

Digestibilidade e energia metabolizável da glicerina em cães

Digestibility and metabolizable energy of glycerine in dogs

Daniele Cristina de Lima^I Marina Volanski Teixeira Netto^I Ananda Portella Felix^I
Marcelino Bortolo^{II} Simone Gisele de Oliveira^{*} Alex Maiorka^I

RESUMO

A glicerina é um coproduto originado da produção de biodiesel, que apresenta possibilidade de uso como fonte energética na nutrição animal. Objetivou-se avaliar os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) e a energia metabolizável (EM) de dietas contendo glicerina, bem como a EM da glicerina em cães. Foram avaliadas quatro dietas contendo crescentes níveis de glicerina: 0%, 3%, 6% e 9%. As dietas foram fornecidas a oito cães adultos, os quais foram distribuídos em delineamento Quadrado Latino duplo (4x4). A adição de glicerina aumentou os CDA da matéria seca, energia bruta e a EM, sem afetar os CDA da proteína bruta e dos extrativos não nitrogenados da dieta. Entretanto, resultou em redução no CDA do extrato etéreo da dieta. Embora a adição de glicerina tenha reduzido o teor de matéria seca fecal, não houve efeito sobre o escore das fezes. Dentro dos níveis avaliados, a glicerina pode ser utilizada na dieta como fonte energética altamente disponível para cães.

Palavras-chave: energia, glicerol, nutrição de cães.

ABSTRACT

Glycerin is a by-product originated from biodiesel production and it is an energetic ingredient of increasing possibility of use in diets of different species. This study aimed to evaluate the digestibility in dogs fed diets containing increasing levels of glycerol (0%, 3%, 6% and 9%). Diets were fed to eight adult dogs, which were distributed in Latin square design (4x4). The glycerol addition in the diet increased the digestibility of dry matter, gross energy and metabolizable energy, without affecting the digestibility of crude protein and nitrogen free extract. However, resulted in lower digestibility of ether extract. Although the addition of glycerol has reduced the amount of fecal dry matter, had no effect on fecal score. Within the levels evaluated, the glycerol can be used as dietary energy source highly available for dogs.

Key words: energy, glycerol, dog nutrition.

INTRODUÇÃO

A glicerina é o principal coproduto associado à cadeia produtiva do biodiesel e é denominada desta forma, pois apresenta 95% ou mais de glicerol puro em sua composição (MOREIRA & CARVALHO, 2009). Além do glicerol, a glicerina contém em sua composição impurezas como: água, catalizadores (alcalino ou ácido), alcoois (etanol ou metanol), ácidos graxos livres, propanodíois, monoésteres, oligômeros de glicerina, e polímeros.

O glicerol é um composto orgânico pertencente à função álcool, apresentando alto valor energético (4.320kcal de energia bruta kg⁻¹ de glicerol puro) e com alta eficiência de utilização pelos animais (MENTEN et al., 2008). Assim, pode ser uma fonte alternativa de energia na nutrição de cães, visando, principalmente, à redução nos custos com a formulação, já que este coproduto pode substituir, em parte, fontes de carboidratos, como o milho, por exemplo.

Estudos mostram outros benefícios da utilização desse coproduto na nutrição animal. A glicerina pode ser empregada nas dietas para melhorar a qualidade dos peletes e extrusados e a eficiência do processo. Como demonstrado por GROESBECK et al. (2008), os quais relataram melhora na qualidade dos peletes e redução no custo energético da peletização com 3 e 6% de adição de glicerina na formulação. Ainda, PORCIANO NETO, 2011, relata redução do consumo de energia pela extrusão com a inclusão de 9% de

^IDepartamento de Zootecnia, UFPR, Rua dos Funcionários, 1540, Bairro Cabral, 80035-050, Curitiba, PR, Brasil. E-mail: sgoliveira@ufpr.br.

^{*}Autor para correspondência.

^{II}Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, PR, Brasil.

glicerina na dieta. A glicerina também pode reduzir o pó das dietas e suplementos minerais-vitâmicos. Além disso, em virtude do seu sabor adocicado, pode tornar as dietas mais palatáveis para cães.

O glicerol possui uma molécula pura, não esterificada a ácidos graxos, que é facilmente absorvida por difusão, devido ao seu baixo peso molecular. Com isso, pode ser considerada uma fonte adequada de energia. Quando absorvido, o glicerol pode ser convertido em glicose via gliconeogênese, ou oxidado, para a produção de energia, via glicólise e ciclo de Krebs (ROBERGS & GRIFFIN, 1998).

No Brasil, a lei 11.097, de 13 de janeiro de 2005, proporcionou incentivo às empresas produtoras de biodiesel e tornou obrigatória a adição de 2% de biodiesel no óleo diesel vendido no país a partir de 2008 (HENN & ZANIN, 2009). Em 2013, o percentual aumentou para 5%. Essa situação exigiu a produção interna de mais de 2 bilhões de litros de biodiesel por ano (DUARTE et al., 2006) e, conseqüentemente, aumento na produção de glicerina.

Recentemente, foram realizados estudos com a inclusão de glicerina na dieta de frangos e suínos (LAMMERS et al., 2008; DOZIER et al., 2008), porém, não foram encontrados trabalhos referentes ao uso deste coproduto na nutrição de cães. Com isso, o objetivo deste estudo foi avaliar a digestibilidade, a energia metabolizável (EM) e as características de fezes de cães alimentados com dietas contendo crescentes níveis de glicerina, bem como o teor de EM da glicerina em cães.

MATERIAL E MÉTODOS

Dietas

Foram avaliadas quatro dietas contendo crescentes níveis de inclusão de glicerina: 0%, 3%, 6% e 9%. Os ingredientes das dietas utilizadas foram misturados em misturador vertical e posteriormente moídos a 0,8 mm em moinho de martelos e processados em extrusora de rosca simples (Ferraz, E-130, Ribeirão Preto, Brasil), com capacidade de 2,0t hora⁻¹. A glicerina foi adicionada na forma líquida no pré-condicionador da extrusora. As variáveis de extrusão foram controladas para manter as densidades dos extrusados entre 380 a 420g L⁻¹. Após extrusão, as dietas foram secas em secador horizontal de tripla esteira durante 20 minutos a 100-110°C e foram recobertas com óleo de frango e, após resfriamento, foi aplicado palatilizante.

Na tabela 1, estão apresentados os ingredientes e a composição química das dietas experimentais. A glicerina utilizada apresentou

composição química (expressa na matéria seca) de: 14,88% de umidade; 4280kcal kg⁻¹ de energia bruta; 93,71% de glicerol puro; 0,16% de Potássio e 2,82g 100ml⁻¹ de metanol.

Animais e instalações

Foram utilizados oito cães adultos da raça Beagle com aproximadamente 1,5 anos de idade, machos e fêmeas, não castrados, vermifugados, vacinados, sadios, com peso médio de 10,2kg. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas metabólicas (0,7x0,6x0,5 m).

Digestibilidade

O ensaio de digestibilidade foi composto por cinco dias de adaptação às gaiolas e dietas, seguidos por cinco dias de colheita total de fezes por período (AAFCO, 2004). A água foi disponibilizada *ad libitum*. Os alimentos foram fornecidos duas vezes ao dia, às 7h30min e às 15h30min, em quantidade suficiente para atender as necessidades de energia metabolizável (NEM) do animal, segundo a equação: NEM (kcal dia⁻¹) = 130 x peso corporal^{0,75}, preconizada pelo NRC (2006).

As fezes produzidas durante o período de colheita foram avaliadas quanto ao teor de matéria seca e ao escore fecal, sendo: 1 = fezes pastosas e sem forma; 2 = fezes macias e mal formadas; 3 = fezes macias, formadas e úmidas, que marcam o piso; 4 = fezes bem formadas e consistentes e que não aderem ao piso; 5 = fezes bem formadas, duras e secas (SÁ-FORTES, 2005). Durante todo o período, as fezes foram coletadas e pesadas duas vezes ao dia, e armazenadas individualmente sob refrigeração (-15°C).

Análises laboratoriais

Ao término de cada período experimental, as amostras compostas de fezes de cada animal foram descongeladas, homogeneizadas e secas em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas. As amostras de fezes e dietas foram submetidas à análise de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM) e extrato etéreo em hidrólise ácida (EEA), segundo a AOAC (1995). A energia bruta (EB) foi determinada em bomba calorimétrica. Os extrativos não nitrogenados (ENN) foram determinados por meio da equação ENN% = 100 - (%UM + %PB + %FB + %EEA + %MM), sendo UM o teor de umidade da amostra (100-%MS).

Cálculos e análise estatística

Com base nos resultados laboratoriais obtidos, foram calculados os coeficientes de

Tabela 1 - Ingredientes e composição química das dietas experimentais.

Item	0%	3%	6%	9%
Ingredientes (% da matéria natural)				
Milho	59,08	57,31	55,54	53,76
Glicerina	0,00	3,00	6,00	9,00
Farinha de vísceras de frango	26,14	25,36	24,57	23,79
Glúten de milho 60	5,71	5,54	5,37	5,20
Óleo de Vísceras de Frango	5,00	4,85	4,70	4,55
Hidrolisado de frango	1,86	1,80	1,75	1,69
Propionato de cálcio	0,17	0,16	0,16	0,15
Sorbato de potássio	0,03	0,03	0,03	0,03
Suplemento mineral-vitamínico ¹	1,30	1,26	1,22	1,18
Sal comum	0,71	0,69	0,67	0,65
Composição química analisada e calculada (% da matéria seca)				
Matéria seca	94,04	92,72	91,38	93,76
Proteína bruta	24,35	23,86	23,06	22,54
Extrato etéreo ²	8,59	7,82	7,43	6,89
Fibra bruta	1,92	1,93	2,11	1,91
Matéria mineral	8,63	8,59	7,77	7,74
Extrativos não nitrogenados ³	50,55	50,52	51,01	54,68
EM (kcal/100g) ⁴	335,2	326,8	322,4	328,8

¹Enriquecimento kg⁻¹ de alimento: Vit. A = 20000UI; Vit. D3 = 2000UI; Vit. E = 48mg; Vit. K = 48mg; Vit. B1 = 4mg; Vit. B2 = 32mg; Ácido Pantotênico = 16mg; Niacina = 56mg; Colina = 800mg; Zinco = 150 mg; Ferro = 100mg; Cobre = 15mg; Iodo = 1,5mg; Manganês = 30mg; Selênio = 0,2mg e antioxidante 240mg.

²Após hidrólise ácida.

³Extrativos não nitrogenados (%) = 100 - (umidade% + PB% + EEA% + FB% + MM%).

⁴Energia metabolizável (EM, kcal 100g⁻¹) = 3,5 x %PB + 8,5 x % EEA + 3,5 x %ENN

digestibilidade aparente (CDA) da MS, PB, EEA, matéria orgânica (MO), ENN e EB, segundo a equação:

$$CDA\% = [(g \text{ nutriente ingerido} - g \text{ nutriente excretado}) / g \text{ nutriente ingerido}] \times 100$$

A energia metabolizável (EM) das dietas foi estimada segundo a equação proposta pela AAFCO (2004):

$$EM \text{ (kcal g}^{-1}\text{)} = \{kcal \text{ g}^{-1} \text{ EB ingerida} - kcal \text{ g}^{-1} \text{ EB das fezes} - [(g \text{ PB ingerida} - g \text{ PB das fezes}) \times 1,25kcal \text{ g}^{-1}]\} / g \text{ ração ingerida.}$$

Os resultados do ensaio de digestibilidade foram analisados de acordo com um delineamento em Quadrado latino duplo (4x4), totalizando oito repetições. Os dados foram submetidos à análise de regressão pelo procedimento PROC REG, utilizando o pacote estatístico SAS (2001). A EM da glicerina foi estimada como a inclinação da relação linear entre o consumo de EM das dietas experimentais (variável dependente) e o consumo de matéria seca (CMS) (variável independente).

RESULTADOS

As médias do CMS, CDA, EM e características das fezes dos cães estão apresentadas

na tabela 2. O CMS não diferiu entre os tratamentos (P>0,05). O CDA da MS aumentou linearmente e o do EEA diminuiu com o aumento de glicerina na dieta (P<0,05). Já, os CDA da MO, PB e ENN não foram influenciados pela adição de glicerina na dieta (P>0,05). O CDA da EB e a EM apresentaram comportamento quadrático em relação à adição de glicerina na dieta (P<0,001). A inclinação da reta obtida pela regressão entre a EM ingerida e o CMS indicou um valor de 4190,8kcal kg⁻¹ de EM da glicerina bruta para cães (Figura 1).

Houve redução linear no teor de MS das fezes dos cães alimentados com crescentes níveis de glicerina na dieta (P<0,05). Apesar disso, não houve alteração no escore fecal (P>0,05).

DISCUSSÃO

O aumento no aproveitamento da energia das dietas com maior teor de glicerina demonstra que os cães apresentam alta capacidade de utilização da energia do glicerol, o qual apresentou metabolizabilidade da energia de 97,9%. Resultados semelhantes foram obtidos por LAMMERS et al.

Tabela 2 - Médias do consumo de matéria seca (CMS, g animal⁻¹ dia⁻¹), coeficientes de digestibilidade aparente (CDA, %), energia metabolizável (EM, kcal kg⁻¹) e características das fezes em cães alimentados com dietas contendo crescentes níveis de glicerina.

Item	-----Glicerina (%)-----				EPM ⁹	-----Probabilidade-----	
	0	3	6	9		Linear ¹⁰	Quadrática ¹¹
CMS	224,4	227,0	230,1	225,7	2,31	0,432	0,345
CDA							
MS ¹	78,8	76,4	80,9	80,1	0,48	<0,001	0,083
MO ²	84,2	82,3	84,7	84,3	0,33	0,194	0,057
PB ³	84,3	83,7	85,7	83,2	0,38	0,543	0,343
EEA ⁴	85,3	82,9	82,5	82,8	0,48	<0,001	0,001
ENN ⁵	90,5	88,8	89,4	90,4	0,33	0,972	0,084
EB ⁶	84,7	82,6	85,3	86,2	0,36	<0,001	<0,001
EM ⁷	4085,4	3874,6	4030,2	4562,3	48,25	<0,001	<0,001
MSf ⁸ , %	38,8	38,3	36,3	36,2	0,53	0,03	0,36
Escore	3,5	3,4	3,2	3,2	0,07	0,22	0,47

¹MS = matéria seca; ²MO = matéria orgânica; ³PB = proteína bruta; ⁴EEA: extrato etéreo em hidrólise ácida; ⁵ENN = extrativos não-nitrogenados; ⁶EB = energia bruta; ⁷EM = energia metabolizável; ⁸MSf: matéria seca fecal; ⁹EPM = erro padrão da média.

¹⁰Equação linear: CDAMS = 77,8195 + 0,2776x (R² = 0,38); MSf = -0,328x + 38,874 (R² = 0,15)

¹¹Equações quadráticas: CDAEEA = 0,0388x² - 0,2574x + 83,8 (R² = 0,48); CDAEB = 0,0827x² - 0,5029x + 84,34 (R² = 0,67); EM = 20,636x² - 132,85x + 4085,9 (R² = 0,95).

(2008) e DOZIER et al. (2008), os quais relataram aumento na EM com o aumento do nível de glicerina na dieta em suínos e frangos, respectivamente. Entretanto, os autores supracitados encontraram valores de EM do glicerol bruto de 3207kcal kg⁻¹ para suínos e 3349kcal kg⁻¹ para frangos, valores estes inferiores aos encontrados no presente estudo em cães (4190,8kcal kg⁻¹). O maior valor de EM encontrado para cães pode ser devido ao maior nível energético da glicerina utilizada (4280kcal kg de MS), em relação aos estudos supracitados (máximo de 3993kcal kg⁻¹ de MS).

No presente estudo, houve redução da EM da dieta contendo 3% de glicerina, em relação à dieta

controle. O mesmo resultado foi relatado por DOZIER et al. (2008), os quais justificaram este fato devido, provavelmente, à baixa quantidade de glicerina acrescentada, em comparação aos níveis de 6 e 9%.

Como os tratamentos não são isonutritivos, o menor teor de EEA das dietas contendo glicerina pode ter influenciado na obtenção da menor digestibilidade, em função da maior participação relativa da fração lipídica endógena nas fezes (MENDES et al., 2004).

Observou-se redução no teor de MS das fezes dos animais alimentados com maiores níveis de glicerina na dieta, embora o escore das fezes não tenha sido alterado, mantendo-se dentro do considerado ideal (3-4). Segundo CERRATE et al. (2006), o potássio residual a partir do uso do hidróxido de potássio como catalisador no processo de separação do biodiesel e glicerina pode resultar em aumento da excreção de água nas excretas de aves. Este fato pode explicar o aumento no teor de água nas fezes dos cães alimentados com os maiores níveis de glicerina.

CONCLUSÃO

A inclusão de glicerina aumenta a utilização da energia da dieta, demonstrando ser altamente metabolizável por cães (4190,8kcal kg⁻¹). Entretanto, a inclusão de mais de 3% resulta em fezes menos consistentes.

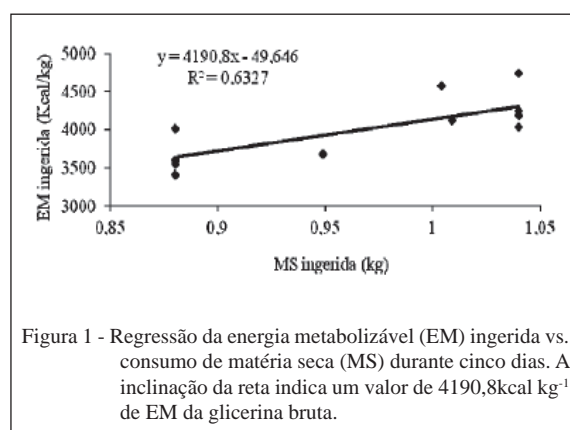


Figura 1 - Regressão da energia metabolizável (EM) ingerida vs. consumo de matéria seca (MS) durante cinco dias. A inclinação da reta indica um valor de 4190,8kcal kg⁻¹ de EM da glicerina bruta.

COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética ao Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, em 15 de setembro de 2008.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF THE OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official and tentative methods of analysis**. 16.ed. Washington, DC, 1995.
- ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS (AAFCO). **Official publications 2004**. Arlington, Virginia, 2004.
- CERRATE, S. et al. 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. et al. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. **Poultry Science**, v. 87, 317-322, 2008.
- DUARTE, F. et al. **Produção enzimática de Biodiesel**. 2006. 16f. Monografia, graduação em Engenharia Química - Centro Tecnológico CTC, Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, p.16.
- GROESBECK, C.N. et al. Effect of crude glycerol on pellet mill production and nursery pig growth performance. **Journal of Animal Science**, v.85, p.201-202, 2008.
- HENN, J.D.; ZANIN, A. O agronegócio do biodiesel: potencialidades e limitações da utilização da glicerina (co-produto) na alimentação de suínos e de aves. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. p.1-14.
- LAMMERS, P.J. et al. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Poultry Science**, v.87, p.104-107, 2008.
- MENDES, W.S. et al. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimentos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, p.207-213, 2004.
- MENTEN, J.F.N. et al. Avaliação da glicerina proveniente do biodiesel como ingredientes para rações de frango de corte. In: CONFERENCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 2008, Santos, SP. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de ciências e tecnologia avícolas, 2008. p.66.
- MOREIRA, I.; CARVALHO, P.L.O. **Glicerina na alimentação de suínos**. Maringá – PR. Serrana Nutrição Animal. Boletim Técnico, ed.95, 2009. Disponível em: <<http://www.serrana.com.br/NutricaoAnimal/BoletimTecnico/Novembro2009.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2009.
- NACIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of Dogs and Cats**. Washington: National academy, 2006. 426p.
- PORCIANO NETO, B. **Uso de glicerina na nutrição de cães**. 2011. 44p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá, PR.
- ROBERGS, R.A.; GRIFFIN S.E. Glycerol: biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications. **Sports Medicine**, v.26, p.145-167, 1998.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. (SAS). **user's guide: statistics**. Version 8.2, Carey, 2001.