

GLICERINA BRUTA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

Camila Magalhães da Cunha¹, Alexandre Rodrigo Mendes Fernandes², Hélio de Almeida Ricardo³, Thatiane da Cunha Cornélio¹, Luis Gustavo Castro Alves¹

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR. Brasil. camis.cunha@hotmail.com

² Docente da Faculdade de Ciência Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS. Brasil.

³ Bolsista de Pós-doutorado, PNPD Institucional CAPES/UFGD. Dourados – MS. Brasil.

Recebido em: 12/04/2014 – Aprovado em: 27/05/2014 – Publicado em: 01/07/2014

RESUMO

A glicerina bruta é um resíduo gerado a partir da produção do biodiesel. Com o aumento da demanda por biodiesel observada nos últimos anos, houve também um concomitante aumento na produção de glicerina, e este subproduto não está sendo totalmente utilizado pelas indústrias. Assim, novas alternativas de utilização são viabilizadas, como por exemplo o uso na alimentação animal. A utilização da glicerina bruta na dieta dos animais vem se mostrando uma alternativa viável do ponto de vista nutricional e econômico, principalmente quando é utilizada na alimentação de ruminantes, porém ainda são poucos os estudos a respeito da inclusão da glicerina bruta na dieta de ruminantes e seus efeitos no desempenho, características de carcaça e da carne, visto que o aumento na oferta deste subproduto, principalmente oriundo da indústria do biodiesel é recente. O objetivo desta revisão é demonstrar o uso da glicerina na alimentação de ruminantes e seus possíveis efeitos sobre o desempenho, características de carcaça e qualidade da carne. Em diversos estudos realizados é possível observar que a glicerina bruta pode ser incluída na dieta dos animais ruminantes, sem causar efeitos negativos sobre a fermentação ruminal, desempenho, características de carcaça e qualidade da carne. Estudos sobre os efeitos deletérios da inclusão de glicerina bruta com elevado teor de metanol na dieta dos animais ruminantes devem ser realizados, evitando assim a inviabilidade da comercialização dos seus produtos (carne e leite) e possíveis danos a saúde humana.

PALAVRAS-CHAVE: biodiesel, bovinos, glicerol, ovinos

CRUDE GLYCERIN IN RUMINANT FEED

ABSTRACT

The crude glycerin is a waste generated from the production of biodiesel. With increasing demand for biodiesel observed in recent years, there has also been a concomitant increase in the production of glycerin, a byproduct and this is not being fully utilized by companies. Thus, new alternative uses are made possible, such as use in animal feed. The use of crude glycerin in the diet has proven to be a viable alternative in terms of nutrition and economically, especially when it is used in

ruminant feed, but there are few studies regarding the inclusion of crude glycerin in the diet of ruminants and its effects on performance, carcass characteristics and meat, since the increase in the supply of this byproduct, mainly coming from the biodiesel industry is recent. The aim of this review is to demonstrate the use of glycerin in the feeding of ruminants and their possible effects on performance, carcass characteristics and meat quality. In several studies it can be seen that crude glycerin can be included in the diet of ruminants, without negative effects on ruminal fermentation, performance, carcass characteristics and meat quality. Studies on the deleterious effects of the inclusion of crude glycerin with high methanol content in the diet of ruminants should be performed, thus avoiding the impossibility of marketing their products (meat and milk) and possible damage to human health.

KEYWORDS: biodiesel, cattle, glycerol, sheep

INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo, com uma produção anual em 2012 de 2,7 bilhões de litros e desde o início do ano de 2010, o óleo diesel comercializado em todo o país deve conter 5% de biodiesel (B5) (ANP, 2013).

O biodiesel é um combustível produzido a partir do processo de transesterificação de qualquer óleo vegetal ou gordura animal com um álcool de cadeia curta tais como o metanol ou etanol, na presença de hidróxido de sódio ou potássio, com função de catalisadores.

Para cada 90 m³ de biodiesel produzido são gerados aproximadamente 10 m³ de glicerina bruta, ou seja, 270 mil toneladas de glicerina bruta com a introdução do B5. Ações como esta colocaram o Brasil na vanguarda do uso de combustíveis alternativos, reforçando a necessidade de se encontrar utilizações comerciais para os coprodutos da produção do biodiesel, como a glicerina (MOTA et al., 2009).

Para que a glicerina não se torne um poluente ambiental, uma das formas de utilizá-la é na alimentação animal pelo seu menor custo, disponibilidade no mercado e por apresentar alto valor energético podendo substituir os concentrados energéticos, diminuindo os custos na fase de terminação de cordeiros em confinamento (PELLEGRIN et al., 2012).

A composição química da glicerina bruta varia principalmente pelo tipo de catalisador (alcalino ou ácido) utilizado no processo de transesterificação e em função da variação dos teores de glicerol presentes na glicerina, podendo ser classificadas de baixa pureza quando os teores de glicerol são de até 70%, glicerina de média pureza teor de glicerol de 80 a 90% e glicerina de alta pureza com teores de glicerol acima de 99% (SCHRODER & SUDEKUM, 1999).

A glicerina bruta é composta por glicerol que é absorvido pelo epitélio ruminal ou fermentado a ácidos graxos de cadeia curta no rúmen, metabolizado no fígado e convertido em glicose. Sendo assim, a glicerina apresenta potencial aplicação como substrato gliconeogênico para ruminantes (ZAWADSKI et al., 2010).

Estudos têm reportado o uso de glicerina bruta na dieta de bovinos de corte em substituição aos concentrados energéticos (MACH et al., 2009; PARSONS, 2010). Alimentação com menos de 8% de glicerina bruta em dietas de milho floculado pode melhorar o ganho e eficiência de novilhas na terminação, com o máximo de benefícios observados na concentração de 2% (PARSONS et al., 2009).

O uso na alimentação de bovinos de leite foi relatado por DONKIN (2008) em experimentos com vacas em lactação, a substituição de até 15% do milho por

glicerina na matéria seca da dieta, não afetou negativamente a produção ou composição do leite. A produção de leite foi de 37,0, 36,9, 37,3, 36,4 ± 0,6 kg/dia e o consumo de ração foi de 24,0, 24,5, 24,6, 24,1 ± 0,5 kg/dia para os teores de 0, 5, 10 e 15%, respectivamente.

Em ovinos diversos trabalhos avaliaram a utilização de glicerina na dieta e seus efeitos sobre a digestibilidade, desempenho, características de carcaça e qualidade da carne, não observando efeitos negativos nos parâmetros avaliados (GUNN et al., 2010a; GUNN et al., 2010b; LAGE et al., 2010; GOMES et al., 2011; BARROS, 2012; LAGE et al., 2014).

O objetivo desta revisão é demonstrar o uso da glicerina na alimentação de ruminantes e seus possíveis efeitos sobre o desempenho, características de carcaça e qualidade da carne.

METABOLISMO DO GLICEROL

A glicerina bruta é um coproduto oriundo da fabricação do biodiesel e com a evolução da produção do biodiesel no Brasil, cada vez mais aumenta-se a quantidade de glicerina produzida, sendo o destino deste coproduto uma preocupação importante a ser considerada pela agroindústria, para que a mesma não se torne um poluente ambiental. Para alcançar maior grau de pureza, deve ser refinada até atingir 95 a 99% de glicerol, principalmente quando utilizada para o consumo humano (TOOHEY et al., 2014), indústria de cosméticos e farmacêutica (DONKIN & DOANE, 2007; LAGE et al., 2010).

O processo de purificação consiste na retirada das impurezas, como água, catalizadores, ácidos graxos e metanol. Como este processo de purificação é de elevado custo, uma das formas de utilização deste coproduto é na alimentação animal, pelo seu menor custo, disponibilidade no mercado e por apresentar alto valor energético podendo substituir os concentrados energéticos, diminuindo os custos na fase de terminação, sem prejudicar o desempenho, características de carcaça e qualidade da carne dos animais (PELLEGRIN et al., 2012).

A glicerina bruta é composta principalmente por glicerol que é absorvido pelo epitélio ruminal ou fermentado a ácidos graxos de cadeia curta no rúmen, metabolizado no fígado e convertido em glicose. De acordo com GARTON et al. (1961), o glicerol presente no ambiente ruminal é convertido principalmente a ácido propiônico e em estudos mais recentes ZAWADSKI et al. (2010) verificaram que o glicerol também pode ser convertido a ácido acético e butírico.

O glicerol fermentado no rúmen é convertido a propionato e ao ser absorvido pela corrente sanguínea será metabolizado no fígado, sendo a principal via metabólica do ciclo do ácido carboxílico, onde o succinil-CoA após reações bioquímicas origina o oxaloacetato e este é convertido a fosfoenolpiruvato, que será utilizado para a formação de glicose na via gliconeogênica (ZAWADSKI et al., 2010).

O glicerol absorvido pelo epitélio ruminal, será convertido à glicose no fígado e a enzima glicerol quinase converte glicerol e ATP em glicerol-3-fosfato e ADP à triose fosfato, direcionando o glicerol para a gliconeogênese (KREHBIEL, 2008). O glicerol também poderá ser utilizado para a síntese de gordura, através da ação da enzima glicerol-cinase, sendo o glicerol livre fosforilado no fígado a glicerol-3-fosfato e destinado à formação de gordura. O direcionamento do glicerol para a formação de gordura só ocorrerá em função das concentrações adequadas de glicose circulante, resultando em aumento da deposição de gordura (ZAWADSKI et al., 2010).

FERMENTAÇÃO RUMINAL E DESEMPENHO

KREHBIEL (2008) relata que cerca de 13% do glicerol que chega ao rúmen desaparece por passagem direta com a digesta, 44% por fermentação e 43% por absorção pelo epitélio ruminal. Com relação ao tempo de colonização e fermentação do glicerol, LEE et al. (2011) em estudo in vitro, concluíram que a fermentação do glicerol é relativamente lenta, porém, o rápido aumento na produção de gás após o “lag time” (tempo de colonização), que teve duração de 7,9 horas, indica que a cinética de fermentação do glicerol pode ser alterada pela adaptação da microbiota ruminal ao glicerol.

FERRARO et al. (2009) também notaram elevado tempo de colonização e lenta taxa de produção de gás e concluíram que a cinética de fermentação do glicerol in vitro depende da adaptação dos microrganismos ruminais e que esta fermentação também pode ser alterada com a presença de outros alimentos.

AVILA-STAGNO et al. (2013) avaliaram os efeitos da inclusão de teores crescentes de glicerol, 7, 14 e 21% (99,5% de pureza) na dieta de cordeiros, sobre a digestibilidade dos nutrientes, emissão de CH₄ e desempenho. Os autores não observaram diferenças significativas na digestibilidade dos nutrientes e emissão de CH₄. A inclusão de glicerol na dieta reduziu linearmente a ingestão de matéria seca e tendeu a reduzir ganho em peso diário e peso final, no entanto, a eficiência alimentar não foi afetada.

MARTINS et al. (2013) avaliaram o consumo, ganho em peso corporal e conversão alimentar de borregas alimentadas com dietas com ou sem glicerol, a adição de glicerol não alterou os parâmetros avaliados. Segundo os autores, esses resultados confirmam o alto valor energético do glicerol e sua palatabilidade quando adicionado em dietas para animais ruminantes, não havendo comprometimento no consumo e desempenho das borregas, podendo ser adicionado em 20% no concentrado de borregas como fonte energética.

GUNN et al. (2010b) avaliaram o desempenho de cordeiros castrados alimentados com dietas contendo 5, 10, 15 ou 20% de glicerina (87,5% de glicerol) e observaram que a ingestão de matéria seca e ganho médio diário nos primeiros 14 dias apresentou efeito quadrático, sendo que não houve diferença significativa no período total de confinamento. Os autores concluíram que cordeiros castrados alimentados com glicerina bruta em até 15% de inclusão, na matéria seca da dieta, podem obter melhores parâmetros de desempenho em confinamento.

GUNN et al. (2010a) avaliaram a inclusão de 15, 30 ou 45% de glicerina com 89,5% de glicerol, na dieta de cordeiros e observaram que as concentrações séricas de glicose e insulina diminuíram com a inclusão de glicerina, podendo estar associado com a menor ingestão de matéria seca conforme a glicerina foi acrescentada na dieta. Outra possível explicação é que a diminuição das concentrações de amido nas dietas com maior teor de glicerina pode ter afetado a taxa de passagem, o que resulta em menor fermentação ruminal e maior absorção no intestino delgado.

MACH et al. (2009) avaliaram o desempenho e fermentação ruminal de novilhos alimentados com dieta contendo 4, 8 ou 12% de glicerina com 85,7% de glicerol, na matéria seca da dieta. A inclusão de 8% de glicerina bruta promoveu a redução do pH ruminal (5,68) com maior concentração de ácidos graxos voláteis totais, insulina sérica e glicose, no entanto, não teve impacto sobre o desempenho e saúde dos animais. BINES & HART (1984) revelaram que o aumento da

concentração de propionato elevou a insulina no sangue, favorecendo a síntese de proteína e gordura por estimular a lipogênese e inibir a lipólise.

PARSONS et al. (2009) avaliaram o desempenho de novilhos confinados recebendo dieta controle, contendo 94% de concentrado e feno de alfafa, e dietas contendo 2, 4, 8, 12 ou 16% de glicerina bruta na matéria seca (MS). Os autores verificaram efeito quadrático para ganho médio diário (1,19; 1,34; 1,29; 1,25; 1,17; 1,03 kg dia⁻¹) assim como na ingestão de matéria seca (8,84; 8,88; 8,66; 8,61; 8,40; 7,80 kg dia⁻¹) e eficiência alimentar (0,14; 0,15; 0,15; 0,15; 0,14; 0,13), para os teores de 0, 2, 4, 8, 12 ou 16%, respectivamente.

PELLEGRIN et al. (2011) avaliaram o consumo de concentrado e desempenho de cordeiros mantidos a pasto e suplementados com *creep feeding*, incluindo doses de 0, 10, 20 e 30% de glicerina bruta na matéria seca da dieta. Os autores concluíram que a inclusão de até 30% de glicerina contendo 84,8% de glicerol e 0,06% de lipídio total, não influenciou o consumo médio de concentrado por animal, o consumo em porcentagem do peso vivo e o ganho de peso médio diário.

Para CLEEF et al. (2010), a utilização de até 30% de glicerina bruta na MS de dietas, não altera o ambiente ruminal favorável para ação dos microrganismos e, desta forma, não promove redução no consumo de maneira significativa. Portanto, os diferentes resultados encontrados na literatura podem ser devido aos níveis de pureza da glicerina, ao teor de glicerol, teor de metanol e porcentagem de lipídeos que podem influenciar no desempenho dos animais.

CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E COMPONENTES NÃO CARÇAÇA

As medidas realizadas na carcaça são importantes, pois permitem não só a comparação entre tipos raciais, sistemas de alimentação, pesos e idades de abate, como também por suas correlações com outras medidas e com os tecidos constituintes da carcaça, tornando possível estimar as características físicas, dispensando o processo de dissecação (PORTO et al., 2012).

O aperfeiçoamento dos processos de produção e de comercialização para se obter um produto de qualidade, somente serão alcançadas se existirem técnicas claras e práticas para descrever os caracteres relacionados com a qualidade da carne, que possam ser mensurados na carcaça e que tenham uma correlação biológica com a avaliação "in vivo".

Por isto, há a necessidade de avaliação dos componentes corporais e da carcaça, tanto em quantidade como em qualidade, para que se obtenha o valor do animal como um todo e uma valorização diferenciada dos animais que apresentem maior proporção de componentes de maior valor e das carcaças que apresentem maior proporção de cortes de valor comercial superior (OSÓRIO & OSÓRIO, 2005).

GOMES (2009) ao estudar a influência da suplementação de glicerina contendo 83,1% de glicerol em substituição ao milho, sobre o desempenho e características de carcaça de cordeiros Santa Inês, encontraram valores médios para pernil, paleta e baixo de 2,68, 1,46 e 0,98 respectivamente. Em trabalho realizado por LAGE et al. (2014) avaliaram os teores de 0, 3, 6, 9 e 12% de inclusão de glicerina bruta na MS da dieta de cordeiros Santa Inês em confinamento. Segundo os resultados encontrados, a inclusão de até 12% de glicerina na MS total da dieta, não promove alterações nos rendimentos dos cortes comerciais da carcaça.

LAGE et al. (2010) estudaram a inclusão de 3, 6, 9 e 12% de glicerina bruta (36,2% de glicerol e 46,5% de ácidos graxos) na dieta de cordeiros da raça Santa Inês e relataram que a inclusão de até 6% de glicerina bruta otimiza a conversão alimentar e reduz o custo do ganho da carcaça quando o preço do coproduto representa até 70% do preço do milho, no entanto, os animais submetidos a maiores teores de inclusão obtiveram carcaças mais leves e conseqüentemente com menor rendimento de carcaça e cortes comerciais.

No trabalho de GOMES et al. (2011) foram utilizadas dietas com inclusão de 15 e 30% de glicerina na dieta de cordeiros da raça Santa Inês e os resultados demonstraram que a glicerina com 83,15% de glicerol pode ser utilizada na terminação de cordeiros confinados em até 30% na matéria seca da dieta, sem causar efeito prejudicial sobre a ingestão, desempenho e características de carcaça.

Em relação aos componentes não carcaça, de acordo com YAMAMOTO et al. (2004), são constituídos pelo sistema digestório e seu conteúdo, pele, cabeça, patas, cauda, pulmões, traquéia, fígado, coração, rins, gorduras omental, mesentérica, renal e pélvica, baço e aparelho reprodutor com bexiga. Os componentes não carcaça podem representar mais de 40% do peso vivo dos ovinos, sendo influenciados pela genética, sexo, idade, peso vivo, tipo de nascimento e principalmente a alimentação (GASTALDI et al., 2000).

LAGE (2009) avaliou o rendimento dos não componentes de carcaça de cordeiros confinados recebendo dieta com inclusão de 0, 3, 6 e 9% de glicerina bruta na MS contendo 36,2% de glicerol e 46,5% de ácidos graxos e não observou efeito sobre os órgãos (baço, coração, fígado, pulmão, rins e língua), diafragma, mesentério, gordura interna, aparas (aparelho reprodutor e traquéia) pés, cabeça e sangue em relação ao peso de corpo vazio, que apresentaram os seguintes valores: 4,99%, 0,55%, 4,22%, 1,52%, 2,75%, 3,11%, 6,39% e 5,37%, respectivamente.

CORNÉLIO (2014) avaliou as características de carcaça e componentes não carcaça de cordeiros Pantaneiros alimentados com teores crescente de glicerina bruta (2,5, 5,0 e 7,5%). Houve efeito quadrático dos teores de glicerina bruta sobre fígado+vesícula e rúmen-retículo vazio, para os demais componentes não carcaça, não houve efeito dos tratamentos. Em relação as características de carcaça, houve efeito quadrático para a variável peso de carcaça quente, para os demais parâmetros avaliados não houve efeito das dietas experimentais. Segundo o autor, a glicerina bruta com 39,3% de glicerol pode ser incluída na dieta de cordeiros em substituição ao milho até o teor de 7,5%., na matéria seca da dieta.

CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARNE

As características da carne determinam sua utilidade para a comercialização e adaptação aos processos industriais. Dentre as propriedades mais importantes destacam-se a capacidade de retenção de água, pH, cor, força de cisalhamento e perdas por cozimento (DABÉS, 2001).

As características do tecido muscular podem ser alteradas conforme a dieta a qual os animais são submetidos, sendo fundamental a utilização de alimentos alternativos que não interfiram na qualidade dos produtos ofertados ao consumidor (LAGE, 2009).

A correta queda do pH e temperatura durante o processo de resfriamento das carcaças indicam que outros parâmetros qualitativos da carne como capacidade de retenção de água, cor, perda em peso por cozimento e força de cisalhamento

apresentarão resultados satisfatórios, pois estes são influenciados pelo pH e temperatura (BOUTON et al., 1971).

O glicogênio muscular é o principal substrato metabólico responsável pelo acúmulo de ácido láctico post mortem promovendo assim o declínio do pH, que é mais acentuado nas primeiras horas e tem tendência a estabilização a partir das 12 horas (BONAGURIO et al., 2003; BONACINA et al., 2011).

A faixa de pH inicial considerada normal para a carne ovina é de 6,56 a 6,69 (SAÑUDO et al., 1992) e pH final após 24 horas, varia de 5,5 a 5,8, porém, valores acima de 6,0 podem ser encontrados, caso haja uma diminuição das reservas de glicogênio muscular antes do abate (SILVA SOBRINHO et al., 2005). Vários fatores influenciam na variação do pH, como tipo de músculo, espécie, idade, raça, tempo de jejum, nutrição, mas acima de tudo fatores relacionados ao estresse pré-abate (IMMONEN et al., 2000).

HERMES et al. (2012a) avaliaram o pH final do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes teores de inclusão de glicerina bruta, não foi observado diferenças significativas nos valores de pH final, sendo o valor médio de 5,51. Ao avaliar as características qualitativas do músculo *Longissimus* de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com dietas contendo diferentes teores de glicerina bruta (0, 3, 6, 9 ou 12%), LAGE et al. (2014) não observaram diferenças nos valores de pH inicial e final, sendo o valor médio encontrado de 6,6 e 6,05 respectivamente. O valor médio de pH final encontra-se acima da faixa considerada normal para a carne ovina, no entanto, o autor não observou evidências de estresse dos animais no período pré-abate.

Segundo BRIDI e CONSTANTINO (2009) o valor do pH é maior quando os animais apresentam uma menor gordura de cobertura, pois a mesma age como um isolante térmico na carcaça durante a refrigeração, diminuindo a velocidade de resfriamento da carcaça, permitindo uma correta queda do pH. No estudo de LAGE et al. (2014) os animais apresentaram espessura de gordura subcutânea média de 0,9 mm, o que não foi suficiente para permitir a correta queda do pH.

A cor é a característica mais importante para o consumidor no momento da compra, reflete o estado químico e o teor de mioglobina no músculo. A intensidade da cor aumenta com o avanço da idade do animal, com diferenças detectáveis entre vitelos, novilhos e vacas velhas (MENDES, 2012). O consumidor tem preferência por carnes com coloração vermelho brilhante por relacionar com carnes mais macias ou provenientes de animais jovens (BONAGURIO et al., 2003). A cor da carne é determinada pela quantidade de três derivados da mioglobina. A mioglobina reduzida (Mb) é o pigmento púrpuro do músculo, que quando exposta ao oxigênio forma um composto estável determinado oximioglobina (MbO₂), pigmento responsável pela coloração vermelho brilhante, podendo formar também a metamioglobina (MetMb), sua forma oxidada, com pigmento de coloração marrom (LAWRIE, 2005).

A cor da carne pode variar em função da espécie, idade, sexo, músculo, nível de atividade física do músculo, nutrição e manejo pré-abate (SAÑUDO et al., 1992; RAMOS & GOMIDE, 2007; MENDES, 2012). HERMES et al. (2012) avaliaram a coloração do músculo *Longissimus* de cordeiros alimentados com glicerina bruta em substituição ao milho e não observaram diferenças significativas para os teores de inclusão testados 0, 8, 16, 24 e 32%, apresentando os seguintes valores médios: 43, 56 de luminosidade (L*), 16,37 de intensidade de vermelho (a*) e 9,10 de intensidade de amarelo (b*). POLIZEL (2013) avaliou a coloração da carne de

cordeiros alimentados com 5, 10 e 15% de glicerina bruta na dieta e não observaram efeito dos teores crescentes de glicerina bruta sobre a luminosidade, intensidade de vermelho e amarelo, sendo o valor médio obtido de 39,71, 17,27 e 4,62, respectivamente.

A capacidade de retenção de água pode ser definida como a capacidade da carne em reter sua água após a aplicação de forças externas, como pressão, corte e aquecimento (LAWRIE, 2005). Esta característica é importante para a qualidade da carne, principalmente durante o armazenamento, pois tecidos com baixa capacidade de retenção de água perdem o seu valor nutritivo pelo exudato liberado, resultando em carne mais seca e rígida.

Segundo SAÑUDO et al. (1992) os fatores intrínsecos que interferem na capacidade de retenção de água são: o músculo, a raça e a idade, e como fatores extrínsecos, a alimentação, o estresse prévio ao abate e as condições após o abate. A queda do pH post mortem são responsáveis pela diminuição da capacidade de retenção de água da carne, sendo menor em pH 5,0-5,5, que é o ponto isoelétrico de muitas proteínas musculares, incluindo as miofibrilas, e valores de pH abaixo ou acima do ponto isoelétrico das proteínas musculares aumentam a capacidade de retenção de água (ROÇA, 2014).

MOUROT et al. (1994) “sugerem” que o glicerol dietético pode aumentar a capacidade de retenção de água dos músculos de suínos, devido a diminuição de perdas por gotejamento e perdas por cozimento nos músculos *Longissimus* e *Semimembranosus* de suínos alimentados com 5% de glicerol na dieta. PARKER et al. (2007) avaliaram o efeito da inclusão de glicerol na dieta sobre a retenção de água no músculo de bovinos de corte durante o período de transporte e observaram que o tratamento com glicerol resultou em uma hiperhidratação do animal, o que posteriormente implica em carne de melhor qualidade, além disso, diminui o déficit de energia, gerado pelo aumento da concentração de insulina no plasma, permitindo menor degradação protéica do músculo.

LAGE et al. (2014) avaliaram as perdas por cozimento do músculo *Longissimus* de cordeiros da raça Santa Inês, alimentados com dieta contendo teores crescente de glicerina bruta (36,2% de glicerol) em substituição ao milho. Os autores não observaram diferenças significativas, sendo o valor médio encontrado de 17,15%. GOMES et al. (2011) trabalharam com níveis mais elevados de inclusão de glicerina (15 e 30%), no entanto, a mesma apresentava teores mais elevados de glicerol (83,15%) e não observam diferenças significativas com valor médio de PPC de 40,1%.

HERMES et al. (2012) avaliaram as perdas de peso por cozimento do músculo *Longissimus* de cordeiros alimentados com 0, 8, 16, 24 ou 32% de glicerina bruta na matéria seca da dieta e não observaram diferenças significativas entre os tratamentos, com valor médio de 32,04%. POLIZEL (2013) também não observou efeito dos teores crescentes de glicerina bruta (5, 10 e 15%) em substituição parcial ao milho, sobre as PPC, sendo obtido o valor médio de 25,89%.

A força de cisalhamento é mensurada utilizando-se um texturômetro, que mede a força necessária para cortar transversalmente as fibras musculares. Este método apresenta alta correlação com a maciez da carne avaliada por análise sensorial (BORGES et al., 2006;). Diversos fatores podem interferir na força de cisalhamento, como: manejo pré-abate, velocidade na instalação do rigor mortis, pH, temperatura pré-abate, músculo utilizado, idade do animal, gordura intramuscular e capacidade de retenção de água (BONACINA et al., 2011).

A influência da alimentação na maciez da carne está associada com o grau de acabamento (espessura de gordura subcutânea) e com o teor de gordura intramuscular (BRONDANI et al., 2006). A gordura subcutânea funciona como um isolante térmico, diminuindo a velocidade de resfriamento da carcaça, evitando a desidratação, o escurecimento e a redução da maciez da carne. Em carcaças que são resfriadas muito rapidamente, antes de entrar em rigor mortis, a carne aumenta a sua dureza porque os sarcômeros do tecido muscular atingem um tamanho muito pequeno (BRIDI e CONSTANTINO, 2009). As maiores alterações na porcentagem de gordura intramuscular ocorrem devido ao tipo de terminação adotado, sendo que animais terminados em dietas ricas em grãos apresentam maior porcentagem de gordura de marmoreio que animais terminados com dietas à base de forragens (GEORGE, 2013).

LAGE et al. (2014) avaliaram a força de cisalhamento do músculo *Longissimus* de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com teores crescente de glicerina bruta, 3, 6, 9 e 12% e não foram observadas diferenças significativas, sendo o valor médio encontrado de 4,44 kg. GOMES et al. (2011) avaliaram a inclusão de 15 e 30% de glicerina com 83,15% de glicerol na dieta de cordeiros da raça Santa Inês, sobre a força de cisalhamento do músculo *Longissimus* e não observaram diferença significativa, com valor médio de 5,14 kg.

HERMES et al. (2012) avaliaram a inclusão de 0, 8, 16, 24 ou 32% de glicerina bruta na matéria seca da dieta, e também não encontraram diferenças significativas, sendo o valor médio obtido de 5,32 kg. POLIZEL (2013) avaliou a força de cisalhamento de cordeiros alimentados com teores crescentes de glicerina bruta, 5, 10 e 15% e não observaram efeito para a característica avaliada, o valor médio obtido foi de 5,55 kg.

CUNHA (2014) avaliou as características qualitativas da carne de cordeiros Pantaneiros alimentados com teores crescentes de glicerina bruta (2,5, 5,0 e 7,5%). Não houve efeito das dietas experimentais para as características pH inicial e final, perda de peso por cozimento, capacidade de retenção de água, força de cisalhamento, luminosidade e intensidade de vermelho dos músculos *Triceps brachii*, *Longissimus* e *Semimembranosus*. Houve efeito quadrático para a característica intensidade de amarelo do músculo *Semimembranosus*, o que não foi perceptível pelos consumidores na análise sensorial. Em relação a composição centesimal dos músculos avaliados, não houve efeito dos teores crescentes de glicerina bruta para umidade, proteína bruta e matéria mineral, no entanto, o teor de extrato etéreo do músculo *Triceps brachii* apresentou efeito linear decrescente e no músculo *Longissimus* efeito linear crescente. As características sensoriais odor, sabor, maciez e apreciação geral não apresentaram efeito.

Em relação ao perfil de ácidos graxos AVILA-STAGNO et al. (2013) trabalhando com teores crescentes de glicerol, 7, 14 e 21% (99,5% de pureza), observaram uma redução linear nas concentrações de ácido palmítico (16:0) e aumento linear nas concentrações de ácido esteárico (18:0), sendo esta mudança interessante, pois o ácido palmítico tem sido considerado prejudicial para as concentrações séricas de colesterol em humanos. Houve aumento linear do ácido oleico (18:1) que tem sido associado com lipoproteína de alta densidade (HDL), benéfica as concentrações plasmáticas de colesterol em humanos.

POLIZEL (2013) avaliou o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros alimentados com teores crescentes de glicerina bruta (5, 10 e 15%) e observou que as dietas experimentais resultaram em efeito quadrático para o ácido palmítico,

sendo que, ao adicionar 15% na MS de glicerina bruta na dieta houve ligeira queda (2,3%) em relação à dieta controle. Menores teores de inclusão do subproduto (5 ou 10%) acarretaram em aumento na concentração do ácido palmítico. A inclusão de glicerina bruta resultou em queda no ácido linoleico em relação à dieta controle e não foi verificado efeito da adição de glicerina bruta na porcentagem de ácidos graxos de cadeia curta, média, longa, ácidos graxos saturados, insaturados, monoinsaturados (MUFA) ou poliinsaturados (PUFA). Segundo os autores é possível afirmar que a glicerina bruta possui pouco efeito sobre a lipólise e biohidrogenação, causando pouco impacto no perfil de ácidos graxos da carne. TERRÉ et al. (2011) afirmaram que a diferença na composição de ácidos graxos causado pela adição de glicerina, não parece ter maiores consequências sobre o valor nutricional da carne de cordeiros.

GLICERINA BRUTA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES E POSSÍVEIS EFEITOS DELETÉRIOS AOS ANIMAIS

Os estudos realizados sobre a adição da glicerina na alimentação animal foram estimulados pela possibilidade de redução do preço devido a grande oferta de produtos nos mercados mundiais (PINTO et al., 2005). A glicerina possui natureza higroscópica, o que pode aumentar a capacidade de retenção de água das rações em ambientes de baixa umidade, além disso melhorar a palatabilidade do concentrado devido ao seu aroma suave e sabor adocicado, além de aumentar o consumo de concentrado (ELAM et al., 2008). O glicerol contido na glicerina, devido ao seu conteúdo energético, constitui material promissor para a alimentação animal, substituindo em parte os concentrados energéticos da ração, principalmente o milho (GOMES et al., 2011). Por ser um produto de baixo valor comercial, a glicerina bruta pode ser utilizada na dieta dos ruminantes, substituindo parte do milho e reduzindo assim o custo de produção do concentrado (KERR et al., 2007). SUDEKUM (2008) ao utilizar glicerina na dieta de ruminantes, verificaram ser possível a sua inclusão como ingrediente em rações, podem substituir carboidratos rapidamente fermentáveis em dietas de ruminantes em valores superiores a 10% da matéria seca, sem afetar negativamente o ambiente ruminal.

Há pontos negativos na utilização de glicerina bruta, relacionado aos elevados teores de minerais e metanol, segundo TYSON et al. (2014) destacaram que o sal e as impurezas nos óleos reciclados e os reagentes utilizados na transesterificação são os principais problemas da glicerina bruta advinda da produção do biodiesel, pois elas tem a capacidade de limitar o consumo. No processo de transesterificação de óleos e gorduras para a produção de biodiesel, são utilizados catalizadores alcalinos e álcool de cadeia curta, o metanol é o principal álcool utilizado para esse processo, devido a sua melhor eficiência, por aumentar a velocidade de reação e por gerar menores custos (LEÃO, 2011). O metanol é transformado pela enzima álcool desidrogenase em formaldeído e este em formato, através da enzima formaldeído desidrogenase, que inibe a enzima citocromo oxidase, componente da cadeia transportadora de elétrons envolvida na síntese de ATP (WALLACE et al., 1997).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da Resolução 386/1999, já colocava a glicerina como umectante na lista de aditivos permitidos para alimentação humana e animal. Porém, não havia critérios de conformidade e de qualidade para a glicerina destinada a este fim, nem a obrigação de registro prévio do produto. Em maio de 2010, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) autorizou o uso da glicerina (bruta e loira) como insumo para alimentação

animal e estabeleceu um padrão mínimo de qualidade, como: glicerol (mínimo de 800 g/kg); umidade (máximo 130 g/kg); metanol (máximo 159 mg/kg) e sódio e matéria mineral (valores garantidos pelo fabricante g/kg, podendo variar pelo processo produtivo). No entanto, a glicerina já é reconhecida como um alimento seguro para alimentação animal (FDA, 2006). Na Alemanha, níveis de até 5.000 mg de metanol/ kg de glicerina bruta é considerado seguro para animais de produção (SELLERS, 2008). Em concentrações elevadas, o metanol pode prejudicar a saúde animal, e também inviabilizar o consumo do produto, carne ou leite (DOPPENBERG & VAN DER ARR, 2007; SUDEKUM, 2008).

A intoxicação por metanol depende da capacidade do animal em metabolizar o ácido fórmico (ZAVARIZE, 2012). Por mais que o metanol possa ser tóxico para humanos, a glicerina bruta com teores elevados de metanol tem sido incluída na dieta dos animais sem manifestar efeitos tóxicos. Como relatado por LAGE et al. (2014) ao avaliarem a inclusão de 3, 6, 9 e 12% de glicerina bruta com 8,7% de metanol e não observaram efeitos deletérios ao animal. Outros autores avaliaram a inclusão de glicerina bruta em dietas de ruminantes com concentrações de metanol inferior a 1% (AVILA-STAGNO et al., 2013; MACH et al., 2009) não causando efeitos na saúde dos animais.

O alto risco à saúde associado ao consumo de pequenas quantias de metanol, decorrente da inclusão de glicerina bruta na dieta, não é esperado em animais ruminantes, pois o metanol é naturalmente produzido no rúmen como resultado da fermentação da pectina (POL & DEMEYER, 1988). Estes autores demonstraram que a infusão contínua de metanol (1 mol L^{-1}), a uma taxa de 10 ml h^{-1} no rúmen de cordeiros foi completamente convertido em metano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em diversos estudos realizados é possível observar que a glicerina bruta pode ser incluída na dieta dos animais ruminantes, sem causar efeitos negativos sobre a fermentação ruminal, desempenho, características de carcaça e qualidade da carne, sendo necessário conhecer a composição da glicerina para a sua correta aplicação, pois quanto mais pura a glicerina, maior será a sua inclusão na dieta em substituição ao milho, no entanto, o seu custo pode ser mais elevado, em comparação aquela com menor teor de glicerol.

Estudos sobre os efeitos deletérios da inclusão de glicerina bruta com elevado teor de metanol na dieta dos animais ruminantes devem ser realizados, evitando assim à inviabilidade da comercialização dos seus produtos (carne e leite) e possíveis danos a saúde humana.

REFERÊNCIAS

ANP. **Biodiesel - Introdução**. Disponível em:

www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel acesso em 02 de Abril de 2013.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução nº 386**, de 5 de agosto de 1999. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/386_99.htm, Acesso em: 16/03/2014.

AVILA-STAGNO, J.; CHAVES, A.V.; HE, M.L.; HARSTAD, O.M.; BEAUCHEMIN, K.A.; MCGINN, S.M.; McALLISTER, T.A. Effects of increasing concentrations of glycerol in concentrate diets on nutrient digestibility, methane emissions, growth, fatty

acid profiles, and carcass traits of lambs. **Journal of Animal Science**, v.91, p. 829-837, 2013.

BARROS, M.C.C. **Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados: Consumo, digestibilidade, desempenho, medidas morfométricas da carcaça e características da carne**. Tese (Doutorado) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Itapetinga – BA, 2012.

BINES, J.A.; HART, I.C. The response of plasma insulin and other hormones to intraruminal infusion of VFA mixture in cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 64, p-304, 1984.

BONACINA, M.S.; OSÓRIO, M.T.M.; OSÓRIO, J.C.S.; CORRÊA, G.F.; HASHIMOTO, J.H. Influência do sexo e do sistema de terminação de cordeiros Texel x Corriedale na qualidade da carcaça e da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1242-1249, 2011.

BONAGURIO, S.; PÉREZ, J.R.O.; GARCIA, I.F.F.; BRESSAN, M.C.; LEMOS, A.L.S.C. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1981-1991, (Supl. 2), 2003.

BORGES, A.S.; ZAPATA, J.F.F., GARRUTI, D.S.; RODRIGUES, M.C.P.; FREITAS, E.R.; PEREIRA, A.L.F. Medições instrumentais e sensoriais de dureza e suculência na carne caprina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.26, n.4, p.891-896. 2006.

BORGES, G.D.S.; MACEDO, V.P.; MAEDA, E.M.; SILVEIRA, A.L.K.; CASTRO, J.M. Digestibilidade de dietas contendo níveis de glicerina bruta em substituição ao milho fornecidas a caprinos de corte. **Synergismus scyentifica**, UTFPR, Pato Branco, v. 08, n. 2, 2013.

BOUTON, P.E; HARRIS, P.V; SHORTHOSE, W.R. Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. **Journal of Food Science**, v. 36, p. 435-439, 1971.

BRIDI, A.M. CONSTANTINO, C. Qualidade e avaliação de carcaças e carnes bovinas. **Anais...Congresso Paranaense dos Estudantes de Zootecnia**, Maringá. 2009.

BRONDANI, I. L.; SAMPAIO, A. A. M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; FREITAS, L. S.; AMARAL, G. A.; SILVEIRA, M. F.; CEZIMBRA, I. M. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2034-2042, 2006.

CLEEF, E.H.C.B.VAN; EZEQUIEL, J.M.B.; GONÇALVEZ, J.S. Consumo de matéria seca e desempenho de bovinos de corte alimentados com glicerina bruta. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 47., 2010, Salvador. **Anais... Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2010.

CORNÉLIO, T.C. **Características de carcaça de cordeiros alimentados com teores crescentes de glicerina bruta**. Dissertação (Mestrado). 66 p. Universidade Federal da Grande Dourados, 2014.

CUNHA, C.M. **Qualidade da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo teores crescentes de glicerina bruta**. Dissertação (Mestrado). 55 p. Universidade Federal da Grande Dourados, 2014.

DABÉS, A.C. Propriedades da carne fresca. **Revista Nacional da Carne**, v.25, n.288, p.32-40, 2001.

DONKIN, S.S. Use of glycerin in dairy diets. **Journal of Animal Science**, v.86, p.392, (E-Suppl. 2), 2008.

DONKIN, S.S.; DOANE, P. Glycerol as a feed ingredient in dairy rations. In: TRISTATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 2007, Ohio. **Proceedings...** Ohio, p. 97-103, 2007.

DOPPENBERG, J.; VAN DER AAR, P. The nutritional value of biodiesel by-products pt2: Glycerine. **Feed Business Asia**, Shanghai, v.1, n.1, p.42-43, 2007.

ELAM, N. A.; ENG., K. S.; BECHTEL, B.; HARRIS, J. M.; CROCKER, R. Glycerol from Biodiesel Production: Considerations for feedlot diets. **Proceedings of the Southwest Nutrition Conference**, Tempe AZ, n. 21, 2008.

FERRARO, S.M.; MENDOZA, G.D.; MIRANDA, L.A.; GUTIERREZ, C.G. In vitro gas production and ruminal fermentation of glycerol, propylene glycol and molasses. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v.154, p.112–118, 2009.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA), **Code of Federal Regulations**, v.6, n. 21, 2006.

GARTON, G.A.; LOUCH, A.K.; VIOQUE, E. Glyceride hydrolysis and glycerol fermentation by sheep rumen contents. **Journal of General Microbiology**, v.25, p. 215-225, 1961.

GASTALDI, K.A.; SILVA SOBRINHO, G.A.; GARCIA, C.A.; MACHADO, M.R.F. Influência de diferentes relações volumoso:concentrado e pesos de abate de cordeiros confinados. 3. componentes do peso vivo. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 37. 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, p.653-656, 2000.

GEORGE, M. H. **Managing cattle feeding programs for marbling**. In: Marbling Symposium. Proceedings...Disponível em: <<http://www.beefcra.org.au/documents/HeatherBurrow.pdf>> Acesso em: 23 Dez. 2013.

GOMES, M.A.B.; MORAES, G.V.; MATAVELI, M.; MACEDO, F.A.F.; CARNEIRO, T.C.; ROSSI, R.M. Performance and carcass characteristics of lambs fed on diets

supplemented with glycerin from biodiesel production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2211-2219, 2011.

GOMES, M.A.B.; **Parâmetros produtivos e reprodutivos de ovinos suplementados com glicerina da produção de biodiesel**. 2009. 81p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Centro de Ciências Agrárias. Universidade Estadual de Maringá. Paraná, 2009.

GUNN, P.J.; NEARY, M.K.; LEMENAGER, R.P.; LAKE, S.L. Effects of crude glycerin on performance and carcass characteristics of finishing wether lambs. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 1771-1776. 2010b.

GUNN, P.J.; SCHULTZ, A.F.; VAN EMON, M.L.; NEARY, M.K.; LEMENAGER, R.P.; RUSK, 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. 2010a.

HERMES, P.R.; COSTA, P.B.; VILELLA, C.G.; FERNANDES, A.R.M.; NUBIATO, K.E.Z.; ALVES, L.G.C. Características físicas da carne de cordeiros alimentados com glicerina bruta. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. **Anais...** Brasília, 2012.

IMMONEN, K.; RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Some effects of residual glycogen concentration on the physical and sensory quality of normal pH beef. **Meat Science**, v. 55, p. 33-38, 2000.

KERR, B. J.; HONEYMAN, M.; LAMMERS, P. **Feeding bioenergy coproducts 499 to swine: crude glycerol**. Ames: Iowa State University, 2007. Disponível em: <<http://www.ipic.iastate.edu/publications/IPIC11b.pdf> 2007>. Acesso em: 02 agosto. 2013.

KREHBIEL, C.R. Ruminant and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal Science**, v.86, p.392, (E-Suppl. 2), 2008.

LAGE, J.F. **Glicerina bruta oriunda da agroindústria do biodiesel na alimentação de cordeiros em terminação**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2009.

LAGE, J.F., PAULINO, P.V.R., PEREIRA, L.G.R., DUARTE, M.S., FILHO, S.C.V., OLIVEIRA, A.S., SOUZA, N.K.P., LIMA, J.C.M., Carcass characteristics of feedlot lambs fed crude glycerin contaminated with high concentrations of crude fat. **Meat Science**, v.96, p. 108-113, 2014.

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**, v. 45, n. 9. Brasília 2010.

- LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 384p, 2005.
- LEÃO, J.R. **Glicerol: Desempenho e características da carcaça e da carne de bovinos leiteiros**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) - Fundação Universidade Federal do Tocantins, 95 p. 2011.
- LEE, S.-Y.; LEE S.-M.; CHO, Y.-B.; KAM, D.-K.; LEE, S.-C.; KIM, C.-H.; SEO.S. Glycerol as a feed supplement for ruminants: *in vitro* fermentation characteristics and methane production. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.166-167, p.269-274, 2011.
- MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, E. 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.
- MARTINS, A.S.; KACHINSKI, M.B.; GALETTO, S.L.; MOLETTA, J.L.; LEAL, L.S. Consumo, desempenho e metabólitos sanguíneos de ovelhas suplementadas com glicerol na dieta. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2013.
- MENDES, F.C.E.A.S. **Características físicas e sensoriais da picanha bovina obtida em bairros de alto e baixo poder aquisitivo**. Dissertação (Mestrado). 87 p. Universidade Federal Fluminense. Niterói – RJ. 2012.
- MOTA, C.J.A.; SILVA, C.X.A.; GONÇALVES, V.L.C. Gliceriquímica: novos produtos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 639-648, 2009.
- MOUROT, J.; AUMAITRE, A.; MOUNIER, A.; PEINIAU, P.; FRANÇOIS, A.C. Nutritional and physiological effects of dietary glycerol in the growing pig. Consequences on fatty tissues and post mortem muscular parameters. **Livestock Production Science**, v. 38, p. 237-244, 1994.
- OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M. **Produção de carne ovina: Técnicas de avaliação “in vivo” e na carcaça**. 2 ed. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas. Ed. Universitária, 59-73, 2005.
- PARKER, A.J.; DOBSON, G.P.; FITZPATRICK, L.A. Physiological and metabolic effects of prophylactic treatment with the osmolytes glycerol and betaine on *Bos indicus* steers during long duration transportation. **Journal of Animal Science**, v.85, p. 2916-2923, 2007.
- PARSONS, G. **Effects of crude glycerin in feedlot cattle**. Tese (Doutorado). Kansas State University, USA. 2010.
- PARSONS, G.L.; SHELOR, M.K.; DROUILLARD, L.S. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.87, p.653-657, 2009.

PELLEGRIN, A.C.R.; PIRES, C.C.; CARVALHO, S.; PACHECO, P.S.; PELEGRIN, L.F.V.; GRIEBLER, L.; VENTURINI, R.S. Glicerina bruta no suplemento para cordeiros lactentes em pastejo de azevém. **Ciência Rural**, v.42, n. 8, p. 1477 – 1482, 2012.

PELLEGRIN, A.C.R.S.; PIRES, C.C.; CARVALHO, S; MELLO, R.O.; MEDEIROS, L.M.; LUZ, G.F. Consumo e desempenho de cordeiros mantidos a pasto suplementados com níveis de glicerina bruta no creep feeding. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 48, 2011, Belém. **Anais...**Belém: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2011.

PINTO, A.C., GUARIEIRO, L.L.N.; REZENDE, M.J.C.; RIBEIRO, N.M.; TORRES, E.A.; LOPES, W.A.; PEREIRA, P.A.P.; ANDRADE, J.B. Biodiesel: An overview. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.16, p.1313-1330, 2005.

POL, A.;DEMEYER, D.I. Fermentation of methanol in the sheep rumen. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.54, n.3, p.832–834, 1988.

POLIZEL, D.M. **Inclusão de glicerina bruta em substituição parcial ao milho na dieta de ovinos**. Dissertação (Mestrado), 122 p. Universidade de São Paulo, 2013.

PORTO, P.P., SILVA, C.S., ARTACHO, L., PISTELLI, A.P., CONSTANTINO, C. Aspectos quantitativos da carcaça de cordeiros mestiços suplementados com silagem de milho ou milheto. Pato Branco,PR. **Synergismus scyentifica**: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 5. ed. Viçosa: UFV, 599 p. 2007.

ROÇA, R.O. **Propriedades da carne**. Disponível em: http://www.eng.ufsc.br/disci/eqa5217/material_didatico/propriedades_da_carne.pdf. Acesso em: 27 de Abril de 2014.

SAÑUDO, C.A.; DELFA, R.; CASAS, M. **Influencia del genótipo en la calidad de la carne del ternasco de Aragón**. In: JORNADAS CIENTÍFICAS DE LA SOCIEDADE ESPAÑOLA DE OVINOTECNIA Y CAPRINOTECNIA, 16., 1992, Pamplona. Anais... Pamplona: SEOC, p.473-479, 1992.

SCHRODER, A.; SUDEKUM, K.H. **Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants**. In Proc. 10th International Rapeseed Congress. Canberra, Australia, 1999.

SELLERS, R. S. Glycerin as a feed ingredient, official definition(s) and approvals. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.392, 2008.

SUDEKUM, K.H. Co-products from biodiesel production. In: Garnsworrrhy, P.C.; Wiseman, J. (Ed). Recent advances in animal nutrition. Nottingham: Nottingham University Press, 2008.

TERRÉ, M.; NUDA A.; CASADO A.; BACH, A. The use of glycerine in rations for light lamb during the fattening period. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v.164 p. 262-267, 2011.

TOOHEY, D.E.; JAYANATH, A.; CRASE, L. **Pre-feasibility study into biodiesel opportunity**. Disponível em: <http://www.napswg.gov.au/publications/books/pratt-water/working-papers/pubs/biodiesel.pdf>. [Acesso em: 15 de Janeiro de 2014].

TYSON, K.S.; BOZELL, J.; WALLACE, R.; PETERSEN, E.; MOENS, L. **Biomass oil analysis: research needs and recommendations**. Disponível em: <http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/34796.pdf>, Acesso em: 25 de Março de 2014.

WALLACE, K.B.; EELLS, J.T.; MADEIRA, V.M.; CORTOPASSI, G.; JONES, D.P. Mitochondria-mediated cell injury: symposium overview. **Fundamental and Applied Toxicology**, Akron, v. 38, n.1, p. 23-37, July, 1997.

YAMAMOTO, M.S.; MACEDO, F.A.F.; MEXIA, A.A.; ZUNDT, M.; SAKAGUTI, E. S.; ROCHA, G. B. L.; REGAÇONI, K. C. T.; MACEDO, R. M. G.. Rendimento dos cortes e não-componentes das carcaças de cordeiros terminados com dietas contendo diferentes fontes de óleo vegetal. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6,p.1909-1913, 2004.

ZAVARIZE, K.C. **Utilização de glicerina proveniente da produção do biodiesel na dieta de frangos de corte**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 84 p. 2012.

ZAWADSKI, F.; VALERO, M.V.; PRADO, I.V. **Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte**. In: Prado, I.N. (Organizador). *Produção de Bovinos de Corte e Qualidade da Carne*. Maringá: Eduem, 2010.