

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

USO DE GLICERINA NA ALIMENTAÇÃO DE CÃES  
ADULTOS

Autora: Bruna Ponciano Neto  
Orientador: Prof. Dr. Cláudio Scapinello

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Março – 2011

# USO DE GLICERINA NA ALIMENTAÇÃO DE CÃES ADULTOS

Autora: Bruna Ponciano Neto  
Orientador: Prof. Dr. Cláudio Scapinello

“Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de concentração Produção Animal.”

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Março – 2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

P795 Ponciano Neto, Bruna  
    Uso de glicerina na alimentação de cães adultos /  
    Bruna Ponciano Neto. -- Maringá, 2011.  
    32 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Claudio Scapinello

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de  
Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia.

1. Coproduto. 2. Energia metabolizável. 3.  
Palatabilidade. 4. Glicerol. 5. Nutrição de Cães I.  
Scapinello, Claudio, orient. II. Universidade Estadual  
de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia III. Título.

636.7085 CDD 21.ed.



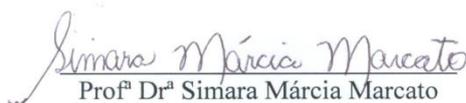
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

## USO DE GLICERINA NA ALIMENTAÇÃO DE CÃES ADULTOS

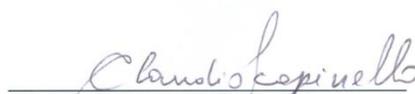
Autora: Bruna Ponciano Neto  
Orientador: Prof. Dr. Cláudio Scapinello

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção  
Animal

APROVADA em 25 de março de 2011.

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simara Márcia Marcato

  
Prof. Dr. Ricardo Souza  
Vasconcellos

  
Prof. Dr. Cláudio Scapinello  
(Orientador)

*À minha mãe,*

*Amélia Ponciano Gomes,*

*pelo exemplo, apoio, incentivo e carinho; por sempre acreditar em mim.*

*Minha eterna gratidão*

**DEDICO**

*À minha cachorrinha*

*Tiririca, agora um anjinho, porém sempre presente,*

*Obrigada pelos bons momentos.*

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

Ao meu anjo da guarda, sempre guiado por São Francisco de Assis, agradeço por ter me concedido coragem para enfrentar todas as dificuldades com paciência e persistência. Sou muito grata pela proteção constante e por colocar em meu caminho pessoas tão especiais como as que encontrei ao longo do mestrado.

Ao Professor Cláudio Scapinello, por toda atenção, dedicação e confiança depositadas em mim. Agradeço por ter me acolhido como filha desde o primeiro momento e pelos ensinamentos que levarei por toda vida.

À Professora Flávia Maria de Oliveira Borges Saad, pela oportunidade e confiança. Obrigada pela disposição ao passar seus conhecimentos.

Aos meus grandes amigos, Ivan Araujo, Marciana Retore e Tiago Pasquetti, por toda a ajuda e valiosa amizade. Muito Obrigada!

Aos integrantes do NENAC, pela amizade, grande auxílio e dedicação durante a condução dos experimentos, em especial à Jéssica Santana, Rosana Cláudio, Janine França, Carolina Padovani, Ana Flávia Chizotti, Michel Kadri e Sr. Edinaldo.

À Brazilian Pet Foods, pela doação das rações. Aos senhores Marcelino Bortolo e Leonir Bueno, pelo apoio para a realização do projeto.

Aos funcionários dos Laboratórios de Nutrição Animal da UEM e UFLA, Cleusa Volpato, Creusa Azevedo, Augusto Neto, José Virgílio, Marcio e Eliana, pela colaboração durante a realização das análises químicas.

Ao Departamento de Zootecnia e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UEM. Sou grata a todos os professores e funcionários. Obrigada pela formação acadêmica e grande colaboração para meu crescimento pessoal e profissional.

Ao CNPq, pela concessão de bolsa, auxiliando para a concretização deste estudo.

À Adalgisa Fernanda Cabral e Mariana de Souza Farias, minhas grandes amigas de república, muito obrigada pela amizade e companhia.

Aos amigos da Cunicultura: Joice Sato, Karla Felssner, Andréia Fróes, Caroline Stanquevis, Livian Furuta, Ana Carolina Monteiro, Sr. Pedro Barizão e Sr. Antônio Parma. Aprendi muito com vocês, obrigada!

Aos amigos da Pós-Graduação, pelas horas de estudo e diversão. Muito obrigada por tudo.

Aos meus familiares, em especial ao meu irmão André Ponciano, que entenderam minha ausência e cuidaram de tudo enquanto estava longe, certamente, da melhor forma possível. Obrigada por toda torcida e grande incentivo para a conclusão do mestrado.

Aos cães: Pipoca, Princesa, Fred, Clara, Brida, Bred, Coragem, Valentim, Bob, Preto, Yves, Samantha, Bernardinho, Manchinha, Belinha, Scooby, Sophia, Sara, Júlia, Teddy, Bonny, Melisso, Anne, Rubi, Tobias, Thor, Cristal e Calisto. Sempre os mais leais.

**OBRIGADA!**

## BIOGRAFIA

BRUNA PONCIANO NETO, filha de Valter Egídio Neto e Amélia Ponciano Gomes Neto, nasceu em Ouro Preto – MG, no dia 21 de abril de 1986.

Em março de 2004, iniciou no curso de Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) - MG, concluindo-o em julho de 2008.

Em março de 2009, matriculou-se no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Não-Ruminantes.

No dia 25 de março de 2011, submeteu-se à banca examinadora para defesa da Dissertação.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
I – INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 - Mercado nacional de rações Pet.....	1
1.2 – Utilização de cereais e coprodutos na alimentação de cães.....	2
1.3 – Mercado nacional de glicerina.....	3
1.4 - Definição de glicerina.....	4
1.5 – Informações sobre a composição química de gliceras.....	5
1.6 – Metabolismo do glicerol.....	6
1.7 - Utilização da glicerina na nutrição de não-ruminantes.....	7
Referências.....	10
II - OBJETIVOS GERAIS.....	13
III – USO DA GLICERINA SEMIPURIFICADA MISTA EM ALIMENTOS COMPLETOS PARA CÃES.....	14
Resumo.....	14
Abstract.....	15
Introdução.....	16
Material e Métodos.....	17
Resultados e Discussão.....	23
Conclusões.....	29
Referências.....	31

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>III – Uso da glicerina semipurificada mista em alimentos completos para cães....</b>	<b>14</b>
Tabela 1 - Composição química da glicerina semipurificada mista, com base na matéria natural .....	17
Tabela 2 - Composição de ingredientes e química da dieta referência utilizada no ensaio de digestibilidade .....	18
Tabela 3 - Composição de ingredientes e química dos alimentos experimentais utilizados no ensaio de palatabilidade e parâmetros sanguíneos .....	21
Tabela 4 - Médias estimadas da energia excretada na urina (EEU), matéria seca fecal (MSF) e escore fecal (EF) para cães alimentados com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina semipurificada .....	25
Tabela 5 - Médias estimadas para glicose, triacilgliceróis (TRG), colesterol total (CT) e lipoproteínas plasmáticas HDL, LDL e VLDL (mg/dL), para cães recebendo ou não alimento contendo 9% de inclusão de glicerina semipurificada .....	29

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>I – Introdução.....</b>	<b>1</b>
Figura 1 - Representação esquemática da reação de transesterificação na produção do biodiesel.....	4
Figura 2 - Diagrama de obtenção do biodiesel e da glicerina.....	5
<b>III – Uso da glicerina semipurificada mista em alimentos completos para cães....</b>	<b>14</b>
Figura 1 - Estimativa da energia metabolizável da glicerina semipurificada. ....	23
Figura 2 -Preferência alimentar dos cães, com base na razão e ingestão (RI), recebendo alimentos contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina (%)......	27
Figura 3 - Primeira escolha dos cães recebendo alimentos contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina (%) .....	27

## I – INTRODUÇÃO GERAL

### 1.1 - Mercado nacional de rações Pet

Dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos para Animais de Estimação (Anfal Pet, 2011) indicam que, atualmente, no Brasil, existem aproximadamente 33 milhões de cães e 17 milhões de gatos. Em 2009, a produção de alimentos para estes animais foi de, aproximadamente, 1,8 milhão de toneladas, com faturamento de R\$ 6,02 bilhões, 6% superior ao ano de 2008. Estes números consolidam o país como o segundo mercado produtor de alimentos balanceados para animais de estimação do mundo. Em 2010, a Anfal Pet estimou um crescimento de mercado entre 3% a 4%.

O principal fator que impulsiona o crescimento do setor é o papel representado pelos cães e gatos na vida dos seres humanos, muitas vezes considerados membros da família e, como tal, procura-se fornecer-lhes alimentos de alta qualidade, palatáveis, que atendam suas necessidades nutricionais e promovam sua saúde e longevidade.

Dentre os alimentos para cães disponíveis no mercado, mais de 90% são extrusados, os quais contêm alto nível de inclusão de cereais e subprodutos de origem animal. Isto é possível porque os cães são considerados animais carnívoros não restritos (Case et al. 1998) e este fato permite uma maior seleção de ingredientes para a formulação de rações.

## 1.2 – Utilização de cereais e coprodutos na alimentação de cães

Na natureza, os cães tinham sua alimentação composta por fontes, em ordem de volume e importância, de proteína, gordura e carboidratos. (Case et al. 1998). Atualmente, com a possibilidade do uso de técnicas de processamentos e custos, os alimentos apresentam em suas formulações as matérias-primas ricas em carboidratos representando o principal volume, seguidos de matérias-primas proteicas e, finalmente, fontes de gordura, invertendo a pirâmide original.

Os cereais são adicionados em rações para cães, principalmente como fonte energética, sendo os mais utilizados nas formulações o milho e o arroz, contendo, 4090 e 3790 kcal/kg de energia metabolizável, respectivamente (NRC, 2006). Além disso, possuem em sua composição cerca de 50 a 90% de amido, essencial para o processo de extrusão (Sá Fortes, 2005). Apesar da inclusão de cereais ter permitido a diminuição dos custos da ração e facilitado sua armazenagem, altos níveis de inclusão podem comprometer a aceitação desses alimentos pelos cães (Félix, 2010). Cães e gatos têm demonstrado uma exigência específica de nutrientes, mas não exigência específica para alimentos incluídos na sua dieta (Grandjean, 2001). Este fato permite uma maior seleção de ingredientes para a formulação de dietas destinadas a estes animais, além de favorecer o melhor balanceamento nutricional. Neste contexto, destaca-se a possibilidade de utilização de coprodutos agroindustriais.

A utilização de coprodutos na alimentação animal apresenta dois principais benefícios, a preservação ambiental e maior número de opções para o nutricionista no momento de formular rações, possibilitando produção de alimentos por menor custo ou melhores balanceados (Vasconcellos, 2010).

Para a efetiva utilização de coprodutos na alimentação de cães é necessário conhecer o fluxograma de produção industrial desta matéria-prima, a partir deste conhecimento é possível classificar este ingrediente para incluí-lo na formulação, considerando variações na composição química, riscos toxicológicos, oscilações de custo, dentre outros (Vasconcellos, 2010).

Para a inclusão destes novos ingredientes na formulação de rações, o conhecimento do valor nutritivo é primordial. Entretanto, para cães, um número significativo de avaliações de alimentos contendo novas matérias-primas, tem sido

publicados como valores dos alimentos completos e não da nova matéria-prima incorporada, (Clapper et al. 2001). Utilizando-se este método, os resultados obtidos referem-se à digestibilidade das rações e não a digestibilidade do ingrediente testado, fato que dificulta a formulação de rações balanceadas com as novas matérias-primas para cães. Logo, a determinação dos valores nutritivos dos ingredientes para cães deve ser realizada da mesma forma que vem sendo empregado para os animais de produção (Sá Fortes, 2005).

Assim, novas pesquisas que apontem possíveis substitutos para esses cereais, com possível redução do custo dos alimentos completos, mantendo o valor nutricional, o padrão de qualidade, além de garantir uma segurança de utilização e melhor aceitabilidade, devem ser preocupação dos pesquisadores que atuam neste setor. Considerando-se estes parâmetros, a glicerina, coproduto do biodiesel, apresenta grande potencial de utilização em dietas para cães.

### 1.3 – Mercado nacional de glicerina

A geração de energia tornou-se, no cenário atual, um fator fundamental para o desenvolvimento tecnológico nacional. Entretanto, a principal fonte de energia consumida, atualmente, provém de origem fóssil, sendo esta esgotável, poluente e de custo elevado (Penz Júnior & Gianfelice, 2008). Com isso vislumbra-se, cada vez mais, a necessidade em pesquisar e desenvolver fontes alternativas de energia, como foi o caso do biodiesel.

O Brasil apresenta grande potencial para a produção de biocombustíveis. Além da diversidade de culturas oleaginosas para a produção de biodiesel, o país dispõe de tecnologia de ponta e estrutura fabril com alta capacidade para desenvolver esta produção (Mentel et al. 2008).

Segundo a Agência Nacional do Petróleo (ANP,2010), existem, no Brasil, 66 plantas produtoras de biodiesel autorizadas para a operação, correspondendo a uma capacidade total de 16.216,47m<sup>3</sup>/dia. A produção de biodiesel foi impulsionada pela sanção do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) que determinou a inclusão de 5,0% de biodiesel em todo o óleo diesel comercializado no Brasil a partir de janeiro de 2010.

Estima-se que, aproximadamente, 10% do volume total de biodiesel produzido correspondem à glicerina (Dasari et al. 2005). No ano de 2009, foram gerados 171.829m<sup>3</sup> de glicerina a partir da produção de biodiesel. A oferta deste coproduto em 2007, já era três vezes maior que a demanda pelo mercado (ABIQUIM, 2007), sendo assim, parte desde excedente poderá chegar à produção animal.

#### 1.4 - Definição de glicerina

O biodiesel é definido como um monoalquil éster de ácidos graxos, derivado de fontes renováveis, tais como óleos vegetais e gorduras animais, obtido através de um processo de transesterificação de óleos com alcoóis (metanol ou etanol) através da catálise básica (Figura 1), utilizando hidróxido de sódio ou potássio como catalisadores, na qual ocorre a transformação de triacilgliceróis em moléculas menores de ésteres de ácidos graxos e tendo como coproduto a glicerina (Rivaldi et al. 2008). Em linhas gerais, o esquema da produção do biodiesel é apresentado na Figura 2.

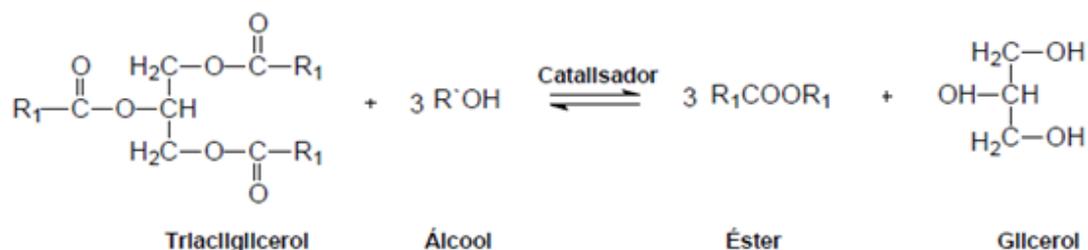


Figura 1. Representação esquemática da reação de transesterificação na produção do biodiesel (Morin et al. 2007)

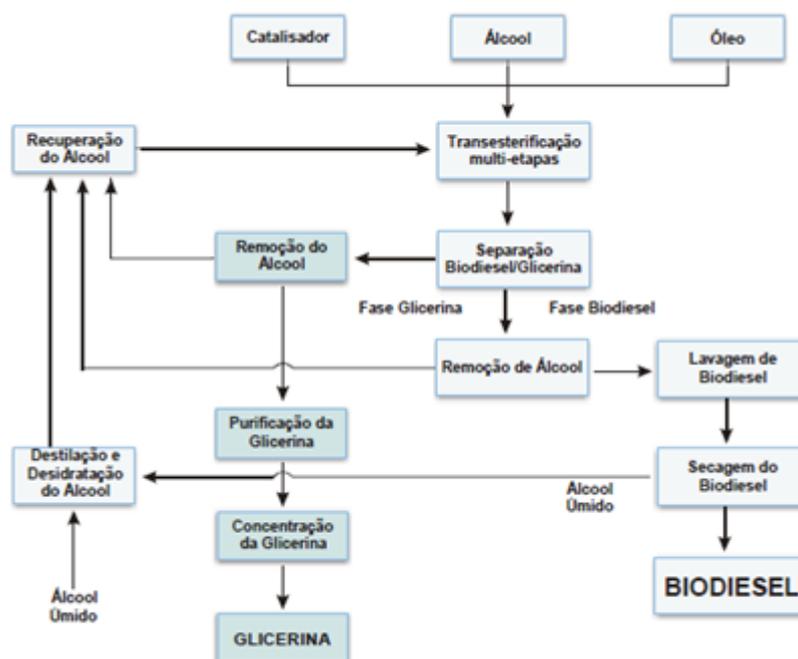


Figura 2. Diagrama de obtenção do biodiesel e da glicerina (Parente, 2003)

Os termos glicerol e glicerina são constantemente tratados como sinônimos, entretanto, é importante esclarecer a diferença. A glicerina obtida na transesterificação é composta por glicerol, resíduos de catalisadores, sabão, álcool (metanol ou etanol), monoacilglicerol, diacilglicerol, oligômeros de glicerol e água (Ooi et al. 2004) e apresenta-se na forma de líquido viscoso pardo escuro. O glicerol é o composto puro, 1,2,3-propanotriol, apresenta-se como um líquido viscoso, incolor, inodoro e higroscópico, com sabor doce, solúvel em água e álcool, insolúvel em éter e em clorofórmio (Rivaldi et al. 2008).

### 1.5 – Informações sobre a composição química de glicerinas

As glicerinas diferenciam-se pela origem da matéria-prima e pelo grau do processamento industrial. A glicerina pode ser produzida através de fontes vegetais, animais ou pela associação de ambas (mista). Segundo a ANP (2010), as principais matérias-primas utilizadas pelas plantas brasileiras produtoras de biodiesel são o óleo de soja (80,62%), gordura bovina (13,68%) e o óleo de algodão (3,56%).

A glicerina bruta obtida pelo processo de transesterificação é submetida ao processo de acidulação com ácido concentrado (HCl ou H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) para a separação de

glicerol e ácidos graxos do sabão. Após este processo forma-se uma mistura composta por três fases. A fase superior é constituída pelos ácidos graxos livres, a fase intermediária composta, principalmente, por glicerol, água e álcool e a fase inferior pelos sais liberados a partir da reação do ácido inorgânico com o sabão. Posteriormente, a glicerina com excesso de ácido é neutralizada e submetida a tratamento térmico (70°C) para a recuperação do álcool. A glicerina recuperada alcança concentrações superiores a 80% de glicerol, com quantidades variáveis de água, corantes e álcool (Rivaldi et al. 2008).

Para a produção da glicerina purificada (acima de 99% de glicerol) é necessário a realização dos processos de destilação e descoloração (Yong et al. 2001). A glicerina purificada apresenta diferentes aplicações na indústria de cosméticos, farmacêutica, alimentícia e na fabricação de resinas e detergentes. No entanto, os tratamentos de purificação apresentam custo elevado e são inviáveis para pequenos e médios produtores nacionais (Arruda et al. 2007).

Deste modo, predomina no mercado nacional a oferta de glicerina bruta ou de baixa pureza (50 a 70% de glicerol) e a semipurificada ou de média pureza (80 a 90% de glicerol), conforme classificação de Südekum (2008). Ambas podem ser aproveitadas na alimentação animal.

## 1.6 – Metabolismo do glicerol

O glicerol é um componente do metabolismo animal, sendo encontrado na circulação e nas células. Ele pode ser proveniente da lipólise do tecido adiposo, hidrólise dos triacilgliceróis das lipoproteínas plasmáticas e da gordura dietética (Lin, 1977). Entretanto, as informações sobre as implicações metabólicas da suplementação de glicerol na dieta são escassas, especialmente quando a suplementação atinge grandes proporções como um ingrediente energético das rações (Menten et al. 2010).

O glicerol pode ser absorvido no estômago ou no intestino (Lin 1977) e seu pequeno tamanho molecular favorece a absorção passiva. Por ser um composto solúvel em água, entra livremente na veia porta sendo transportado até o fígado (Sambrook, 1980).

No fígado, o glicerol é fosforilado pela enzima glicerol quinase e resulta em glicerol 3-fosfato, que é oxidado em diidroxiacetona fosfato. A enzima glicolítica triose fosfato isomerase converte esse composto em gliceraldeído 3-fosfato (Leningher, 2006).

Os rins e o tecido muscular também apresentam a enzima glicerol quinase, porém em menor concentração que no fígado (Lin et al. 1976, Krebs & Lund, 1996).

Desta forma, o destino metabólico do glicerol pode ser dirigido, dependendo do tecido e do estado nutricional do animal, para o fornecimento de esqueleto carbônico para a gliconeogênese (Emmanuel et al. 1983), para a produção de energia pela via da glicólise ou como precursor para a síntese de triacilgliceróis (Brisson et al. 2001). Chambers & Duel (1925) forneceram 8,5g de glicerol a dois cães diabéticos por via estomacal e observaram recuperação quase total de glicose adicional na urina dos animais, comprovando assim o potencial gliconeogênico do glicerol.

### 1.7 - Utilização da glicerina na nutrição de não-ruminantes

Os estudos sobre a adição de glicerina na alimentação animal foram estimulados pela possibilidade de reduzir os custos da dieta pela grande oferta do produto no mercado mundial (Pinto et al. 2005). Além disso, o glicerol nele contido, por possuir elevado valor energético e sabor adocicado, torna-se uma alternativa promissora para substituir alimentos energéticos tradicionalmente utilizados nas dietas para cães.

A legislação norte-americana atribui à glicerina o status GRAS (Geralmente Reconhecido como Seguro) para uso na alimentação animal. No entanto, uma regulamentação recente do FDA (Food and Drug Administration, 2006) indica que níveis de metanol superiores a 150 ppm na dieta podem ser considerados perigosos para a alimentação animal.

Recentemente, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) autorizou a utilização de glicerina para a alimentação animal, desde que, dentro dos padrões de qualidade como: glicerol mínimo (80%), umidade máxima (12%), metanol máximo (150 ppm), sódio e matéria mineral máximos especificados.

O grande interesse na utilização da glicerina na alimentação animal é pelo seu valor energético. O glicerol puro apresenta 4305 kcal/kg (Lammers et al. 2008) e alta eficiência de utilização pelos animais. Lammers et al.(2008a), avaliando a inclusão de glicerina em dietas para suínos em crescimento, encontraram para a digestibilidade da energia coeficientes entre 89 e 92%. Simon et al. (1996), trabalhando com frangos de corte, encontraram coeficiente de digestibilidade da glicerina em torno de 75%. Fica

claro que a espécie animal pode influenciar nos valores energéticos obtidos para a glicerina.

O metanol presente na glicerina pode ser um fator limitante para sua utilização na alimentação animal. O metanol ingerido é oxidado no fígado pela enzima álcool desidrogenase a formaldeído, que por sua vez, sofre a ação da enzima formaldeído desidrogenase e chega a ácido fórmico, substância tóxica ao organismo. Em quantidades elevadas, o ácido fórmico pode provocar vômitos, cegueira e alteração motora nos animais (Lammers et al. 2008). Os autores supracitados avaliaram a toxicidade em suínos alimentados por 138 dias após o desmame com rações suplementadas com 5% ou 10% de glicerina bruta, contendo 3.200 ppm de metanol. Mesmo com nível tão elevado de metanol, os autores não encontraram nenhuma indicação de toxidez nos animais, analisando sinais clínicos ou lesões no fígado, rins e olhos. Porém, um aspecto que deve ser salientado é que o potencial efeito prejudicial do metanol incorporado às rações pode ser desprezado quando a ração for peletizada ou extrusada, uma vez que a temperatura atingida durante o processo é mais alta que a temperatura de vaporização do metanol (65°C).

Nas plantas brasileiras produtoras de biodiesel, o principal catalisador utilizado para a reação de transesterificação é o hidróxido de sódio (Arruda et al. 2007). A presença significativa de sódio na glicerina é um fator limitante para sua utilização nas rações (Tyson et al. 2004). Cerrate et al. (2006) observaram maior umidade das excretas de frangos de corte alimentados com ração contendo glicerina bruta. Lima et al. (2010) avaliando a inclusão de níveis crescente de glicerina em rações para cães observaram redução linear no teor de matéria seca fecal prejudicando o escore.

Yalçin et. al., (2010) avaliaram o efeito da inclusão de glicerina sobre a qualidade de ovos e parâmetros sanguíneos de poedeiras. Os autores observaram o aumento do colesterol na gema do ovo para o nível de 7,5% de inclusão. Entretanto, não foi observado alteração nos parâmetros sanguíneos avaliados.

Groesbeck et al. (2008), avaliaram a eficiência produtiva de rações peletizadas para suínos, contendo níveis crescentes (0, 3, 6, 9, 12 e 15%) de glicerina bruta. Os autores observaram que a adição de glicerina bruta diminuiu linearmente a amperagem e a carga do motor, além de melhorar a eficiência de produção total (KWh/ton). Estes dados resultaram em uma diminuição do gasto energético pela peletizadora e, conseqüentemente, no custo de produção das rações. Entretanto, a adição de glicerina bruta prejudicou a resistência dos pellets para os níveis superiores a 9%. Retore (2010),

analisando a inclusão de glicerina bruta na alimentação de coelhos notou piora na qualidade dos pellets com a adição de 12% na dieta. Dados semelhantes aos encontrados por Cerrate et al. (2006), trabalhando com frangos de corte, observaram queda na qualidade dos pellets para os níveis superiores a 10% de inclusão de glicerina bruta nas rações.

A literatura apresenta muitos estudos utilizando glicerina para aves, suínos e coelhos. No entanto, dados com cães são escassos, havendo a necessidade de experimentos com esta espécie animal, a fim de determinar o melhor nível de inclusão de glicerina na dieta.

## Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DO BIODIESEL – ANP (2011). **Boletim Mensal de biodiesel**, dezembro de 2010. Disponível em: <[www.anp.gov.br/?pg=40446&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1297226432104](http://www.anp.gov.br/?pg=40446&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1297226432104)>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2011
- ARRUDA, P.V.; RODRIGUES, R.C.L.B.; FELIPE, M.G.A. Glicerol: um subproduto com grande capacidade industrial e metabólica. **Revista Analytica**, n.26, p.56-62, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA – **ABIQUIM**. (CD ROM), São Paulo, 2007.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE PRODUTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO – **Anfal Pet** (2011). Mercado Pet 2010. Disponível em: [www.anfalpet.org.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=7&Itemid=22](http://www.anfalpet.org.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=7&Itemid=22) Acesso em: 13 de janeiro de 2011
- BRISSON, D.; VOHL, M.C.; ST.-PIERRE, J. et al. Glycerol: A neglected variable in metabolic processes? **Bioessays**, v.23, p.534-542. 2001.
- CASE, L. P.; CAREY, E. P.; HIRAKAWA, D.A. **Nutrição canina e felina: manual para profissionais**. Madrid: Harcourt Brece, 1998. 424p.
- CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z. et al. 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.
- CHAMBERS, W.H.; DUEL, H.J. **Journal of Biological Chemistry**. v. 65, p. 21-29, 1925.
- CLAPPER, G.M.; GRIESHOP, C.M.; MERCHEN, N.R.; RUSSET, J.C.; BRENT, J.L.; FAHEY, G.C. Ileal and total tract digestibilities and fecal characteristics of dogs as affect soybean protein inclusion in dry, extruded diets. **Journal of Animal Science**, v.79, p. 1523-1532, 2001.
- DASARI, M.A.; KIATSIMKUL, P.-P.; SUTTERLIN, W.R. et al. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis A: General**, v.281, p.225-231, 2005.
- EMMANUEL, B.; BERZINS, R.; ROBBLEE, A.R. Rates of entry of alanine and glycerol and their contribution to glucose synthesis in fasted chickens. **British Poultry Science**, v.24, p.565-571, 1983.
- FÉLIX, A.P.; OLIVEIRA, S.G.; MAIORKA, A. Fatores que interferem no consumo de alimentos em cães e gatos. In: Sérgio L. Vieira. (Org.). **Consumo e preferência alimentar dos animais domésticos**. 1 ed. Londrina: Phytobiotics, 2010, v.1, p. 162-199.
- GRANDJEAN, D; VASSAIRE, J; VASSAIRE, J.P. **Enciclopédia do Cão**. Paris: Aniwa Publishing, 2001, 635p.
- GROESBECK, C.N.; MCKINNEY, L.J.; DeROUCHEY, J.M. et al. Effect of crude glycerol on pellet mill production and nursery pig growth performance. **Journal of Animal Science**, v.85, suppl.1, p.201-202, 2008.
- KREBS, H.A.; LUND, P. Formation of glucose from hexoses, pentoses, polyols and related substances in kidney cortex. **Biochemistry Journal**, v.98, p.210-214, 1996.
- LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M.S. et al. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Journal of Animal Science**, v.87, n.1, p.104-107, 2008.

- LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; WEBER, T.E. et al. Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.86, p.602-608, 2008a.
- LENINGHER, A.L. **Princípios de Bioquímica**. 4.ed. São Paulo (SP): Savier; 2006.
- LIMA, D.C.; NETTO, M.V.T.; FELIX, A.P.; FAISCA, L.; BORTOLO, M.; OLIVEIRA, S.G.; MAIORKA, A. Digestibilidade de dietas contendo diferentes níveis de glicerina em cães In: II CONGRESSO INTERNACIONAL E IX SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, 2010, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2010. p. 79
- LIN, E.C.C. Glycerol utilization and its regulation in mammals. **Annual Review of Biochemistry**, Palo Alto, v. 46, p. 765-795, 1977.
- LIN, M.H.; ROMSOS, D.R.; LEVEILLE, G.A. Effect of glycerol on lipogenic enzyme activities and on fatty acid synthesis in the rat and chicken. **Journal of Nutrition**, v. 106, p. 1668-1677, 1976.
- MENTEN, J. F. M.; ZAVARIZE, K. C.; SILVA, C. L. S. Biodiesel: Oportunidade do uso de glicerina na nutrição de aves. In: IV CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2010 Estância de São Pedro. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2010. p. 43.
- MENTEN, J.F.M.; PEREIRA, P.W.Z.; RACANICCI, A.M.C. Avaliação da glicerina proveniente do biodiesel como ingrediente para rações de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 2008 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2008, Santos. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2008. p. 66.
- MORIN, P.; HAMAD, B.; SAPALY, G. et al. Transesterification of rapeseed oil with ethanol. **Applied Catalysis A: General**, v.330, p.69-76, 2007.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients Requirements of Dogs and Cats**. The National Academy of Science: Washington, D.C., 2006.
- OOI, T.L.; YONG, K.C.; HAZIMAH, A.H. et al. Glycerol residue – a rich source of glycerol and medium chain fatty acids. **Journal of Oleo Science**, v.53, n.1, p.29-33, 2004.
- PARENTE, E.J. de S. **Biodiesel – Uma aventura tecnológica num país engraçado**. Editora Unigráfica: Fortaleza-CE. 2003.
- PENZ JÚNIOR, A. M.; GIANFELICE, M. O que fazer para substituir os insumos que podem migrar para a produção de bio-combustível. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.36, p. 107-117, 2008
- PINTO, A.C.; GUARIEIRO, L.L.N.; RESENDE, M.J.C. et al. Biodiesel: an overview. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.16, n.6, p.1313-1330, 2005.
- RETORE, M. **Glicerina de biodiesel na alimentação de coelhos em crescimento**. 2010. 76 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010
- RIVALDI, J.D.; SARROUH, B.F.; FIORILO, R. et al. Estratégias biotecnológicas para o aproveitamento do glicerol gerado da produção de biodiesel. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, v.37, p.44-51, 2008.
- SÁ FORTES, C.M.L.; CARCIOFI, A. C.; SAKOMURA, N. K.; KAWAUCHI, I. M.; VASCONCELLOS, R.S. Digestibility and metabolizable energy of some carbohydrate source for dogs. **Animal Feed Science and Technology**. v. 156, p.121-125, 2010.
- SAMBROOK, I.E., **Digestion and absorption of carbohydrate and lipid in the stomach and the small intestine of the pig**. In: CURRENT CONCEPTS OF

- DIGESTION AND ABSORPTION IN PIGS, LOW, A. G; PARTRIDGE, I. G. (Ed.). Natl. Inst. Res. Dairying, Reading, UK., p.78-93, 1980.
- SIMON, A.; BERGNER, H.; SCHWABE, M. Glycerol as a feed ingredient for broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, v.49, n.2, p.103-112, 1996.
- SÜDEKUM, K.-H. **Co-products from biodiesel production**. In: GARNSWORTHY, P. C.; Wiseman, J. (Ed.). Recent advances in animal nutrition. Nottingham: Nottingham University Press, p.210-219, 2008.
- TYSON, K.S.; BOZELL, J.; WALLACE, R. et al. [2004]. Biomass oil analysis: research needs and recommendations. **Technical Report National Renewable Energy Laboratory Golden, Colorado, USA**. Disponível em: <<http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/34796.pdf>>. Acesso em: 29 de agosto de 2009.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - **USDA**. Feed Situation and Outlook Yearbook. FDS-2007.
- VASCONCELLOS, R.S. Uso de coprodutos na alimentação de cães e gatos In: II CONGRESSO INTERNACIONAL E IX SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, 2010, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2010. p. 79
- YALÇIN, S.; EROL, H.; OZOY, B. et al. Effects of glycerol on performance, egg traits, some blood parameters and antibody production to SRBC of laying hens. **Livestock Science**, v.129, p. 129-134, 2010.
- YONG, K.C.; OOI, T.I.; DZULKEFLY, K. et al. Characterization of glycerol residue from a palm kernel oil methyl ester plant. **Journal Oil Palm Research**. n. 13, p.39-42, 2001.

## II - OBJETIVOS GERAIS

Neste trabalho objetivou-se:

- a) Determinar a composição química da glicerina semipurificada mista;
- b) Determinar o valor nutritivo da glicerina semipurificada mista, através de ensaio de digestibilidade e estabelecer o melhor nível de inclusão em alimentos completos para cães;
- c) Mensurar o consumo de energia pela extrusora durante o processo de fabricação de alimentos contendo diferentes níveis de inclusão de glicerina;
- d) Avaliar a palatabilidade dos alimentos completos contendo glicerina, e a qualidade fecal;
- e) Analisar os teores de lipoproteínas plasmáticas, glicose e triacilgliceróis frente à ingestão de dietas contendo glicerina.

### **III – Uso da glicerina semipurificada mista em alimentos completos para cães**

**Resumo:** Objetivou-se, determinar a composição química e a energia metabolizável da glicerina semipurificada mista, oriunda da produção de biodiesel e avaliar diferentes níveis de inclusão na dieta sobre o processo de extrusão da ração, qualidade fecal, palatabilidade e parâmetros sanguíneos de cães Beagles adultos. No ensaio de digestibilidade foram utilizados 20 Beagles, com peso médio  $13,9(\pm 1,92)$  kg, distribuídos em delineamento em blocos casualizado, em dois períodos com quatro unidades experimentais e cinco tratamentos, sendo uma ração referência e quatro rações teste em níveis de 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0% de glicerina incluída em substituição à matéria seca da ração referência e oito repetições cada. O valor obtido de energia metabolizável da glicerina foi 5381,5 kcal/kg. Para avaliar o processo de extrusão da ração, qualidade fecal, palatabilidade e parâmetros sanguíneos de cães adultos foram formulados quatro alimentos completos, isonutritivos, com níveis de 0,0, 3,0, 6,0 e 9,0% de glicerina. A inclusão de glicerina reduziu o consumo de energia pela extrusora, sem afetar a qualidade do extrusado. No ensaio de palatabilidade, utilizando 27 cães Beagles, recebendo dois alimentos diferentes simultaneamente, totalizando três contrastes com 80 observações cada, foi observado que a inclusão gradativa de glicerina nos alimentos aumentou a preferência alimentar e proporcionou a primeira escolha dos cães. Os maiores níveis de inclusão proporcionaram escore fecal abaixo do ideal. Para avaliação dos níveis de HDL, LDL e VLDL, colesterol total, glicose e triglicérides totais foram utilizados 16 cães Beagles saudáveis, com  $4,13\pm 0,71$  anos e  $14,14\pm 1,09$  kg, recebendo alimentos completos sem glicerina ou com 9,0% de inclusão por 10 dias. Apesar da adição de glicerina ter aumentado os níveis de LDL e colesterol total em relação ao alimento teste, os níveis apresentaram-se dentro da faixa de normalidade, indicando que sua inclusão, no nível estudado, é viável em alimentos para cães.

**Palavras-chaves:** coproduto, glicerol, energia metabolizável, palatabilidade

### III – Using of mixed semipurified glycerin in complete foods for dogs

**Abstract:** The goal of this study was to determine the mixed semipurified glycerin chemical composition, from biodiesel production, the metabolizable energy and to evaluate different inclusion levels in diet on feed productivity, fecal quality, palatability and blood parameters of adult dogs. In the digestibility assay, 20 Beagles, average weight of 13.9 kg ( $\pm 1.92$  kg), were distributed in a blocs randomized design in two periods with four experimental units and five treatments, with a reference diet and four test diets at levels of 2.5; 5.0; 7.5 and 10.0% of glycerin included, replacing the reference diet dry matter and eight replicates each. The feces of the animals were evaluated for consistency. During the feed production for the experiments it was observed the energy consumption by the extruder. In the palatability assay there were offered to the 27 Beagles two different foods simultaneously, a reference food and three test food, isonutritive, with 3; 6 and 9% of semipurified glycerin inclusion, replacing the corn of the reference diet, based on metabolizable energy, totaling three contrasts with 80 observations each, where it was observed the first choice and consumption. The parameters of HDL, LDL and VLDL, cholesterol, glucose and triacylglycerols of 16 healthy Beagles, 4.16 ( $\pm 0.71$ ) years old and 14.14 ( $\pm 1.09$ ) kg were evaluated. The glycerin metabolizable energy value was 5,381.5 kcal/kg. The energy consumption by the extruder reduced according to the increased levels of glycerin in diet. The higher inclusion levels showed suboptimal fecal scores. The inclusion of glycerin in food proportioned increase in food preference and in the first choice of the animals even in the level of 9% for 10 days. Although the increase in levels of LDL and total cholesterol in relation to the test food, the levels remained within the normal range, indicating that its inclusion, at the studied level, is viable for dogs food.

**Key words:** coproduct, glycerin, metabolizable energy, palatability.

## Introdução

A utilização de coprodutos na alimentação animal apresenta dois principais benefícios, a preservação ambiental e maior número de opções para o nutricionista no momento de formular rações, possibilitando produção de alimentos por menor custo ou melhores balanceados (Vasconcellos, 2010).

Os cereais são adicionados em rações para cães, principalmente, como fonte energética, sendo os mais utilizados para as formulações o milho e o arroz, contendo, 4090 e 3790 kcal/kg de energia metabolizável, respectivamente (NRC, 2006). Além disso, possuem em sua composição cerca de 50 a 90% de amido, essencial para o processo de extrusão (Sá Fortes, 2005). Apesar da inclusão de cereais ter permitido a diminuição dos custos da ração e facilitado sua armazenagem, altos níveis de inclusão podem comprometer a aceitação desses alimentos pelos cães (Félix, 2010).

Cães e gatos têm demonstrado uma exigência específica de nutrientes, mas não exigência específica para alimentos incluídos na sua dieta (Grandjean, 2001) e este fato permite uma maior seleção de ingredientes para a formulação de dietas destinadas a estes animais. Assim, novas pesquisas que apontem possíveis substitutos para esses cereais, mantendo o padrão e qualidade das rações, devem ser preocupação dos pesquisadores que atuam neste setor.

Os recentes incentivos do Governo Federal à produção de biodiesel permitiram a disponibilidade de significativo volume de glicerina, principal coproduto associado, obtido por reação de transesterificação catalítica de diferentes fontes de gordura na presença de metanol (Expedito, 2003). Atualmente, existe no mercado nacional um excedente deste coproduto que, por seu elevado valor energético, poderá ser utilizado na nutrição animal. As glicerinas diferenciam-se pelo seu grau de processamento industrial e matéria-prima utilizada, em que a glicerina semipurificada apresenta baixo conteúdo de ácidos graxos e menor quantidade de impurezas, em relação à glicerina bruta.

Na literatura, encontram-se estudos utilizando glicerina na alimentação de não-ruminantes, majoritariamente, para aves, suínos e coelhos (Simon et al. 1996; Cerrate et al. 2006; Lammers et al. 2008; Retore, 2010). No entanto, dados com cães são escassos, havendo a necessidade de experimentos com esta espécie animal.

Diante do exposto, neste trabalho objetivou-se determinar a composição química da glicerina semipurificada mista, oriunda da produção de biodiesel, avaliar seus efeitos sobre a produtividade de ração, assim como, determinar a energia metabolizável e

avaliar diferentes níveis de inclusão na dieta sobre a qualidade fecal, palatabilidade e parâmetros sanguíneos de cães adultos.

### Material e Métodos

Foram conduzidos três experimentos no Centro de Estudos em Nutrição e Alimentação de Animais de Companhia (CENAC), pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Estado de Minas Gerais, nos períodos de janeiro, fevereiro e dezembro de 2010 e janeiro de 2011, com os objetivos de determinar o valor nutritivo da glicerina semipurificada mista, por meio de ensaio de digestibilidade e avaliar a sua utilização em alimentos completos para cães adultos.

A glicerina utilizada foi adquirida da empresa Biopar®, localizada em Rolândia - PR, e sua composição química é apresentada na Tabela 1. Para produção da glicerina semipurificada mista, obtida da produção de biodiesel, foi utilizada a associação de óleo de soja com gordura animal bovina nas proporções aproximadas de 80:20, respectivamente.

Tabela 1 – Composição química da glicerina semipurificada mista, com base na matéria natural

Parâmetro	Glicerina Semipurificada Mista
Matéria seca <sup>1</sup> , %	85,35
Cinzas <sup>1</sup> , %	4,76
Sódio <sup>1</sup> , %	2,18
Potássio <sup>1</sup> , %	0,12
Glicerol <sup>1</sup> , %	68,08
Gordura <sup>1</sup> , %	0,44
EB <sup>2</sup> , kcal/kg	4696,63
Metanol <sup>1</sup> , ppm	2040

<sup>1</sup>Análises realizadas no Laboratório CBO Assessoria & Análise – Campinas/SP

<sup>2</sup>Análises realizadas no Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UEM

Para o ensaio de digestibilidade foram utilizados 20 cães adultos da raça Beagle, machos e fêmeas, saudáveis, previamente vacinados e vermifugados, com peso médio de 13,9±1,92 kg. Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas providas de bebedouro e comedouro, piso ripado e, na parte inferior, bandeja coletora de fezes. A bandeja apresenta um orifício central recoberto por tela de náilon que permite a coleta de urina em dispositivo próprio evitando a contaminação por fezes.

Os cães foram distribuídos em um delineamento em blocos casualizado, em dois períodos experimentais consecutivos, com cinco tratamentos, quatro unidades experimentais por período, totalizando 40 unidades experimentais e oito repetições por tratamento. Os tratamentos foram constituídos por cinco rações (uma referência e quatro rações testes), em que a glicerina, foi incluída em níveis de 2,5, 5,0, 7,5 e 10,0% na ração teste em substituição à matéria seca da ração referência.

A ração referência (Tabela 2) foi formulada obedecendo às recomendações mínimas de nutrientes para cães adultos segundo a AAFCO (2008). As rações foram produzidas, seguindo as boas práticas de fabricação, segundo Anfal Pet (2010) nas instalações da empresa Brazilian Pet Foods<sup>®</sup>, localizada em Arapongas – PR.

Tabela 2 – Composição de ingredientes e química da dieta referência utilizada no ensaio de digestibilidade

Ingrediente	Ração Referência (%)
Milho moído	48,24
Farinha de Vísceras	23,65
Arroz Quirera	15,00
Óleo Frango	4,67
Farinha de Carne – 45%	4,00
Premix Mineral+Vitamínico <sup>1</sup>	2,04
Farelo de Trigo	1,06
Glúten de Milho 60	1,00
Sal Comum	0,30
Sorbato de Potássio	0,02
Endox Dry <sup>®2</sup>	0,013
Nível Nutricional na Matéria Seca	(%)
Proteína Bruta <sup>3</sup>	22,80
Extrato etéreo hidrólise ácida <sup>3</sup>	13,39
Matéria Fibrosa <sup>3</sup>	3,95
Matéria Mineral <sup>3</sup>	7,86
Cálcio <sup>3</sup>	1,80
Fósforo <sup>3</sup>	1,00
Energia bruta, kcal/kg <sup>3</sup>	4555

<sup>1</sup>Composição por kg do produto: vit. A – 5.000,00 UI; vit. D3 – 500,00 UI; vit. E – 50,00 UI; vit. B12 – 22,00 mcg; vit. B6 – 1,00 mg; vit. B2 – 22,00 mg; ácido pantotênico – 10,00 mg; niacina – 11,40 mg; ácido fólico – 0,18 mg; tiamina – 1,00 mg; colina – 300,00 mg; Mn – 5,00 mg; Cu – 7,30 mg; I – 1,50 mg; Se – 0,11 mg; Zn – 120,00 mg; Fe - 80 mg

<sup>2</sup>Antioxidante e Antifúngico

<sup>3</sup>Análises realizadas no Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UEM

Cada período experimental teve a duração de 10 dias, sendo cinco dias para adaptação dos cães às gaiolas e à ração e cinco dias para a coleta total de fezes e urina, segundo AAFCO (2008). A quantidade de alimento foi fornecida de acordo com as necessidades energéticas diárias de manutenção de cada animal, em kcal/dia, utilizando a fórmula  $110 \times (\text{peso vivo})^{0,75}$ . A ração foi fornecida diariamente, pela manhã, e os animais tiveram livre acesso à água durante todo o período experimental.

As fezes e urinas foram coletadas diariamente pela manhã. Para a coleta das urinas foram utilizados recipientes plásticos, devidamente identificados, adaptados ao fundo da bandeja coletora da gaiola metabólica. Foi adicionado aos recipientes, diariamente, 1 mL de ácido sulfúrico 1Eq/L para evitar perdas de nitrogênio e proliferação de bactérias. O volume de urina foi mensurado e anotado e a urina foi mantida em refrigerador até o final do período de coleta. Ao final de cada período, toda a urina recolhida de cada cão foi homogeneizada e uma alíquota separada e congelada para futuras análises. As fezes coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos individuais, previamente identificados, pesadas, avaliadas quanto à consistência e armazenadas em freezer (-15°C).

A avaliação do escore fecal foi realizada sempre pelo mesmo avaliador, conforme escala proposta por Maia et al. (2010), com valores que variaram de um a cinco, em que 1 = fezes líquidas (diarréia); 2 = fezes macias sem forma definida; 3 = fezes macias, bem formadas e úmidas; 4 = fezes duras, secas, firmes e bem formadas; 5 = fezes muito duras e ressecadas, considerando-se ideal valor entre 3 e 4.

Posteriormente, as fezes de cada animal foram descongeladas, homogeneizadas, colocadas em estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 72h. Em seguida, parte da amostra foi moída em moinho com peneira de 1,0 mm para as análises de matéria seca, de acordo com Silva & Queiroz (2002). Os valores de energia bruta foram determinados por meio de calorímetro adiabático (Parr Instrument Co. AC720), segundo os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002).

Os resultados de matéria seca fecal e energia excretada na urina foram analisados pelo programa estatístico SAEG (2007). Os graus de liberdade referentes aos níveis de inclusão da glicerina foram desdobrados em polinômios.

A energia metabolizável da glicerina foi obtida aplicando-se o método de Matterson et al. (1965). Este foi submetido à análise de regressão para a estimativa do valor energético, considerando-se os consumos de energia metabolizável da glicerina

em função do consumo de glicerina das unidades experimentais, sob a restrição do intercepto igual a zero, conforme Pasquetti (2010).

Para os ensaios de palatabilidade e parâmetros sanguíneos foram utilizados quatro alimentos (um referência e três alimentos teste), isonutritivos, em que a glicerina semipurificada mista foi incluída em níveis de 3, 6 e 9% nas rações em substituição à energia metabolizável do milho da ração referência (AR). Os alimentos foram formulados obedecendo às recomendações mínimas de nutrientes para cães adultos segundo a AAFCO (2008) e a proteína foi corrigida pela adição de farelo de soja. A composição dos alimentos é apresentada na Tabela 3.

Os alimentos foram produzidos, seguindo as boas práticas de produção (Anfal Pet, 2010), nas instalações da empresa Brazilian Pet Foods®, utilizando extrusora de rosca dupla. A taxa de alimentação do canhão da extrusora foi mantida constante, bem como a velocidade da rosca e a temperatura do pré-condicionador (90°C). Água e vapor foram ajustados de acordo com a dieta. A temperatura no canhão da extrusora foi mantida entre 120°C e 130°C. A glicerina foi adicionada no pré-condicionador. Durante o processo de extrusão dos alimentos foi observado o consumo de energia pela extrusora. Foi utilizada a mesma matriz ao final do canhão da extrusora para os quatro alimentos experimentais, garantido assim o mesmo tamanho e formato de kibble para os tratamentos.

Para o ensaio de palatabilidade foram utilizados 27 cães adultos da raça Beagle, machos e fêmeas, saudáveis, previamente vacinados e vermifugados, com peso médio de  $14,04 \pm 1,37$  kg. Os cães foram alojados em baias individuais durante os cinco dias de período experimental.

Tabela 3 – Composição de ingredientes e química dos alimentos experimentais utilizados no ensaio de palatabilidade e parâmetros sanguíneos

Ingrediente	AR <sup>1</sup>	Níveis de inclusão de glicerina semipurificada mista (%)		
		3	6	9
Farelo de trigo	45,00	45,00	45,00	45,00
Milho integral moído	19,83	16,24	12,65	9,07
Glicerina semipurificada mista	-	3,00	6,00	9,00
Farelo de glúten de milho	8,00	8,00	8,00	8,00
Feijão moído	8,00	8,00	8,00	8,00
Farinha de carne e ossos bovinos	8,00	8,00	8,00	8,00
Farelo de arroz gordo	3,00	3,00	3,00	3,00
Óleo de frango	3,00	3,00	3,00	3,00
Farelo de soja 45%	2,98	3,57	4,15	4,74
Farinha de penas hidrolisada	1,00	1,00	1,00	1,00
Hidrolisado de fígado de frango	0,50	0,50	0,50	0,50
Cloreto de sódio (sal comum)	0,35	0,35	0,35	0,35
Premix Mineral vitamínico <sup>2</sup>	0,30	0,30	0,30	0,30
Antifúngico	0,02	0,02	0,02	0,02
Antioxidante	0,01	0,01	0,01	0,01
Nutriente	Níveis de garantia (%)			
Proteína Bruta (mín.)	18,00	18,00	18,00	18,00
Extrato etéreo hidrólise ácida (mín.)	7,00	7,00	7,00	7,00
Matéria Fibrosa (máx.)	6,40	6,40	6,40	6,40
Matéria Mineral (máx.)	12,0	12,0	12,0	12,0
Cálcio (máx.)	2,4	2,4	2,4	2,4
Fósforo (mín)	1,2	1,2	1,2	1,2
EM <sup>3</sup> , kcal/kg	2900	2900	2900	2900

<sup>1</sup> Alimento Referência.

<sup>2</sup> Composição por kg do produto: vit. A – 5.000,00 UI; vit. D3 – 500,00 UI; vit. E – 50,00 UI; vit. B12 – 22,00 mcg; vit. B6 – 1,00 mg; vit. B2 – 22,00 mg; ácido pantotênico – 10,00 mg; niacina – 11,40 mg; ácido fólico – 0,18 mg; tiamina – 1,00 mg; colina – 300,00 mg; Mn – 5,00 mg; Cu – 7,30 mg; I – 1,50 mg; Se – 0,11 mg; Zn – 120,00 mg; Fe - 80 mg

<sup>3</sup> Calculado conforme NRC(2006)

Cada cão recebeu dois alimentos diferentes simultaneamente (alimento referência e um alimento teste), formando assim, três contrastes. Foram realizadas duas observações por cão diariamente (manhã e tarde), totalizando 80 observações por contraste. A cada observação, os cães, receberam duas vezes a necessidade energética diária com base na fórmula  $110x(\text{peso vivo})^{0,75}$  conforme NRC (2006), assegurando assim a presença de sobras. Em cada alimentação sucessiva, a posição dos comedouros

foi alterada para evitar a lateralidade. Foi observado o primeiro alimento consumido por cada animal. As rações ficaram disponíveis aos cães por 15 minutos. Após este período, os alimentos foram recolhidos e as sobras pesadas para o cálculo da razão de ingestão. A água foi fornecida à vontade durante o período experimental.

A razão de ingestão (RI) foi calculada conforme a fórmula proposta por Griffin (2003), em que :  $RI = \frac{\text{Ingestão Alimento Teste}}{\text{Ingestão Alimento Teste} + \text{Ingestão Alimento Referência}}$ <sup>-1</sup>. Os valores da razão de ingestão variam de 0 a 1, considerando-se que valores entre 0,48 a 0,52 não indicaram preferência expressiva por nenhum dos alimentos, enquanto valores acima de 0,52 indicam preferência pela ração teste e abaixo de 0,48, preferência pelo alimento referência (Félix, 2010). Dessa forma foi calculada a porcentagem de observações enquadrada em cada um dos três grupos.

Para o ensaio de parâmetros sanguíneos foram utilizados 16 cães da raça Beagle, idade média 4,13 ( $\pm 0,71$ ) anos, machos e fêmeas, saudáveis, previamente vacinados e vermifugados, com peso médio de 14,14 ( $\pm 1,09$ ) kg. Os cães foram alojados em baias individuais durante o período experimental.

Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos (alimento referência e alimento teste contendo 9% de glicerina), com oito repetições por tratamento. O período experimental teve a duração de 11 dias, sendo 10 dias para adaptação dos animais à dieta e um dia para a coleta de sangue. Os animais foram pesados no início e fim do período experimental.

A quantidade de ração oferecida foi de acordo com a necessidade energética diária com base na fórmula  $110 \times (\text{peso vivo})^{0,75}$ . Os cães eram alimentados, diariamente, pela manhã e a água foi fornecida à vontade durante o período experimental.

Os cães passaram por um período de jejum de 12 horas para a coleta de sangue que foi feita por meio de punção da veia cefálica, considerando as recomendações propostas por Nogueira et al. (2002). Os parâmetros sanguíneos analisados foram: lipoproteínas plasmáticas (HDL, LDL e VLDL), colesterol, glicose e triacilgliceróis, conforme Farr & Kathllen (2008). Os valores obtidos foram comparados aos valores referenciais para cães adultos proposto por Matos (1988).

Os resultados das variáveis estudadas foram analisados pelo programa estatístico SAEG (2007), de acordo com o seguinte modelo estatístico:  $Y_{ij} = \mu + N_j + e_{ij}$  em que ,  $Y_{ij}$  = valor observado das variáveis estudadas relativas a cada indivíduo  $i$ , recebendo dieta com nível  $j$  de substituição do milho pela glicerina semipurificada mista;  $\mu$  =

média geral da característica;  $N_j$  = efeito do nível  $j$  de substituição do milho pela glicerina semipurificada mista;  $e_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação.

As médias dos parâmetros estudados, obtidas com o uso do alimento referência foram comparadas àquela obtida com o alimento contendo 9% de inclusão de glicerina semipurificada mista por meio do Teste de F ( $P < 0,05$ ).

### Resultados e Discussão

Não foram observados efeitos de bloco ( $P > 0,05$ ) para as variáveis estudadas, sendo agrupadas, portanto, todas as repetições de cada período. Aplicando o método de regressão proposto por Pasquetti (2010), a equação de regressão para obtenção da energia metabolizável da glicerina semipurificada foi,  $Y = 5381,5 X$ ,  $R^2 = 0,77$ , indicando que os valores de energia metabolizável para a glicerina estudada foi de 5381,5 kcal/kg de matéria seca, com coeficiente de metabolização da energia bruta de 97,8% (Figura 1).

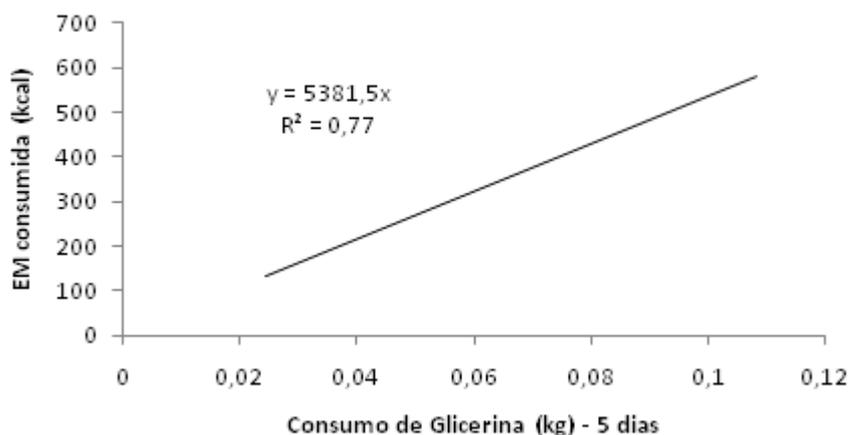


Figura 1 – Estimativa da energia metabolizável da glicerina semipurificada.

Lammers et al. (2008), avaliando a utilização de glicerina (86,95% de glicerol e 3625 kcal/kg) para dietas de suínos em crescimento, encontraram para a digestibilidade da energia coeficientes entre 89 e 92%. Para frangos de corte, o coeficiente de digestibilidade da energia bruta tem ficado em torno de 75% (Simon et al. 1996). Em ambos os estudos foram encontrados coeficiente de digestibilidade da energia inferiores aos encontrados no presente estudo. De acordo com Bartlett & Schneider (2002), o

aproveitamento da glicerina pode variar de acordo com a quantidade de glicerol, níveis de inclusão empregados nas rações e espécie animal em questão.

Segundo a classificação de Südekum (2008), a glicerina utilizada neste trabalho pode ser considerada como de média pureza, apresentando, aproximadamente, 80% de glicerol na matéria seca. O glicerol é um composto rico em energia apresentando 4320 kcal/kg e possui alta eficiência de utilização pelos animais (Lammers et al. 2008a). Pelo baixo peso molecular e solubilidade, o glicerol é facilmente absorvido e transportado pela veia porta até o fígado (Sambrook, 1980), onde será metabolizado a gliceraldeído 3-fosfato. Desta forma, de acordo com o estado nutricional do animal, o destino metabólico do glicerol exógeno pode ser dirigido para a gliconeogênese ou para produção de energia pela via da glicólise (Leningher, 2006).

Os cães são classificados, quanto ao hábito alimentar, como carnívoros embora não restritos, em comparação com animais do mesmo grupo e, deste modo, são fisiologicamente adaptados para a digestão de proteínas e gorduras (Case et al. 1998). De acordo com Borges (2004), logo em seguida a ingestão de alimentos em cães, uma considerável quantidade de aminoácidos podem ser desaminados e sua cadeia carbônica utilizada para síntese de glicose, enquanto que, em períodos de jejum, o glicerol passa a ser o principal precursor. A autora ainda complementa que, para cães em jejum, 20 a 30% da glicose derivam do glicerol. Chambers & Duel (1925), quando forneceram 8,5g de glicerol a dois cães diabéticos por via estomacal, observaram recuperação quase total de glicose adicional na urina dos animais, comprovando assim o potencial gliconeogênico do glicerol para esta espécie. O excesso de glicose, gerada a partir do glicerol exógeno, pode ser excretado via urina.

Na Tabela 4, estão apresentadas as médias estimadas da energia excretada na urina (EEU), matéria seca fecal (MSF) e escore fecal (EF) para cães alimentados com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina semipurificada.

A EEU reduziu de forma linear ( $P < 0,05$ ) com o aumento do nível de glicerina na dieta conforme equação:  $\hat{Y} = 295,0 - 0,008X$ ;  $R^2 = 0,55$ , indicando que o glicerol consumido foi metabolizado (Tabela 4). Diferindo dos dados encontrados no presente estudo, Della e Kessler (2010), avaliando a inclusão de glicerina purificada em níveis crescentes de até 15% em dietas para leitões, observaram um aumento linear da energia excretada na urina com o aumento do nível de inclusão da glicerina. Desde modo, pode-se inferir que os cães apresentam uma maior capacidade de metabolização do glicerol que outros animais não-ruminantes.

A MSF e o EF reduziram de forma linear ( $P < 0,05$ ) com o aumento do nível de glicerina na dieta conforme as equações,  $\hat{Y} = 29,465 - 0,007X$ ;  $R^2 = 0,88$  e  $\hat{Y} = 3,314 - 0,0393X$ ;  $R^2 = 0,50$ , respectivamente, indicando um aumento da umidade fecal (Tabela 4). Considerando o escore fecal ideal entre 3 e 4 (Maia et al. 2010), os maiores níveis de inclusão apresentaram escore fecal abaixo do ideal. Semelhante aos dados encontrados neste estudo, Cerrate et al. (2006) também observaram maior umidade das excretas de frangos de corte alimentados com ração contendo glicerina bruta rica em sódio. Lima et al. (2010), avaliando a inclusão de níveis crescente de glicerina em rações para cães, da mesma forma, observaram redução linear no teor de matéria seca fecal prejudicando o escore fecal. O aumento da umidade fecal pode ser atribuído à presença de resíduos de catalisadores na glicerina. Nas plantas brasileiras produtoras de biodiesel o principal catalisador utilizado para a reação de transesterificação é o hidróxido de sódio (Arruda et al. 2007). A presença significativa de Na pode alterar o balanço catiônico dos alimentos e acarretar aumento da ingestão e excreção de água pelos animais. Desde modo, recomenda-se o balanceamento de sódio nas rações, considerando o sódio presente na glicerina e diminuindo a inclusão de NaCl na formulação.

Tabela 4 – Médias estimadas da energia excretada na urina (EEU), matéria seca fecal (MSF) e escore fecal (EF) para cães alimentados com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina semipurificada

Item	Níveis de Glicerina (%)					Equação de Regressão	R <sup>2</sup>	CV (%)
	0,0	2,5	5,0	7,5	10,0			
EEU (kcal/5dias)	411,2	320,0	311,7	307,4	261,6	$\hat{Y} = 295,0 - 0,008X$	0,55	28,2
MSF (%)	31,2	27,5	26,2	22,3	22,3	$\hat{Y} = 29,465 - 0,007X$	0,88	15,0
EF	3,18	3,16	3,27	2,88	2,96	$\hat{Y} = 3,314 - 0,0393X$	0,50	7,91

Para cães, a inclusão de glicerina visa, principalmente, substituir ingredientes utilizados na dieta como fonte energética, com o intuito de reduzir os custos e melhorar a palatabilidade e o valor nutricional. O milho, principal fonte energética utilizado em alimentos para cães, apresenta energia bruta de 3925 kcal/kg (Rostagno et al. 2005) e coeficiente de metabolização da energia bruta para cães de 86% (Sá Fortes et al. 2005). A glicerina semipurificada, avaliada no presente trabalho, apresenta energia bruta e coeficiente de metabolização superior ao do cereal, indicando ser uma importante fonte energética para cães, tornando-se matéria-prima em potencial para substituí-lo, embora

parcialmente, na formulação de alimentos para esta espécie animal. Para tanto, a padronização da composição química das glicerinas pelas plantas produtoras de biodiesel é essencial, garantindo um uso confiável na alimentação animal.

O consumo de energia pela extrusora, durante o processo de fabricação dos alimentos experimentais utilizados no ensaio de palatabilidade e parâmetros sanguíneos, foi de 34,68, 34,62, 30,17 e 29,80 kWh/ton para 0, 3, 6 e 9% de inclusão de glicerina, respectivamente. O consumo de energia pela extrusora diminuiu, indicando que o glicerol favoreceu o processo de extrusão. Estes dados resultaram em uma diminuição do gasto energético pela extrusora e, conseqüentemente, no custo de produção das rações. Dados semelhantes aos encontrados foram descritos por Groesbeck et al. (2008), avaliando a eficiência produtiva de rações peletizadas para suínos, contendo níveis crescentes (0, 3, 6, 9, 12 e 15%) de glicerina bruta. Os autores observaram que a adição de glicerina bruta diminuiu linearmente a amperagem e a carga do motor, além de melhorar a eficiência de produção total.

A inclusão de glicerina na dieta, quando em substituição ao milho, pode reduzir o consumo de energia, porque se apresenta de forma líquida dispensando assim o processo de moagem, responsável por grande parte da energia consumida durante o processo de fabricação das rações. Pozza et al. (2005), mensurando o consumo de energia elétrica durante a moagem do milho, observaram que o consumo de energia varia entre 6,13 a 20,03 kWh/ton.

Não foi observada influência da glicerina sobre a qualidade dos kibbles no presente estudo. Ainda, Groesbeck et al. (2008), relataram que a adição de glicerina bruta na dieta de frangos de corte prejudicou a resistência dos pellets para os níveis superiores a 9%. Retore (2010), analisando a inclusão de glicerina bruta na alimentação de coelhos notou piora na qualidade dos pellets com a adição de 12% na dieta. Dados semelhantes aos encontrados por Cerrate et al. (2006), trabalhando com frangos de corte, observaram queda na qualidade dos pellets para os níveis superiores a 10% de inclusão de glicerina bruta nas rações.

Durante o processo de produção dos alimentos, a temperatura de processamento é superior a 100°C. Deste modo, o potencial efeito prejudicial no metanol foi reduzido, visto que a temperatura de vaporização do metanol é inferior (65°C). Assim, durante os experimentos conduzidos e relatados no presente estudo, não foram observados nenhum sintoma de intoxicação por metanol nos animais experimentais.

A preferência alimentar e a primeira escolha dos cães recebendo alimentos contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina na dieta são demonstrados nas figuras 2 e 3, respectivamente.

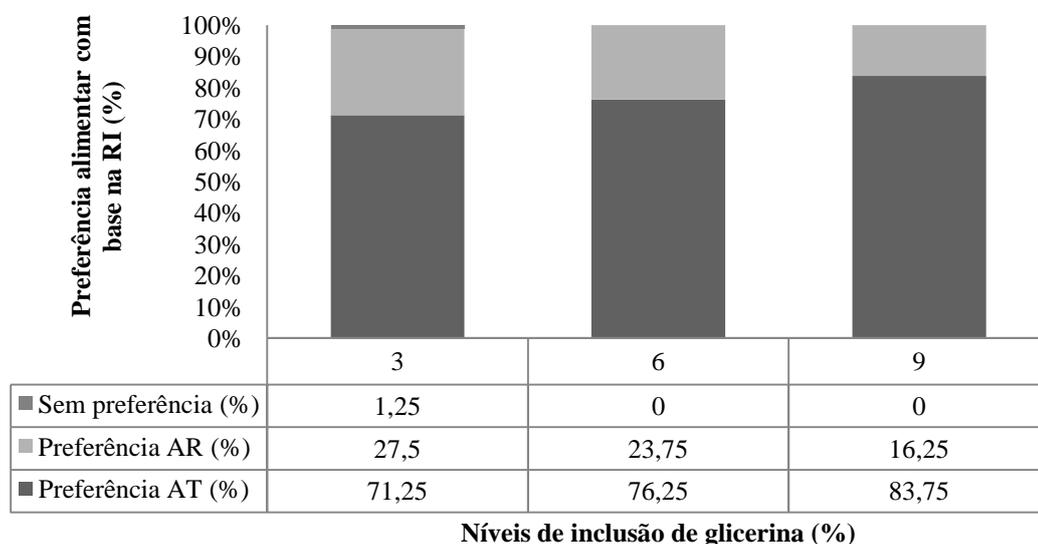


Figura 2: Preferência alimentar dos cães, com base na razão e ingestão (RI), recebendo alimentos contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina (%)

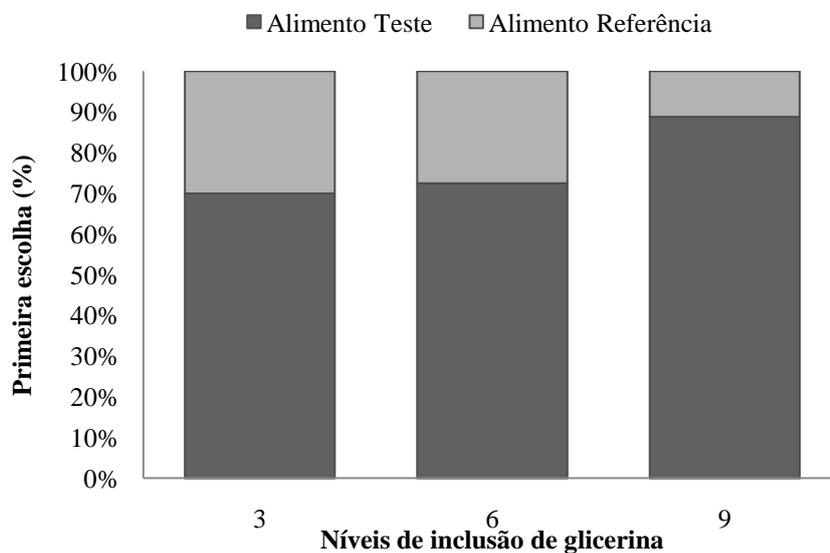


Figura 3: Primeira escolha dos cães recebendo alimentos contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina (%)

A inclusão de glicerina nas dietas influenciou positivamente a preferência alimentar e também a primeira escolha para cães até o nível de 9%, indicando ser um ingrediente palatável. A percepção da palatabilidade do alimento pelos cães ocorre a

partir da interação de três mecanismos sensoriais principais: odor, sabor e textura (Carciofi et al. 2008).

O fator determinante na primeira escolha do animal é o odor do alimento. O glicerol apresenta características umectantes, por conter região hidrofílica forte, estas proporcionam ao alimento uma maior taxa de absorção de água (Krabbe & Néri, 2009). Esta superior taxa de absorção de água pode promover a retenção de alguns odores, principalmente o de palatilizantes aplicados por cobertura no alimento, tornando-os mais atrativos para os cães (Félix et al. 2010).

Os cães, por serem carnívoros, apresentam maior necessidade de distinguir entre diferentes tipos de carne. Dentre as papilas gustativas, que se comunicam com o ramo aferente do nervo facial de cães, predominam as unidades sensíveis aos aminoácidos caracterizados como doces por humanos, desta forma, os cães respondem a um amplo espectro de substâncias doces (Bradshaw, 2006). O glicerol, presente na glicerina, apresenta sabor adocicado e provavelmente, por essa razão os alimentos contendo glicerina foram mais consumidos pelos cães em relação ao alimento teste.

Tyson et al. (2004) salientaram que os sais presentes na glicerina podem limitar o consumo de ração pelos animais. No entanto, Kumazawa & Kurihara (1990) estudando a preferência alimentar de cães, não identificaram unidades sensíveis ao cloreto de sódio no nervo facial. Possivelmente, os ancestrais desses animais encontravam quantidades suficientes de sal na carne de caça, e assim evoluíram sem a necessidade de identificar alimentos na natureza para suprir suas necessidades de sódio, como onívoros e herbívoros (Fregly, 1980). Deste modo a presença significativa de sódio nos alimentos não influenciou a palatabilidade.

Na Tabela 5, encontram-se as médias estimadas para glicose, triacilgliceróis (TRG), colesterol total (CT) e lipoproteínas plasmáticas HDL, LDL e VLDL (mg/dL), para cães recebendo alimento sem inclusão ou contendo 9% de glicerina semipurificada.

O glicerol, presente na glicerina, pode ser utilizado como precursor para a síntese de triacilgliceróis pelo organismo (Brisson et al. 2001). Entretanto, no presente experimento, não foi verificada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre as concentrações de triacilgliceróis entre os grupos referência e teste (Tabela 5), indicando que o glicerol foi utilizado para a produção de glicose ou para o fornecimento de energia. O nível de inclusão de glicerina na dieta não influenciou ( $P > 0,05$ ) a concentração sérica de glicose (Tabela 5). Isso é um indicativo que a glicose produzida a partir do glicerol foi utilizada pelo organismo para manutenção das atividades metabólicas dentro das 12 horas

subsequentes à alimentação. Os animais mantiveram seu peso vivo inicial ao final do período experimental.

Não foram observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) para a concentração das lipoproteínas plasmáticas HDL e VLDL entre os grupos teste e controle, entretanto, a inclusão de glicerina na dieta influenciou significativamente ( $P<0,05$ ) a concentração de LDL e, por conseguinte, o colesterol total (Tabela 5). A glicerina pode apresentar, em sua composição, ácidos graxos por causa da reação incompleta de transesterificação dos óleos (Ooi et al. 2004). A glicerina, utilizada no presente estudo é de origem mista e, provavelmente, continha ácidos graxos saturados. Segundo (Wills & Simpson, 1995) o aumento da ingestão de ácidos graxos saturados pode aumentar a concentração de LDL. Apesar do significativo aumento das concentrações plasmáticas destes metabólitos, para cães recebendo dieta contendo glicerina, os valores encontram-se dentro da faixa de referência aceitáveis para cães adultos em manutenção (Matos, 1988). Estudos mais aprofundados ainda precisam ser realizados a fim de verificar os efeitos do glicerol exógeno no metabolismo animal por maiores períodos de tempo.

Tabela 5 – Médias estimadas para glicose, triacilgliceróis (TRG), colesterol total (CT) e lipoproteínas plasmáticas HDL, LDL e VLDL (mg/dL), para cães recebendo alimento sem ou contendo 9% de glicerina semipurificada

Tratamentos	TRG	Glicose	CT	HDL	LDL	VLDL
Referência	35,60	97,80	113,8 <sup>a</sup>	85,20	28,60 <sup>a</sup>	7,12
Teste (9% Glicerina)	39,00	97,80	137,6 <sup>b</sup>	98,40	40,0 <sup>b</sup>	7,80
Média	37,3	97,80	125,7	91,8	34,3	7,46
CV (%)	20,22	5,16	24,36	23,81	24,28	20,22

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem pelo Teste F ( $P<0,05$ )

### Conclusões

O valor de energia metabolizável da glicerina semipurificada foi de 5381,5 kcal/kg com coeficiente de metabolização da energia bruta de 97,8%, indicando ser uma importante fonte energética para cães.

A glicerina semipurificada mista adicionada em 9% na formulação, melhorou a palatabilidade do alimento completo para os cães, além de ter reduzido o custo de extrusão.

Apesar de ter aumentado os níveis de LDL e colesterol total em relação ao alimento teste, os níveis, apresentaram-se dentro da faixa de normalidade, indicando que sua inclusão, no nível estudado, é viável em alimentos para cães.

No entanto, mais estudos são necessários para determinação do nível máximo de sua inclusão nos alimentos completos para esta espécie.

## Referências

- ARRUDA, P.V.; RODRIGUES, R.C.L.B.; FELIPE, M.G.A. Glicerol: um subproduto com grande capacidade industrial e metabólica. **Revista Analytica**, n.26, p.56-62, 2007.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO – Anfal Pet. **Manual do Programa Integrado de Qualidade Pet**, 4ª Ed. 2010.
- ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS - AAFCO. **Official Publication**. Atlanta, GA. 2008.
- BARTLET, J.; SCHNEIDER, D. Investigation on the Energy Value of Glycerol in the Feeding of Poultry and Pig. In: **Union for the Promotion of Oilseeds-Schriften Heft**, v.17, p.15-36, 2002
- BORGES, F.M.O. **Princípios nutritivos e exigências nutricionais de cães e gatos: parte I – energia, proteína, carboidratos e lipídeos**. Curso de pós-graduação “lato-sensu” especialização à distância: nutrição e alimentação de cães e gatos. Lavras: UFLA/FAEPE. 2004, p.108.
- BRADSHAW, J.W.S. The evolutionary basis for the feeding behavior of domestic dogs (*Canis familiaris*) and cats (*Felis catus*). **The Journal of Nutrition**. p. 1927S-1931S, 2006.
- BRISSON, D.; VOHL, M.C.; ST.-PIERRE, J. et al. Glycerol: A neglected variable in metabolic processes? **Bioessays**, v.23, p.534-542. 2001.
- CARCIOFI, A.C. **IV Curso Teórico-Prático sobre Nutrição de Cães e Gatos “Uma Visão Industrial”** FCAV/Unesp Jaboticabal, 2008. p.79.
- CASE, L. P.; CAREY, E. P.; HIRAKAWA, D.A. **Nutrição canina e felina: manual para profissionais**. Madrid: Harcourt Brece, 1998. 424p.
- CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z. et al. 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.
- CHAMBERS, W.H.; DUEL, H.J. **Journal of Biological Chemistry**. v. 65, p. 21-29, 1925.
- DELLA, M. P.; KESSLER, A. M. **Desempenho e metabolismo de leitões com níveis crescentes de glicerol purificado na dieta**. Disponível em: <http://www.propesq.ufrgs.br/>. Acesso em : 10/02/2011.
- EXPEDITO, J. S. **Biodiesel: Uma aventura tecnológica num país engraçado**. Rede Baiana de Biocombustíveis, Salvador – BA, 2003.
- FARR, A. J.; KATHLEN, P.F. Quality control validation, application of sigma metrics, and performance comparison between two biochemistry analyzers in a commercial veterinary laboratory. **Journal of Diagnostic Inves.** v.20 p. 536-544, 2008.
- FÉLIX, A.P.; OLIVEIRA, S.G.; MAIORKA, A. Fatores que interferem no consumo de alimentos em cães e gatos. In: Sérgio L. Vieira. (Org.). **Consumo e preferência alimentar dos animais domésticos**. 1 ed. Londrina: Phytobiotics, 2010, v.1, p. 162-199.
- FREGLY, M.J. On the spontaneous intake of NaCl solution by dogs. In: Biological and behavioral aspects of salt intake. New York: Academic Press; p.55-68, 1980.
- GRANDJEAN, D; VASSAIRE, J; VASSAIRE, J.P. **Enciclopédia do Cão**. Paris: Aniwa Publishing, 2001, 635p.

- GRIFFIN, R.W. Palatability testing: parameters and analyses test conclusions. In: KVAMME, J.L.; PHILLIPS, T.D. **Petfood technology**. Illinois: Watt Publishing Company, 2003. p.187-193.
- GROESBECK, C.N.; MCKINNEY, L.J.; DeROUCHEY, J.M. et al. Effect of crude glycerol on pellet mill production and nursery pig growth performance. **Journal of Animal Science**, v.85, suppl.1, p.201-202, 2008.
- KRABE, E.L.; NÉRI, G. Controle da atividade de água e produção de alimentos secos e semi-úmidos. In: I CONGRESSO INTERNACIONAL E VIII SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2009. p. 79
- KUMAZAWA, T.; KURIHARA, K. Large enhancement of canine taste responses to sugars by salts. **Journal of General Physiology**. v.95, p. 1007-1018, 1990.
- LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; HONEYMAN, M.S. et al. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Journal of Animal Science**, v.87, n.1, p.104-107, 2008a.
- LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; WEBER, T.E. et al. Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.86, p.602-608, 2008.
- LENINGHER, A.L. **Princípios de Bioquímica**. 4.ed. São Paulo (SP): Savier; 2006.
- LIMA, D.C.; NETTO, M.V.T.; FELIX, A.P. et al. Digestibilidade de dietas contendo diferentes níveis de glicerina em cães In: II CONGRESSO INTERNACIONAL E IX SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, 2010, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2010. p. 79.
- MAIA, G.V.C.; SAAD, F.M.O.B.; ROQUE, N.C. et al. Zeólitas e *Yucca Schidigera* em rações para cães: palatabilidade, digestibilidade e redução de odores fecais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2442-2446, 2010.
- MATOS, M.S.; MATOS, P.F. Bioquímica Clínica. In: **Laboratório Clínico Médico Veterinário**. 2 ed. - Rio de Janeiro: Atheneu, 1988. p.203-238.
- 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**, Research Report, v.7, n.1, p.11-14, 1965.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients Requeriments of Dogs and Cats**.The National Academy of Science: Washington, D.C.2006.
- NOGUEIRA, R. B.; SILVA JR, L. W.; CHIURCIU, J. L. V. **Métodos de contenção física, colheita de efusões cavitárias e de administração de medicamentos em cães e gatos**. Lavras – MG, 2002. p.20-22
- OOI, T.L.; YONG, K.C.; HAZIMAH, A.H. et al. Glycerol residue – a rich source of glycerol and medium chain fatty acids. **Journal of Oleo Science**, v.53, n.1, p.29-33, 2004.
- PASQUETTI, T. J Avaliação nutricional da glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de gordura animal e óleo vegetal, para codornas de corte. 2011. 110 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011
- POZZA, P.C.; POZZA, M.S.S.; RICHART, S. Avaliação da moagem e granulometria do milho e consumo de energia no processamento em moinho martelo. **Ciência Rural**, v.35, n.1, p. 235-238, 2005.
- RETORE, M. **Glicerina de biodiesel na alimentação de coelhos em crescimento**. 2010. 76 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 1.ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 186p.
- SÁ FORTES, C.M.L.; CARCIOFI, A. C.; SAKOMURA, N. K.; KAWAUCHI, I. M.; VASCONCELLOS, R.S. Digestibility and metabolizable energy of some carbohydrate source for dogs. **Animal Feed Science and Technology**. v. 156, p.121-125, 2010.
- SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.
- SAMBROOK, I.E., **Digestion and absorption of carbohydrate and lipid in the stomach and the small intestine of the pig**. In: CURRENT CONCEPTS OF DIGESTION AND ABSORPTION IN PIGS, LOW, A. G; PARTRIDGE, I. G. (Ed.). Natl. Inst. Res. Dairying, Reading, UK., p.78-93, 1980
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. – Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SIMON, A.; BERGNER, H.; SCHWABE, M. Glycerol as a feed ingredient for broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, v.49, n.2, p.103-112, 1996.
- SÜDEKUM, K.-H. **Co-products from biodiesel production**. In: GARNSWORTHY, P. C.; Wiseman, J. (Ed.). Recent advances in animal nutrition. Nottingham: Nottingham University Press, p.210-219, 2008.
- TYSON, K.S.; BOZELL, J.; WALLACE, R. et al. [2004]. Biomass oil analysis: research needs and recommendations. **Technical Report National Renewable Energy Laboratory Golden, Colorado, USA**. Disponível em: <<http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/34796.pdf>>. Acesso em: 29 de agosto de 2009.
- VASCONCELLOS, R.S. Uso de coprodutos na alimentação de cães e gatos In: II CONGRESSO INTERNACIONAL E IX SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, 2010, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2010. p. 79
- WILLS, J.M.; SIMPSON, K.W. **The Waltham Book of Clinical Nutrition of the Dog and Cat**. Tarrytown. New York: Elsevier Science, 1994, p.528.