and tissue histology of growing pigs fed crude glycerin-supplemented diets. *J. Anim. Sci.*, v.86, p.2962-2970, 2008.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. *et al.* The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs, Connecticut, University of Connecticut, *Agricultural Experiment Station*, 1965. p.3-11. (Research Report, 7).
- MIN, Y.N.; YAN, F.; LIU, F.Z. *et al.* Glycerin - a new energy source for poultry. *Internat. J. Poultry Sci.*, v.9, p.1-4, 2010.
- MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: applications in poultry. *Proc. Nutr. Soc.*, v.40, p.285-294, 1981.
- NETER, J.; WASSERMAN, W. *Applied linear statistical models*, 1974. 842p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 2.ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 3.ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.
- SAKOMURA, N.K. Modeling energy utilization in broiler breeders, laying hens and broilers. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, v.6, p.1-11, 2004.
- SCHERER, C. *Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento*. 2009. 138f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; SILVA TON, A.P. *et al.* Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. *Rev. Bras. Zootec.*, v.38, p.1509-1517, 2009.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, J.S. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2005. 235p.
- WALDROUP, P.W. Biofuels and broilers – competitors or cooperators? In: MID-ATLANTIC NUTRITION CONFERENCE, 5., 2007. *Proceedings...* Timonium, MD, USA. March, 2007. p.25-34.