

GLICEROL NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES (Glycerol in ruminant diets)

Alexandre Ribeiro ARAÚJO^{1*}; Norberto Mario RODRÍGUEZ²; Hélio Henrique Araújo COSTA³; Vandenberg Lira SILVA⁴

1. Dr. em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, UFMG, Brasil.
2. Professor Titular, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, UFMG, Brasil.
3. Doutorando em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, UFMG, Brasil.
4. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE Crato, Brasil.

RESUMO

Com a crescente produção de combustíveis oriundos de fontes vegetais oleaginosas, o destino dos subprodutos formados é uma preocupação. O glicerol é um dos principais subprodutos desse processo e a indústria absorve boa parte dessa produção sendo incapaz de utilizar cem por cento do glicerol, e com o excedente, pesquisadores têm testado em dietas para ruminantes. Esse composto é um intermediário do metabolismo dos carboidratos e lipídios, podendo assim, contribuir com o adensamento energético da dieta. Com essa perspectiva, vacas em terço final de gestação tem sido dos principais objetos de estudo. Para reduzir os custos da dieta em confinamentos de bovinos e ovinos, os teores adequados de glicerol também estão sendo estudados. Espera-se com esses estudos, encontrar um limiar que possibilite a inclusão ideal de glicerol nas dietas, sem comprometer o consumo voluntário e o desempenho dos animais. Palavras-chave: balanço energético, intermediários metabólicos, nutrição, subproduto.

ABSTRACT

With the increasing production of fuels derived from vegetable oil sources, the fate of the products formed is a concern. Glycerol is a major by-product of this process, and industry absorbs much of this production being unable to use the total amount of glycerol produced, for surplus, researchers have tested in diets to ruminants. This compound is an intermediate in the metabolism of carbohydrates and lipids, and can thus contribute to the energy density of the diet. With this perspective, cows in the last stage of gestation have been the main objects of study. To reduce the costs of diet in feedlots of cattle and sheep, the suitable levels of glycerol are also being studied. It is hoped that with these studies to find a threshold that allows the inclusion ideal of glycerol in diets without compromising the voluntary intake and animal performance.

Keywords: by-product, energy balance, metabolic intermediates, nutrition

INTRODUÇÃO

O glicerol é um composto oriundo da produção de biodiesel, presente em plantas e sementes oleaginosas. Mesmo sendo utilizado em vários setores de produção, com o aumento da produção de biodiesel, o destino de descarte do glicerol causa preocupação, quando lançado no ambiente. Um dos destinos de uso é a

inclusão na alimentação de ruminantes. Atuando no metabolismo de carboidratos, o glicerol pode ser administrado em dietas para ruminantes como precursor gliconeogênico, contribuindo com o aporte energético de animais em balanço energético negativo.

Mesmo com esse potencial, a pureza do glicerol produzido e a quantidade fornecida na

*Endereço para correspondência:

E-mail: alexandre.xandyzoo@gmail.com

dieta têm sido estudadas para que sejam estabelecidas quantidades de inclusão que não prejudiquem a saúde e a produtividade do animal. Dessa forma, essa revisão apresenta o glicerol, ou glicerina (nome comercial) do glicerol, na alimentação de ruminantes.

DESENVOLVIMENTO

Com o esgotamento eminente dos combustíveis fósseis, fontes de energia alternativas estão em pesquisa para suprir a demanda mundial (Gonçalves et al., 2009). Entre essas alternativas, os biocombustíveis têm se destacado por apresentarem sustentabilidade, reduzirem a emissão de gases de efeito estufa, além de promoverem desenvolvimento regional, social e agrícola (Dermibas, 2007). Os biocombustíveis são gerados a partir da reação de transesterificação de diferentes tipos de óleos, que estimulados por um catalisador reagem quimicamente com o álcool, geralmente metanol ou etanol, produzindo ésteres (biodiesel) e glicerol (Marchetti et al., 2007).

O Brasil apresenta grande potencial para produção de biodiesel devido sua grande variedade de culturas oleaginosas e indústrias preparadas para essa produção (Menten et al., 2009). A agência nacional do petróleo ANP (2010) determinou, desde janeiro 2010, por meio do conselho nacional de política energética (CNPE) a inclusão em 5% de biodiesel ao diesel de petróleo, anteriormente, essa inclusão era de 2%.

Com o aumento da produção de biodiesel (736 m³ para mais de 2 milhões de m³) entre 2005 e 2010 (ANP, 2010) e considerando que cerca de 10% do biodiesel produzido é convertido em glicerol, relevante desse subproduto será produzida.

Por ser uma substância altamente poluidora, é necessária atenção quanto ao

destino de descarte do glicerol gerado. A falta de políticas que estabeleçam o destino do excedente de produção ainda são entraves a serem solucionados, uma vez que o mercado tradicional do glicerol (de cosméticos, têxtil, de resina, farmacêutica e alimentícia) tem uma capacidade limitada de absorver a quantidade produzida (Gonçalves et al., 2009).

Quimicamente o glicerol é um tri-álcool com três carbonos, tendo como nome sistemático (IUPAC) 1,2,3-propanotriol, é um líquido incolor, com gosto adocicado, sem cheiro e muito viscoso, derivado de fontes naturais e petroquímica (Beatriz et al., 2011). O glicerol é um componente do metabolismo normal dos animais, sendo encontrado na circulação e nas células (Menten et al., 2009).

Comercialmente chamado de glicerina bruta, o uso do glicerol na alimentação animal tem despertado interesse devido seu elevado teor energético (4.320 kcal de energia bruta por kg de glicerol puro), com alta eficiência de utilização pelos animais (Menten et al., 2009).

O glicerol pode ser absorvido diretamente pelo epitélio ruminal, metabolizado no fígado e direcionado para a gliconeogênese pela ação da enzima glicerol quinase, que o converte em glicose (Krehbiel, 2008). O mesmo autor ainda afirma que a porção não absorvida é fermentada a propionato, e metabolizado a oxaloacetato, por meio do ciclo de Krebs no fígado, podendo também ser utilizado para formar glicose pela via gliconeogênica.

Devido essa característica metabólica, o glicerol apresenta potencial de uso como substrato gliconeogênico na alimentação de ruminantes, podendo contribuir com a prevenção de cetose em vacas leiteiras (Chung et al., 2007; Donkin, 2008; Osborne et al., 2009).

Trabalhos realizados em avaliação do efeito do glicerol sobre o ambiente

ruminal(Khalili et al., 1997; Ferraro, et al., 2009), observaram aumento nas concentrações de propionato e butirato em detrimento às de acetato. A fermentação da glicerina por diferentes microrganismos, de acordo com Yazdani& Gonzáles (2007) produz os ácidos propionico, succinico e fórmico, bem como butanol e etanol.

A produção de gases *in vitro* de diferentes fontes energéticas (glicerol, propileno glicol e melaço) com uso de líquido ruminal de ovinos, foi pesquisada por Ferraro et al. (2009), onde o glicerol apresentou maior volume de gás produzido e *lag time* em comparação às demais fontes testadas, apresentando lenta fermentação a propionato pelos microrganismos ou escapando da fermentação ao ser absorvido intacto.

Utilizando o glicerol como alimento alternativo em substituição ao milho quanto aos parâmetros fermentativos e população bacteriana no líquido ruminal de vacas holandesas, Abo El-Nor et al. (2010) evidenciaram que o pH e as concentrações de N-NH₃ não foram influenciadas pela inclusão de glicerol, entretanto, foi verificada redução da presença de *Butirivibrio fibrisolvens* e *Selenomonas ruminantium* quando incluído quantidades acima de 72g/dia de glicerol. Provavelmente, a utilização do glicerol no rúmen favoreça bactérias que utilizam carboidratos não fibrosos como substratos, havendo proliferação mais rápida dessas espécies, inibindo o desenvolvimento e a adesão de bactérias fibrolíticas ao conteúdo fibroso da dieta (Roger et al., 1992 apud Abo El-Nor et al., 2010).

Animais no período pré-parto necessitam de uma elevada ingestão de alimentos para suprir sua exigência de nutrientes, entretanto, com o aumento do feto, o rúmen é comprimido tendo seu volume reduzido, implicando no fornecimento de dietas com maior adensamento nutritivo, em menor volume de alimentos. No período pós-

parto, essa carência nutricional quando não suprimida, desencadeia um distúrbio metabólico conhecido por cetose. Sua principal causa é o balanço energético negativo, o qual ocorre nas primeiras semanas pós-parto (Enjalbert, et al., 2001) e atinge animais de alta produção e elevada condição corporal ao parto (Campos et al., 2005). Por participar diretamente no metabolismo energético, o glicerol pode ser uma alternativa de prevenção à cetose.

Avaliando os efeitos do glicerol na alimentação de vacas leiteiras, DeFrain et al. (2004) utilizaram o glicerol em substituição ao amido de milho nos seguintes tratamentos (0,86 kg de amido de milho, 0,43 kg de amido de milho + 0,43 kg de glicerol e 0,86 kg de glicerol). No período pré-parto não foram observadas diferenças quanto aos teores de glicose, insulina, β -hidroxibutirato e ácidos graxos não esterificados. Entretanto no período pós-parto, a inclusão de glicerol, principalmente quando incluído como fonte exclusiva, é desfavorável, pois menores teores de glicose e maiores de β -hidroxibutirato foram verificados. Chung et al.(2007) ressaltaram que estudos que avaliem as alterações do metabolismo com a inclusão desse alimento devem ser realizados para melhor elucidar esses efeitos.

O fornecimento de glicerina a vacas no período pós-parto foi avaliado por Chung et al. (2007), onde observaram que a inclusão de glicerina proporcionou maiores teores de glicose e menores de β hidroxibutirato circulantes no plasma sanguíneo das vacas que receberam glicerina comparado às que não receberam. Wang et al. (2009) obtiveram resultados similares adicionando glicerol à dieta de vacas com 4 a 63 dias em lactação, sendo verificado maiores concentrações de glicose no plasma, com balanço energético positivo, sendo observado também menor perda de peso dos animais alimentados com glicerol.

Estudos sobre os efeitos da inclusão do glicerol em substituição ao milho ou amido de milho, mostraram que a inclusão em até 15% de glicerol não produz efeitos adversos quanto à produção e composição de leite de vacas leiteiras (Donkin, 2008; Donkin et al., 2009).

Osborne et al. (2009) avaliaram o consumo de alimentos e água com a inclusão de glicerol e óleo de soja na água de bebida de vacas leiteiras. O consumo de matéria seca foi menor para os animais tratados em relação ao controle. Se o animal apresenta-se com balanço energético positivo, com energia metabolizável adicional, a saciedade metabólica atendida reduz o consumo de MS (Osborne et al., 2009). A suplementação com glicerol proporcionou maior consumo de água comparado ao óleo. O consumo de glicerol estimulou o consumo de água (Schröder & Südekum, 1999).

O acabamento de carcaças utilizando glicerina bruta como alimento alternativo foi estudado por Parsons et al. (2009), que avaliaram a inclusão de glicerol em 0; 2; 4; 8; 12 e 16% em MS na alimentação de novilhas mestiças. Os autores observaram que a inclusão de glicerina bruta em até 8% não proporcionou efeitos negativos quanto ao consumo, ganho de peso e qualidade de carcaça. Para 12 e 16% de inclusão, o glicerol promoveu redução do consumo de matéria seca, e, conseqüentemente, menor ganho de peso. Além disso, a qualidade da carcaça foi prejudicada por apresentar menor espessura de gordura na costela e menor *score* de marmoreio.

Para touros da raça holandesa, Mach et al. (2009) utilizaram glicerina em 0; 4; 8 e 12% no concentrado em MS e observaram que até o nível máximo estudado, a glicerina não influenciou o consumo de alimento, nem o ganho de peso diário. O sexo e a categoria dos animais podem ser fatores que interfiram nos níveis adequados de inclusão desse subproduto.

Embora, sejam poucos os estudos na alimentação de pequenos ruminantes, o fornecimento de glicerina no desempenho em confinamento e nas características de carcaça de cordeiros foi estudado por Musselmann et al. (2008) sendo verificado que a inclusão de glicerina em até 15% não provoca redução do desempenho, mantendo a carcaça com qualidade desejável. Valores de inclusão superiores a este podem interferir no desempenho animal, como verificado por Gunn et al. (2010) ao observarem que a inclusão de glicerina bruta acima de 30% em dietas para cordeiros proporciona menor desempenho e carcaças de menor qualidade. Outro fator que pode influenciar o desempenho animal com a inclusão de glicerina é a contaminação com excesso de ácidos graxos, metanol e sais presentes na glicerina bruta, sendo necessária atenção quanto ao nível de pureza do produto fornecido. Schröder & Südekum (1999) verificaram que para diferentes níveis de pureza, a glicerina bruta pode ser fornecida em até 10% de inclusão em dietas para ruminantes sem que haja efeito negativo de consumo e digestibilidade.

O fornecimento de glicerina com pureza de 36,20% de glicerol em 0; 3; 6; 9 e 12% de inclusão na MS para cordeiros em terminação, Lage et al. (2010) observaram que para obtenção de desempenho desejável em cordeiros, a inclusão deve ser de até 6%. Valores acima deste, interferiram na digestibilidade da FDNcp, extrato etéreo e na qualidade da carcaça.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o aumento da produção de biodiesel e a preocupação ambiental quanto ao descarte do glicerol, esse subproduto apresenta potencialidade de uso na alimentação de ruminantes;

A cetose é um distúrbio metabólico que afeta principalmente rebanhos leiteiros de alta produção, a adição de glicerol às dietas pode reduzir os efeitos desse distúrbio, por reduzir os teores de corpos cetônicos circulantes no sangue;

Avaliações do uso de glicerol para pequenos ruminantes são estudos recentes, sendo necessário aprofundá-los para recomendar com maior clareza, níveis adequados de inclusão e a relação quanto à pureza do subproduto oferecido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABO EL-NOR, S.; ABUGHAZALEH, A.A.; POTU, R.B.; HASTINGS, D.; KHATTAB, M.S. Effects of differing levels of glycerol on rumen fermentation and bacteria. **Animal Feed Science and Technology**, v.162, p.99-105, 2010.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO - ANP. Biocombustíveis.2010. Acessado em: 22 mar. 2011. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=470>>.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO - ANP. Produção de biodiesel - metros cúbicos.2010. Acessado em: 22 mar. 2011. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=472>>.
- BEATRIZ, A.; ARAÚJO, Y. J. K.; LIMA, D. P. Glicerol: um breve histórico e aplicação em sínteses estereosseletivas. **Química Nova**, v.34, n.2, p.306-319, 2011.
- CAMPOS, R.; GONZÁLEZ, F.; COLDEBELLA, A.; LACERDA, L. Determinação de corpos cetônicos na urina como ferramenta para o diagnóstico de cetose subclínica bovina e relação com a composição do leite. **Archives of Veterinary Science**, v.10, p.49-54, 2005.
- CHUNG, Y. H. RICO, D. E.; MARTINEZ, C. M.; CASSIDY, T. W.; NOIROT, V.; AMES, A.; VARGA, G. A. Effects of feeding dry glycerin to early postpartum holstein dairy cows on lactation performance and metabolic profiles. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.5682-5891, 2007.
- DeFRAIN, J. M. HIPPEN, A.R.; KALSCHUR, K.F.; JARDON, P. W. Feeding glycerol to transition dairy cows: effects on blood metabolites and lactation performance. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.4195-4206, 2004.
- DERMIBAS, A. Importance of biodiesel as transportation fuel. **Energy Policy**, v.35, p.4661-4670, 2007.
- DONKIN, S. S. Glycerol from biodiesel production: the new corn for dairy cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 280-286, 2008. (Suplemento especial)
- DONKIN, S. S. KOSER, S. L.; WHITE, H. M.; DOANE, P. H.; CECAVA, M.J. Feeding value of glycerol as a replacement for corn grain in rations fed to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.5111-5119, 2009.
- ENJALBERT, F.; NICOT, M. C.; BAYOURTHE, C.; MONCOULON, R. Ketone bodies in milk and blood of dairy cows: relationship between concentration and utilization for detection of subclinical ketosis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, n. 84, p.583-589, 2001.
- FERRARO, S. M.; MENDONZA, G. D.; MIRANDA, L. A.; GUTIERREZ, C. G. In vitro gas production and ruminal fermentation of glycerol, propylene glycol and molasses. **Animal Feed Science and Technology**, v.154, p.112-1
- GONÇALVES, B. R. L.; PEREZ, A.; ÂNGELO, A. C. D. Glicerol: Uma inovadora fonte de energia proveniente da produção de biodiesel. São Paulo, 2009. In: 2nd INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION. *Proceedings...* São Paulo: [s.n.]. 2009. p. 1-6.
- GUNN, P. J.; SCHULTZ, A. F.; VAN EMON, M. L.; NEARY, M. K.; LEMENAGER, R. P.;

- PAS, C. P.; Lake, S. L. Effects of elevated crude glycerin concentrations on feedlot performance, carcass characteristics, and serum metabolite and hormone concentrations in finishing ewe and wether lambs. **The Professional Animal Scientist**, v.26, p.298-306, 2010. (Abstract).
- KHALILI, H.; VARVIKKO, T.; TOIVONEN, V.; HISSA, K.; SUVITIE, M. The effects of added glycerol or unprotected free fatty acids or a combination of the two on silage intake, milk production, rumen fermentation and diet digestibility in cows given grass silage based diets. **Agricultural Food Science Finland**, v.6, p.349-362, 1997.
- KREHBIEL, C. R. Ruminant and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal Science**, v.86, p.392, 2008. (Supplement)
- LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L. G. R.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, A. S.; DETMANN, E.; SOUZA, N. K. P.; LIMA, J. C. M. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.9, p.1012-1020, set. 2010.
- MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v.87, p.632-638, 2009.
- MARCHETTI, J. M.; MIGUEL, V. U.; ERRAZU, A. F. Possible methods for biodiesel production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.11, p.1300-1311, 2007.
- MENTEN, J. F. M.; MIYADA, V. S.; BERENCHTEIN, B. Glicerol na Alimentação Animal. 2009. Acessado em: 26 mar. 2011. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/downloads/glicerol_2009-03-13.pdf>
- MUSSELMAN, A. F.; VAN EMON, M. L.; GUNN, P. J.; RUSK, C. P.; NEARY, M. K.; LEMENAGER, R. P.; LAKE, S. L. Effects of crude glycerin on feedlot performance and carcass characteristics of market lambs. Western Section, American Society of Animal Sciences. *Proceedings...* [s.n.]. 2008. p. 353-355.
- OSBORNE, V. R.; ODONGO, N. E.; CANT, J. P.; SWANSON, K. C.; McBRIDE, B. W. Effects of supplementing glycerol and soybean oil on drinking water on feed and water intake, energy balance of periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.698-707, 2009.
- PARSONS, G. L.; SHELOR, M. K.; DROUILLARD, J. S. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. **Journal of Animal Science**, v.87, p.653-667, 2009.
- SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K. H. *Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants*. 1999. Acessado em: 23 mar. 2011. Disponível em: <http://regional.org.au/au/gcirc/1/241.htm>.
- WANG, C.; LIU, Q.; YANG, W. Z.; HUO, W. J.; DONG, K. H.; HUANG, Y. X.; YANG, X. M.; HE, D. C. Effects of glycerol on lactation performance, energy balance and metabolites in early lactation Holstein dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.151, p.12-20, 2009.
- YAZDANI, S. S.; GONZALES, R. Anaerobic fermentation of glycerol: a path to economic viability for the biofuels industry. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 18, p. 213-219, 2007.