

Adoção da glicerina bruta na dieta animal e seu impacto no produto final

Beserra, V.A.®; Cesar, A.S. e Peres, A.A.C.

Departamento de Engenharia de Agronegócios. Universidade Federal Fluminense. Volta Redonda. RJ. Brasil.

RESUMO

A glicerina tem apresentado respostas interessantes aos criadores de animais e seus estudos se intensificaram com a produção de biodiesel no Brasil já que esse subproduto tem baixo valor de mercado, sendo, portanto, uma opção interessante para a redução de custos da dieta animal. Pesquisas estão sendo feitas no âmbito de acompanhar a interferência desse umectante na qualidade dos produtos finais (ovos, leite e carne) dessas cadeias produtivas. Nesse sentido, esse trabalho apresenta uma revisão sobre o uso da glicerina na nutrição animal bem como o impacto desse subproduto na qualidade dos produtos finais. Diante das discussões levantadas, foi proposto demandas para maiores estudos na utilização da glicerina na dieta dos animais que participam de vários ciclos produtivos no sistema de produção, como as matrizes e reprodutores, para aprofundar as consequências de utilização da glicerina na fisiologia em longo prazo nos animais; e, maiores estudos na viabilidade econômica da utilização da glicerina bruta como substituinte parcial de grãos como fonte de energia.

Adoption of crude glycerin in animal diet and their impact on the final product

SUMMARY

Glycerin has shown interesting answers to farmers and their studies have intensified with the production of biodiesel in Brazil since this byproduct has a low market value, and therefore, is an interesting option to reduce animal feed costs. Research is being carried out aiming at monitoring its moisturizing interference on final products (eggs, milk and meat) quality in these supply chains. Thus, this work presents a review of the use of glycerin in animal nutrition and the impact of this by-product in the quality of end products. On the discussions raised, requirements for studies, in the use of glycerin in the diet of animals participating in various production cycles in the industry, were proposed, as the headquarters and breeding, to deepen in long-term use consequences; and the use of glycerin as a partial grain substituent as a source of energy.

PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Biodiesel.
Nutrição animal.
Umectante.

ADDITIONAL KEYWORDS

Biodiesel.
Animal nutrition.
Humectant.

INFORMACIÓN

Cronología del artículo.
Recibido/Received: 15.09.2015
Aceptado/Accepted: 01.02.2016
On-line: 11.06.2016
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:
beserrava@gmail.com

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação mundial com o meio ambiente, juntamente com a busca por fontes de energias renováveis, colocou o biodiesel como uma das alternativas viáveis para a substituição do combustível fóssil. Diversos países, dentre eles o Brasil, procuram o caminho do domínio tecnológico desse biocombustível, tanto em nível agrônômico como industrial (Abdalla, 2008).

O Programa Nacional de Produção e uso de Biodiesel (PNPB) foi criado no Brasil em dezembro de 2004 (Garcez e Vianna, 2009) visando à substituição de uma fração do diesel fóssil utilizado no país por biodiesel dentro os próximos anos. O PNPB e a Lei 11.097, de 13 de janeiro de 2005 (Brasil, 2005) criaram grande demanda por biodiesel e passaram a estimular

a produção a partir de diversas oleaginosas no Brasil. Esta mesma legislação determinou a utilização de um percentual mínimo obrigatório de 2% em volume no diesel comercializado no país, passando a 7% (i.e., B7) em 2014 (Brasil, 2015). O aumento da demanda de biodiesel, por consequência, também acarretou um aumento da oferta de glicerina bruta, subproduto desse setor. Isso porque na produção de biodiesel e glicerina há uma relação de 10:1, desta forma, a cada 10 kg produzidos de biodiesel, 1 kg é de glicerina (Parente, 2003; Knothe *et al.*, 2006). Dessa forma, com a produção de, aproximadamente 3,42 bilhões de m³ de biodiesel em 2014 (Brasil, 2015), foram produzidas cerca de 342 mil m³ de glicerina apenas via esse setor. Em 2011, no Brasil, a produção de glicerina foi de aproximadamente 260 mil toneladas, volume que na época já era oito vezes superior à demanda, estimada em cerca de 40 mil

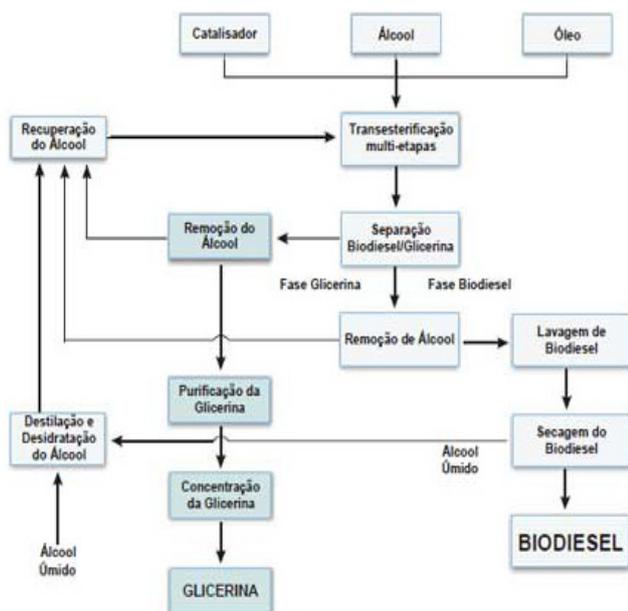


Figura 1. Produção do biodiesel. Adaptado Parente *et al.* (2003) (Biodiesel Production. Adapted from Parente *et al.* (2003)).

toneladas. É válido ressaltar que para esse último mercado é formado por indústrias de alimentos, química e farmacêuticas que demandam a glicerina com grau de pureza acima de 95% (Vasconcelos, 2012). Em virtude disso o excedente a glicerina proveniente do setor de biodiesel não foi aproveitada na sua potencialidade de forma que as empresas relataram a dificuldade de direcionar esse subproduto a mercados mais rentáveis.

César (2009) relatou que esse é um dos principais gargalos da cadeia produtiva de biodiesel. No início do PNPB, a glicerina proveniente do processo de produção de biodiesel foi estocada em tambores, dada a grande quantidade que o setor começou a produzir. Um dos mercados que absorvem parte dos subprodutos da agroindústria e a utilizam como aditivo é o setor pecuário, pois é amplamente utilizado com objetivo de melhorar a eficiência alimentar, como alternativa energética, e de reduzir os custos operacionais efetivos (Donkin, 2008). Porém, estudos das potencialidades e restrições ao uso da glicerina na alimentação animal tornaram-se importantes para adequar as formulações das dietas visando atender às exigências nutricionais dos animais (Melo, 2012).

Diante do exposto, fez-se um levantamento documental e bibliográfico das principais culturas de produção brasileira que utilizam a glicerina bruta na base da alimentação animal, preocupando-se na utilização deste aditivo na nutrição de animais, as consequências e se existe ou não interferência na qualidade do produto final produzido.

PANORAMA SOBRE A GLICERINA PROVENIENTE DO BIODIESEL

O biodiesel é fabricado através de transesterificação, na qual a glicerina é separada da gordura ou óleo vegetal (**figura 1**). O processo gera dois produtos: ésteres e glicerina; além de subprodutos (torta, farelo, entre outros.) que podem constituir outras fontes de renda importantes para os produtores e indústria.

As principais oleaginosas cultiváveis no Brasil que poderiam ser utilizadas para a fabricação de biodiesel são o girassol (*Helianthus annuus*), a soja (*Glycine max*), o pinhão-manso (*Jatropha curcas*), a mamona (*Ricinus communis*), o dendê (*Elaeis guineensis*), o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), o gergelim (*Sesamum orientale*), o algodão (*Gossypium spp. L.*), o amendoim (*Arachis hypogaea*), a canola (*Brassica napus*), o babaçu (*Oryzopsis spicata*) e a macaúba (*Acrocomia aculeata*) (Storck biodiesel, 2008).

Segundo Thompson e He (2006), a matéria-prima é um dos fatores que influenciam na composição da glicerina. Entretanto, quando se trabalha em escala industrial, os resultados indicaram que as técnicas empregadas parecem ter uma maior influência na composição final da glicerina. A Agência Nacional do Petróleo (ANP) exige uma qualidade mínima para o biodiesel, mas não para a glicerina. Dessa maneira, os processos pelos quais a glicerina passa após a transesterificação e, conseqüentemente, sua composição final, dependem exclusivamente da usina (Oliveira *et al.*, 2013).

Segundo Paule (2010) o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) preconiza o padrão mínimo exigido que para cada kg de glicerina deve proporcionar no mínimo 800 g de glicerol, valores máximos 130 g de umidade e 150 mg de metanol. A glicerina fora destes padrões não é recomendada para uso na alimentação animal.

De acordo com vários autores, existe grande variação na composição da glicerina bruta (Barros *et al.*, 2015); o conteúdo de glicerol pode variar de 30,5 a 90% (Paige, 2009). Já o conteúdo de metanol pode variar de 100 ppm a 11.500 ppm (Dasari, 2007).

A GLICERINA E SEUS POTENCIAIS USOS NA DIETA ANIMAL

O uso da glicerina na alimentação animal já foi estudado no passado (Simon *et al.*, 1996), contudo com o recente estímulo à produção de biodiesel, e consequente disponibilidade de glicerina bruta, retomou o interesse no aproveitamento desse subproduto nas dietas dos animais de produção, visando à redução nos custos de produção.

A maior parte da alimentação dos animais de produção é baseada no consumo de milho e farelo de soja e a nutrição possui um peso significativo nos custos de produção dos animais. Pode-se dizer inclusive que com o direcionamento de grãos para a produção de energia renovável (biodiesel e etanol), houve um aumento considerável nos custos de produção da carne de aves e suínos, visto que a alimentação destes animais representa cerca de 70 a 75% dos custos totais de produção (Almeida, 2014). Dessa forma, é constante a busca por ingredientes que possibilitem bons índices de desempenho produtivo com baixo custo.

O grande interesse na utilização da glicerina bruta na alimentação animal, além de ser de interesse científico, econômico e ambiental (Gomes, 2009), é devido ao seu valor energético (Menten *et al.*, 2008). Do ponto de vista nutricional, a glicerina surge como uma fonte alimentar alternativa e promissora na alimentação animal, podendo substituir em parte, os concentrados

energéticos da ração, principalmente o milho (Almeida, 2014).

Para vários autores (César, 2009), a glicerina do biodiesel vem sendo pouco explorada comercialmente. Há evidências de que a glicerina bruta pode constituir um ingrediente energético com potencial para substituir parte do milho nas dietas de suínos nas fases de crescimento e terminação. Almeida *et al.* (2014) afirmaram que substituindo, parcialmente, o milho em 0; 3,33; 6,66 e 9,99% da dieta de bezerros mestiços em sistema de produção em pastagem e suplementados na época de seca, não foi observado alteração na produção de carne e houve redução no custo com concentrado, elevando a rentabilidade do sistema, o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR).

As empresas produtoras de biodiesel têm trabalhado com fontes de gordura de origem vegetal e de origem animal. As características físicas, químicas e nutricionais da glicerina bruta dependem do tipo de ácido graxo (gordura animal ou óleo vegetal) e do tipo de catálise empregada na produção de biodiesel. Porém, o uso de subprodutos de origem animal na alimentação de ruminantes é proibido no Brasil, desde a publicação da Portaria GM/MS n. 216, de 11 de julho de 1997 (Oliveira, 2013), como medida de prevenção à Encefalopatia Espongiforme Bovina (EEB), também designada *Mal da Vaca Louca*. A glicerina produzida em usinas que utilizam essa matéria prima não pode ser destinada a alimentação de ruminantes, mas pode ser adotada em dietas destinadas aos animais não ruminantes.

Considerando que diferentes matérias-primas e processos que podem ser utilizados na produção de biodiesel, a glicerina pode ter diferentes graus de pureza. Oliveira *et al.* (2013) observaram que os componentes com maior participação na glicerina são glicerol, água e lipídios. Assim, concluíram que, quanto menor a retirada de umidade ou óleo, durante o processo de purificação, maior a presença desses componentes e, conseqüentemente, menor a participação do glicerol. Para poder competir no mercado de alimentos para animais, a maioria das usinas deve ser mais eficiente na purificação de sua glicerina, especialmente, na eliminação da umidade e lipídios.

De acordo com a Resolução n. 386, de 05 de agosto de 1999 (Brasil, 1999) a glicerina está classificada como umectante na classe de aditivos admitidos para nutrição animal.

Com o propósito de avaliar a qualidade da glicerina que é utilizada como umectante na alimentação animal, Oliveira *et al.* (2013), analisaram 16 usinas, responsáveis por 85,1% do biodiesel produzido no país. Os níveis de metais pesados como cromo, cádmio e chumbo não foram detectados em nenhuma das amostras analisadas. Porém, apenas quatro usinas, responsáveis por 36,8% da produção, produzem glicerina que acatam os parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para os teores de umidade e glicerol e apenas uma usina, responsável por 14,1% da produção, produz glicerina apta para uso na alimentação de ruminantes, por não

utilizar sebo bovino como matéria-prima para a produção de biodiesel.

Quanto maior o grau de impureza da glicerina (maiores teores de glicerol e metanol), Barros *et al.* (2015) evidenciaram que o aumento deste material eleva os teores de extrato etéreo da dieta, aumentando-se a secreção de colecistoquinina no plasma, influenciando, negativamente, o consumo de matéria seca na dieta dos animais.

RESÍDUOS NOS PRODUTOS FINAIS

O principal componente da glicerina, o glicerol, é altamente energético e está presente em alimentos e no metabolismo animal, pois é um componente estrutural importante dos triacilgliceróis e fosfolipídios. É o precursor para o gliceraldeído-3-fosfato, um intermediário na via da lipogênese e gliconeogênese, e fornece energia através da via glicolítica e do ciclo do ácido cítrico (Brisson *et al.*, 2001). O glicerol pode ser convertido à glicose pelo fígado (Krebs *et al.*, 1966) e rins (Krebs e Lund, 1996) e fornece energia para o metabolismo celular.

A glicerina vem sendo bastante utilizada para ruminantes, pois se assemelha ao propilenoglicol (substância gliconeogênica), utilizado com grande eficiência na alimentação de vacas leiteiras de alta produção. No rúmen, o glicerol sofre fermentação e tem como principal produto o ácido propiônico, que é um precursor de ácidos graxos voláteis e da glicose metabólica em ruminantes. Com a utilização da glicerina, a inclusão de altas quantidades de concentrado na dieta, que poderiam prejudicar o desempenho do animal, poderá ser reduzida Palmquist e Beaulieu, 1993).

Em cordeiros, Barros *et al.* (2015) concluíram que o aumento dos níveis de glicerina na dieta de animais confinados, não aumentou o desempenho dos animais, porém houve diminuição do consumo de matéria seca na dieta.

Krueger *et al.* (2010), demonstraram que a glicerina na alimentação animal pode apresentar potencial em melhorar o perfil de ácidos graxos da carne. Neste contexto, o glicerol atua, positivamente, sobre o processo de lipólise no rúmen, o que permite maior quantidade de ácidos graxos insaturados chegarem ao intestino e, desta forma, sugerem que a inibição da degradação bacteriana de gordura pode promover a passagem ruminal de lipídio total, proporcionando assim maiores proporções de ácidos graxos insaturados benéficos para incorporação em produtos de carne.

Em não ruminantes, a glicerina consumida é absorvida pela parede celular nos enterócitos por difusão passiva, o glicerol no fígado atua como um precursor gliconeogênico como no caso do glicerol endógeno liberado pelo catabolismo de triacilgliceróis (Kato *et al.*, 2005 *apud* Gomes, 2009).

Com isso, tem potencial de uso como substituto parcial dos grãos de cereais ou outros ingredientes ricos em amido na alimentação animal (Defrain *et al.*, 2004; Lammers *et al.*, 2008). Lin (1977) destacou que a glicerina pode ser utilizada na alimentação animal uma vez que o glicerol é utilizado na lipogênese e mesmo na

gliconeogênese, o que poderia contribuir para aumento nos teores de lipídeos na carne, redução da catálise de aminoácidos e maior acúmulo de proteína no músculo, além da possibilidade de alteração dos parâmetros de qualidade da carne, dependendo do nível de inclusão na dieta, principalmente, de suínos em terminação.

A IMPORTÂNCIA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

O glicerol é uma fonte energética que participa no processo da gliconeogênese, no metabolismo celular, na constituição dos fosfolipídios, triglicerídeos e pode ser utilizado pelos microrganismos ruminais na produção de ácidos graxos voláteis, importantes na nutrição de ruminantes.

Em ruminantes, após a ingestão do glicerol, o mesmo pode ser absorvido pela parede ruminal ou seguir para o intestino onde será absorvida pelas células intestinais seguindo para o fígado onde, pela ação da enzima glicerolquinase, será convertido, juntamente, com o ATP (Adenosina trifosfato) em glicerol-3-fosfato e ADP (Adenosina difosfato), uma etapa intermediária, onde o glicerol é direcionado para a produção de glicose (Lin, 1977). Outra via de utilização do glicerol se dá por meio de sua fermentação pelas bactérias no rúmen transformando-o, principalmente, em propionato que será convertido em glicose no fígado (Rémond *et al.*, 1993).

Existem muitos estudos sobre o uso da glicerina na alimentação de bovinos, a inclusão da glicerina nas dietas de vacas leiteiras de alta produção se dá como meio de prevenção de cetose, já que no rúmen a glicerina se transforma em um precursor de glicose (Abdalla, 2008).

Segundo Donkin (2008) a inclusão de glicerina na dieta de vacas leiteiras previne distúrbios metabólicos associados ao período de transição, sendo a recomendação para esta fase de 5 a 8% na matéria seca da dieta.

Em estudos com vacas em lactação a inclusão de até 10% de glicerina na matéria seca da dieta em substituição aos grãos, verificou que a glicerina é um ingrediente em potencial, pois contém, praticamente, o mesmo teor de energia na matéria seca que o milho e essa substituição não impactou sobre a produção e qualidade do leite (Drackley *et al.*, 1992).

Leão *et al.* (2012), afirmaram que a adição de glicerol em substituição ao milho na alimentação de bovinos leiteiros foi segura até o nível de 24% da matéria seca total da dieta uma vez que não apresentou toxicidade e pode ser utilizada em dietas para bovinos leiteiros adultos visando reduzir os custos com alimentação uma vez que não alterou o ganho de peso e a conversão alimentar dos animais.

Nos primeiros relatos de glicerina bruta na alimentação de novilhos, Pyatt, Doane e Cecava (2007) observaram aumento no ganho médio diário, redução no consumo de matéria seca e aumento na eficiência alimentar quando a glicerina substituiu 10% o milho laminado.

De acordo com estudos realizados na Austrália e Canadá, para cada 1% de acréscimo de gordura na dieta de ruminantes, pode-se reduzir em até 6% a

quantidade de metano produzido por kg de matéria seca consumida (Grainger, 2008).

Gunn *et al.* (2008), observaram que não houve efeito no peso corporal final, no peso de carcaça quente, na espessura de gordura subcutânea e na área de olho de lombo em bezerros F1 da raça Angus, precoces que foram desmamados e receberam 30% de glicerina bruta (90% de glicerol) na dieta em substituição ao milho por 160 dias.

AVES

Em frangos de corte, Simon *et al.* (1996), avaliaram a inclusão de 5, 10, 15, 20 e 25% de glicerina pura na dieta e concluíram que a inclusão realizada em até 10% do produto pode ser utilizada sem afetar o desempenho dos animais.

Cerrate *et al.* (2006), avaliaram a inclusão de 5 e 10% de glicerina bruta, proveniente da produção do biodiesel (contendo alto nível residual de potássio), em rações de frangos de corte e relataram que o nível de 10% afetou, negativamente, o consumo de ração, o peso final e, conseqüentemente, a conversão alimentar dos frangos. Quanto às características de carcaça, o mesmo tratamento ainda reduziu o peso (absoluto e relativo à carcaça) do peito das aves. Os autores concluíram que a glicerina pode ser uma fonte de energia útil para uso em dietas de frangos, mas existe a preocupação em relação aos níveis aceitáveis de metanol residual produzidos durante o processo industrial.

Testando a inclusão de até 15% de glicerina bruta na dieta de galinhas poedeiras, Lammers *et al.* (2008), não observaram qualquer efeito sobre o consumo diário de ração ou na produção, peso e massa dos ovos produzidos. Em aves, o glicerol pode ser utilizado como fonte de energia em dietas de alta produção, entretanto, cuidados devem ser tomados em relação à possível concentração residual de metanol. Dessa forma, além de servir como fonte de energia, o glicerol também pode ter efeito positivo sobre a retenção de aminoácidos ou nitrogênio. Esse umectante pode inibir a atividade das enzimas fosfoenolpiruvato-carboxiquinase e glutamato desidrogenase e, por conseguinte, resultar em economia dos aminoácidos gliconeogênicos favorecendo a deposição de proteína corporal (Cerrate *et al.*, 2006).

SUÍNO

Mourot *et al.* (1994) utilizando 5% de glicerina em dietas para suínos em terminação, verificaram uma maior capacidade de retenção de água no músculo *Longissimus dorsi*, proporcionando uma carne de qualidade superior.

Groesbeck *et al.* (2008) avaliaram os efeitos da inclusão de 3 e 6% de glicerina bruta (90,7% de glicerol e 136 ppm de metanol) e 6 e 12% de glicerina bruta associada com óleo de soja, sobre o desempenho de leitões na fase de creche. Os autores observaram a adição de 3 ou 6% de glicerol bruto, ou com uma mistura de óleo de soja e de glicerina (6 e 12%), em dietas para suínos de 11 a 27 kg de peso vivo aumentou o ganho médio diário de, aproximadamente, 30 g a mais que tratamento controle.

Berenchtein (2010) avaliou a adição de níveis crescentes de glicerina na dieta de suínos em crescimento. Os resultados indicaram que a glicerina pode ser utilizada como ingrediente energético de rações de suínos nas fases de crescimento e terminação até o nível de 9% sem afetar o desempenho dos animais e as características da carcaça. Outros estudos indicaram a possibilidade de uso desse subproduto como fonte de energia para suínos, pois possui em torno de 4.320 kcal de energia bruta por kg para o glicerol puro (Lammers *et al.*, 2007).

Berenchtein *et al.* (2010) e Gomide *et al.* (2012) não constataram perda de peso por gotejamento e luminosidade trabalhando com glicerina para suínos em terminação. Entretanto, Gomide *et al.* (2012) verificaram diminuição da perda de peso por descongelamento e da força de cisalhamento com o aumento da ingestão de glicerina de até 16%, resultando em um aumento da qualidade da carne suína.

Em estudos com marrãs alimentadas com glicerina, Mendoza *et al.* (2010) observaram que não houve efeito do aditivo sobre o desempenho e características de carcaça dos animais. Lammers *et al.* (2008) também encontraram resultado semelhante trabalhando com leitões na fase de pós-desmame.

De acordo com estudos feitos por Gonçalves (2012), a utilização de até 16% de glicerinias semipurificadas vegetal e mista, nas fases de crescimento e terminação, não prejudicou o desempenho e a qualidade de carcaça de suínos, entretanto a viabilidade econômico-financeira de sua utilização depende da relação de preços entre os ingredientes, especialmente, milho e óleo de soja (ou outra fonte energética).

Para Melo *et al.* (2014), a glicerina bruta mostrou ser um ingrediente que não ocasiona modificações dos aspectos físico-químicos da carne de lombo e pernil produzidas na carcaça de suínos, não influenciando as características de qualidade e valor nutricional, podendo ser utilizada até o nível de 200 g/kg na alimentação desses animais.

CONTAMINANTES E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE DOS ANIMAIS E DOS CONSUMIDORES DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL

No Brasil, a Instrução Normativa n. 08 de 24 de agosto de 2004 proíbe a produção, comercialização e a utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteínas e gorduras de origem animal (Brasil, 2009).

Quanto ao poder de intoxicação pela ingestão de glicerol, um caso já foi relatado em humano ingerindo altas quantidades do mesmo, provocando alterações com sinais neurológicos 4 horas após a ingestão de 3,88-3,95 g de glicerol kg⁻¹ de peso corporal, ou seja, mais que o dobro da dose máxima recomendada que é de 1,5 g de glicerol kg⁻¹ de peso corporal (Andresen *et al.*, 2009).

Maior atenção tem sido dada à adição de glicerol às dietas de animais de produção, devido à presença de contaminantes como o metanol, utilizado no processo de separação do glicerol dos ácidos graxos. No Brasil,

o MAPA, liberou o uso de glicerina bruta para nível máximo de inclusão de 12% em dietas utilizadas na alimentação animal (Brasil, 2009). A justificativa para tal recomendação é a falta de estudos que comprovem a possibilidade de uso de níveis mais elevados de forma segura.

LIMITE E VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE METANOL

Segundo a International Union of Pure and Applied Chemistry, o metanol é um álcool líquido volátil, translúcido e com odor fraco, ligeiramente, mais adocicado que o etanol (IUPAC, 1993). As características clínicas têm sido responsáveis intoxicações, principalmente, em seres humanos e primatas, caracterizadas por acidose metabólica, problemas oculares, coma e morte, apresentando menor toxicidade às outras espécies animais. Os efeitos tóxicos da intoxicação por metanol são atribuídos, especialmente, ao ácido fórmico, um metabólito do processo de degradação do metanol no fígado (Leão *et al.*, 2012).

A legislação norte-americana atribui à glicerina, o status *Geralmente Considerado como Seguro* (GRAS) para uso na alimentação animal. No entanto, uma regulamentação recente do órgão regulamentador de administração de alimentos e medicamentos (FDA, 2006) indicou que níveis de metanol superiores a 150 ppm na dieta podem ser considerados perigosos para a alimentação animal.

De acordo com Menten *et al.* (2008), durante o processo de produção do biodiesel é utilizado o metanol em excesso na reação de transesterificação. Ocorrida a formação dos ésteres, há a separação da fase lipídica e da fase aquosa (glicerina, água e metanol). Grande parte do metanol é recuperada e reciclada ao processo, porém de forma incompleta. A indústria estabelece o valor máximo de 0,5% de metanol na composição da glicerina bruta produzida. Nos Estados Unidos foi estabelecido que, para a glicerina bruta ser usada como componente de alimentos, o nível máximo de metanol não deve exceder 150 ppm (FDA, 2006).

A intoxicação por metanol em animais é identificada pela excreção de ácido fórmico na urina e varia entre as espécies, em função da sua capacidade de metabolizar o formato. O ácido fórmico pode causar cegueira pela destruição do nervo óptico, sendo relatadas também a ocorrência de depressão do sistema nervoso central, vômito, acidose metabólica e alteração motora (Menten *et al.*, 2008).

POTENCIAL TÉCNICO-ECONÔMICO DO USO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

De acordo com Grainger (2008), estimativas de inclusão extra de 2% de gordura, através da utilização de tortas ou farelos de oleaginosas, na dieta de bovinos de leite na Austrália levaria a uma redução de 12% na emissão de metano, o que em termos econômicos em um comércio de abatimento de CO₂, valeria, aproximadamente, 30,5 milhões de dólares australianos para a indústria leiteira.

Avaliando níveis de glicerina e sexo e/ou interação entre essas variáveis, Melo (2012) em seu trabalho avaliou a viabilidade da utilização da glicerina bruta na

alimentação de suínos em terminação e concluiu que os níveis mais indicados para melhorar a viabilidade técnica estão em 100 g de glicerina bruta por quilograma de ração.

Barros *et al.* (2015) em seu trabalho concluíram que a glicerina bruta utilizada no confinamento de cordeiros não apresentou viabilidade econômica em nenhum dos tratamentos propostos, mesmo ocorrendo à diminuição do consumo de matéria seca pelos animais.

De acordo com estudos feitos por Gonçalves (2012), a viabilidade econômica de sua utilização depende da relação de preços entre os ingredientes, especialmente, milho e óleo de soja (ou outra fonte energética). Os motivos para as variações no preço são devido à oferta e a demanda do produto. Alguns fatores interferem na produção e produtividade do milho tendo como consequência a diminuição da oferta deste cereal no mercado. Fatores climáticos, utilização do milho para a produção de biocombustíveis e utilização para a alimentação animal e humano acarretam em uma redução dos estoques mundiais dessa commodity ocorrendo uma considerável variação dos preços do produto (Melo, 2012). Com isso, nos períodos de entressafra ocorre a elevação do preço desse cereal e, consequentemente, o custo da ração dos animais de produção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitas pesquisas têm sido realizadas para incluir a glicerina na alimentação animal e os trabalhos apresentados demonstraram que a glicerina se apresenta como uma opção de ingrediente para a substituição do milho e outros grãos (fornecimento de energia) na dieta de suínos, aves e ruminantes, tornando esse processo de produção mais atrativo e com menor custo de produção.

Entretanto, no longo prazo, o impacto da glicerina bruta sobre a saúde e a produtividade dos animais que permanecem em mais de um ciclo produtivo ainda não foram avaliados, sendo recomendada a realização de estudos que possam se aprofundar nessa temática em diferentes ciclos produtivos.

Com isso, desde que incluída em níveis adequados para cada categoria e espécie animal, de acordo com estudos realizados, a glicerina não afeta o desempenho, a saúde, a qualidade da carcaça, da carne dos animais destinados ao abate e a produção de leite e ovos. Como a qualidade da glicerina produzida, industrialmente, pode ser variável, recomenda-se que seu uso em dietas para animais deve ser feito com cautela, permitindo a redução nos custos de produção de rações balanceadas e o escoamento desse subproduto da indústria de biodiesel, com respeito ao meio ambiente.

BIBLIOGRAFIA

Abdalla, A.L.; Filho, J.C.S.; Godoi, A.R.; Carmo, C.A. e Eduardo, J.L.P. 2008. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. *Rev Bras Zootecn*, 37: 260-268.

Almeida, V.V.S.; Silva, R.R.; Queiroz, A.C.; Oliveira, A.C.; Silva, F.F.; Filho, G.A.; Lisboa, M.M. and Souza, S.O. 2014. Economic viability

of the use of crude glycerin supplements in diets for grazing crossbred calves. *Rev Bras Zootecn*, 43: 382-389.

Andresen, H.; Bingel, U.; Streichert, T.; Schmoltdt, A.; Zoerner, A.A.; Tsikas, D. and Just, I. 2009. Severe glycerol intoxication after Menière's disease diagnostic: case report and overview of kinetic data. *Clin Toxicol*, 47: 312-316.

Barros, M.C.C.; Marques, J.A.; Silva, F.F.; Silva, R.R.; Guimarães, G.S.; Silva, L.L. e Araújo, F.L. 2015. Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados: consumo, digestibilidade, desempenho, medidas morfo-métricas da carcaça e características da carne. *Semina: Cienc Agr*, 36: 453-466.

Barros, M.C.C.; Marques, J.A.; Silva, R.R.; Silva, F.F.; Costa, L.T.; Guimarães, G.S.; Silva, L.L. e Gusmão, J.J.N. 2015. Viabilidade econômica do uso da glicerina bruta em dietas para cordeiros terminados em confinamento. *Semina: Cienc Agr*, 36: 443-452.

Berenchtein, B.; Costa, L.B.; Braz, D.B.; Almeida, V.V.; Tse, M.L.P. e Miyada, V.S. 2010. Utilização de glicerol na dieta de suínos em crescimento e terminação. *Rev Bras Zootecn*, 39: 1491-1496.

Brasil. 1999. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução nº 386, de 05 de agosto de 1999. Regulamento técnico sobre aditivos utilizados segundo as boas práticas de fabricação e suas funções, contendo os procedimentos para consulta da tabela e a tabela de aditivos utilizados segundo as boas práticas de fabricação. http://www.anp.gov.br/?pg=74323&m=&t1=&t2=&t3http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/0556e3004745787485bdd53fbc4c6735/RESOLUCAO_386_1999.pdf?MOD=AJPERES=&t4=&ar=&ps=&1427733510744 (13-07-2014).

Brasil. 2005. Lei Nº 11.097, de 13 de Janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nos 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm (13-03-2015).

Brasil. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Secretaria de Defesa, Programas Nacionais de Saúde Animal do Brasil. Manual de Legislação: Agropecuária. Departamento de Saúde Animal. Brasília: MAPA/SDA/DSA, 2009. <http://www.agricultura.gov.br/animal/saude-animais> (11-06-2014).

Brasil. 2015. Agência Nacional do Petróleo - ANP. Gás Natural e Biocombustíveis. Boletim Eletrônico, n. 89, fev. 2015. <http://www.anp.gov.br/?pg=74323&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&1427733510744> (30-03-2015).

Brisson, D.; Voh, M.C.; St-Pierre, J.; Hudson, T.J. and Gaudet, D. 2001. Glycerol: a neglected variable in metabolic processes? *Bioessays*, 23: 534-542.

Cerrate, S.; Yan, F.; Wang, Z.; Coto, C.; Sacakli, P. and Waldroup, P.W. 2006. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. *Int J Poultry Sci*, 5: 1001-1007.

César, A.S. 2009. Análise dos direcionadores de competitividade da cadeia produtiva de biodiesel: o caso da mamona. 2009. 171 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos.

Dasari, M.A.; Kiatsimkul, P.P.; Sutterlin, W.R. and Suppes, G.J. 2005. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. *Appl Catal A-Gen*, 281: 225-231.

DeFraín, J.M.; Hippen, A.R.; Kalscheur, K.F. and Jardon, P.W. 2004. Feeding glycerol to transition dairy cows: effects on blood metabolites and lactation performance. *J Dairy Sci*, 87: 4195-4206.

Donkin, S.S. 2008. Glycerol from biodiesel production: the new corn for dairy cattle. *Rev Bras Zootecn*, 37: 280-286.

Drackley, J.K.; Klusmeyer, A.M.; Trhusk, A.M. and Clark, J.H. 1992. Infusion of long-chain fatty acids varying in saturation and chain length into the abomasum of lactating dairy cows. *J Dairy Sci*, 75: 1517-1526.

FDA. 2006. Code of Federal Regulations - CFR, Title 21, 6: 21, CFR582.1320. <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfCFR/CFRSearch.cfm> (04-12-2015).

- Garcez, C.A.G. and Vianna, J.N.S. 2009. Brazilian Biodiesel Policy: social and environmental considerations of sustainability. *Energy*, 34: 645-654.
- Gomes, M.A.B. 2009. Perspectivas do uso de glicerol subproduto da indústria de biodiesel na nutrição animal. Artigos Técnicos. 2009. 10 f. <http://www.mariboi.com.br> (21-07-2014).
- Gomes, M.A.B. 2009. Parâmetros produtivos e reprodutivos de ovinos suplementados com glicerina da produção de biodiesel. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Maringá. UEM. Maringá. 60 pp.
- Gomide, A.P.C.; Brustolini, P.C.; Ferreira, A.S.; Paulino, P.V.R.; Lima, A.L.; Scottá, B.A.; Rodrigues, V.V.; Câmara, L.R.A.; Moita, A.M.S.; Oliveira Júnior, G.M.; Ferreira, R.C. e Formigoni, A.S. 2012. Substituição do milho por glicerina bruta em dietas para suínos em terminação. *Arq Bras Med Vet Zootec*, 64: 1309-1316.
- Gonçalves, L.M.P. 2012. Glicerinas semipurificadas na alimentação de suínos. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá. Maringá. 68 pp.
- Grainger, C. 2008. GIA methane: increasing fat can reduce methane emissions. Department of Primary Industries. *GIA Newsletter*, 10: 5.
- Groesbeck, C.N.; McKinney, L.J.; DeRouche, J.M.; Tokach, M.D.; Goodband, R.D.; Dritz, S.S.; Nelssen, J.L.; Duttlinger, A.W.; Fahrenholz, A.C. and Behnke, K.C. 2008. Effect of crude glycerol on pellet mill production and nursery pig growth performance. *J Anim Sci*, 85: 201-202.
- Gunn, P.J.; Lemenager, R.P.; Buckmaster, D.R.; Claeys, M.C. and Lake, S.L. 2011. Effects of distiller's dried grains with solubles and crude glycerin on performance and carcass characteristics in early weaned beef calves. *The Profess Anim Sci*, 27: 283-294.
- International Union of Pure and Applied Chemistry – IUPAC. 1993. Nomenclature of organic chemistry: recommendations. Washington. <http://www.acdlabs.com/iupac/nomenclature/> (20-01-2015).
- Knothe, G.; Krahl, J.; Gerpen, J.V. e Ramos, L.P. 2006. Manual do biodiesel. Tradução de Luiz Pereira Ramos. Edgard Blucher. São Paulo. pp 340.
- Krebs, H.A. and Lund, P. 1996. Formation of glucose from hexoses, pentoses, polyols and related substances in kidney cortex. *Biochem J*, 98: 210-214.
- Krebs, H.A.; Notton, B.M. and Hems, R. 1966. Gluconeogenesis in mouse-liver slices. *Biochem J*, 101: 607-617.
- Krueger, N.A.; Anderson, R.C.; Tedeschi, L.O.; Callaway, T.R.; Edrington, T.S. and Nisbet, D.J. 2010. Evaluation of feeding glycerol on free-fatty acid production and fermentation kinetics of mixed ruminal microbes *in vitro*. *Bioresource Technol*, 101: 8469-8472.
- Lammers, P.J.; Kerr, B.J.; Weber, T.E.; Dozier, W.A.; Kidd, M.T.; Bregendahl, K. and Honeyman, M.S. 2007. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. *J Anim Sci*, 87: 104-107.
- Lammers, P.J.; Kerr, B.J.; Weber, T.E.; Dozier, W.A.; Kidd, M.T.; Bregendahl, K. and Honeyman, M.S. 2008. Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. *J Anim Sci*, 86: 602-608.
- Leão, J.P.; Ramos, A.T.; Maruo, V.M.; Souza, D.P.M.; Neiva, J.N.M.; Restle, J. e Moron, S.E. 2012. Anatomopatologia de amostras de bovinos alimentados com glicerol. *Cienc Rural*, 42: 1253-1256.
- Lin, E.C.C. 1977. Glycerol utilization and its regulation in mammals. *Annu Rev Biochem*, 46: 765-795.
- Melo, D.S.; Faria, P.B.; Cantarelli, V.S.; Rocha, M.F.M.; Pinto, A.M.B.G. e Ramos, E.M. 2014. Qualidade da carne de suínos com uso de glicerina na alimentação. *Arq Bras Med Vet Zootec*, 66: 583-592.
- Mendoza, O.F.; Ellis M.; McKeith, F.K. and Gaines, A.M. 2010. Metabolizable energy content of refined glycerin and its effects on growth performance, carcass, and pork quality characteristics of finishing pigs. *J Anim Sci*, 88: 3887-3895.
- Menten, J.F.M.; Miyada, V.S. e Berenhtein, B. 2008. Glicerol na alimentação animal. In: Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos, 2008, Campinas, SP. Anais... Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. Campinas, SP. pp. 101-114.
- Mourot, J.; Aumaitre, A.; Mounier, A.; Peiniau, P. and François, A.C. 1994. Nutritional and physiological effects of dietary glycerol in the growing pig. Consequences on fatty tissues and post mortem muscular parameters. *Livest Prod Sci*, 38: 237-244.
- Oliveira, J.S.; Antoniassi, R.; Freitas, S.C. e Müller, M.D. 2013. Composição química da glicerina produzida por usinas de biodiesel no Brasil e potencial de uso na alimentação animal. *Cienc Rural*, 43: 509-512.
- Paige, G. 2009. Variation in the chemical composition of crude glycerin: the knowledge bank at OSU. <http://hdl.handle.net/1811/37082> (02-06-2014).
- Palmquist, D.L. and Beaulieu, A.D. 1993. Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J Dairy Sci*, 76: 1753-1771.
- Parente, E.J. 2003. Biodiesel – Uma aventura tecnológica num país engraçado. Editora Unigráfica. Fortaleza. CE. 66 pp.
- Paule, B.J.A. 2010. Glicerina, subproduto da indústria do biodiesel, perspectivas de uso na alimentação animal. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. Brasília, DF. http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Oleaginosas_e_biodiesel/10_reuniao/Apresentacao_Glicerina.pdf (05-05-2015).
- Pyatt, A.; Doane, P.H. and Cecava, M.J. 2007. Effect of crude glycerin in finishing cattle diets. *J Anim Sci*, 85: 412.
- Rémond, B.; Souday, E. and Jouany, J.P. 1993. *In vitro* and *in vivo* fermentation of glycerol by rumen microbes. *Anim Feed Sci Tech*, 41: 121-132.
- Simon, A.; Bergner, H. and Schwabe, M. 1996. Glycerol as a feed ingredient for broiler chickens. *Arch Anim Nutr*, 49: 103-112.
- Storck biodiesel. 2014. O que é o biodiesel? <http://www.storck.com.br/index3.htm> (08-07-2014).
- Thompson, J.C. and He, B. 2006. Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstocks. *Appl Eng Agric*, 22: 261-265.
- Vasconcelos, Y. 2012. Glicerina: resíduos bem-vindos. *Rev Pesq FAPESP*, 196: 58-63.

