

JOSIANE FONSECA LAGE

**GLICERINA BRUTA ORIUNDA DA AGROINDÚSTRIA DO BIODIESEL NA  
ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS EM TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia, para  
obtenção do título de *Magister  
Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2009

JOSIANE FONSECA LAGE

**GLICERINA BRUTA ORIUNDA DA AGROINDÚSTRIA DO BODIESEL NA  
ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS EM TERMINAÇÃO**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia, para  
obtenção do título de *Magister  
Scientiae*.

APROVADA: 29 de julho de 2009

---

Pesq. Luiz Gustavo R. Pereira  
(Co-Orientador)

---

Prof. Sebastião de C. Valadares Filho  
(Co-Orientador)

---

Prof. Edenio Detmann

---

Prof. André Soares de Oliveira

---

Prof. Pedro Veiga R. Paulino  
(Orientador)

*"Pedras no caminho?"*

*Guardo todas,*

*um dia vou construir um castelo..."*

(Fernando Pessoa)

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por estar sempre iluminando meu caminho e me dando forças para superar as dificuldades que me foram impostas.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia da UFV, pela imensa contribuição com a minha formação pessoal e profissional.

À meu pai, por me ajudar sempre nos estudos e principalmente por acreditar em mim. Sem o seu esforço, eu não estaria vencendo mais esta etapa em minha vida. Muito obrigada, meu pai!

À minha mãe, que às vezes contrária á minha decisão de ser Zootecnista, nunca deixou de estender a mão e me ajudar no que fosse preciso. Sei que posso contar sempre com você!

Ao Professor Pedro Veiga Rodrigues Paulino, por permitir que eu trabalhasse com o que sempre desejei. Agradeço a oportunidade e a imensa contribuição na minha vida profissional. Você é um exemplo a ser seguido. Muito obrigada por tudo!

Ao Pesquisador Luiz Gustavo Ribeiro Pereira, pela confiança que depositou em mim, sem ao menos me conhecer. A sua empolgação e ânimo com nosso trabalho, sempre me motivaram ainda mais. Você foi uma pessoa fundamental para iniciar e concluir tudo isso. Não tenho palavras para agradecer tudo que você fez por mim. Serei eternamente grata a você, Luiz!

Ao Professor Sebastião de Campos Valadares Filho, pela preocupação constante em ajudar na condução do experimento, pela contribuição neste trabalho, por fazer parte da minha formação profissional e principalmente por aconselhar e me ajudar a seguir o meu caminho no momento que mais precisei.

Ao Professor André Soares de Oliveira, por ter sido o ponto inicial de todo esse trabalho. Obrigada pela idéia de trabalhar com a glicerina bruta e por toda ajuda na análise econômica. Suas dicas e sugestões foram de grande contribuição para enriquecer esse trabalho.

Ao Professor Edenio Detmann, por toda ajuda nos procedimentos estatísticos e pelo dom de ensinar, o que me fez ter mais simpatia pela estatística. Agradeço todas as sugestões e críticas feitas á esse trabalho, mas

principalmente aos ensinamentos em suas aulas, que com certeza foram de grande valia para minha formação profissional.

Aos meus amigos da Pós-Graduação: Jucilene, amiga de bom coração, o que permitiu me socorrer nas horas que mais precisei, estando sempre disposta a me ajudar; Mürcim, pela amizade, por ser companheiro e principalmente por dar ouvidos á todos os meus desabafos; Verônica, Tokinho e Ivanna, por estarem presentes quando mais precisei, pela boa amizade e por todos bons momentos de descontração. E aos que não estiveram presentes no experimento, mas tornaram meus fins de semana muito mais felizes: Tadeu (Mocó) e Gustavo, obrigada pela ótima convivência e pela amizade! Sentirei saudade de todos vocês!

Aos meus estagiários: Jéssika, Pedrão, Luiz Henrique, Macaé, Emílio, Diane e Sandra (Pará). A ajuda de vocês foi indispensável para concluir este trabalho.

À você Natália, que sempre conseguiu me contagiar com tamanha alegria. Obrigada pela amizade, compreensão e por toda ajuda que foi de extrema importância para concluir este trabalho.

Às minhas amigas de república: Luciana, pela boa convivência, amizade e por dividir comigo momentos de alegrias e tristezas nesses sete anos morando juntas; Michelle, pelas boas risadas e por ser companheira demais; Anna e Fernanda, pela amizade e compreensão que sempre tiveram comigo nesta reta final.

À Zezé, Marcelo e Pum, por toda ajuda e preocupação com o experimento, pelos momentos de descontração (principalmente na sexta-feira) e pela boa convivência.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, principalmente Wellington, Mário e Monteiro, por serem sempre prestativos e me ajudarem no que foi preciso.

Aos funcionários do DZO, principalmente á Rosana, Celeste, Fernanda e Venâncio, que sempre me atenderam com boa vontade, estando sempre dispostos a me ajudar.

Á Nilton de Oliveira Couto e Silva, da Funed, pela realização da análise de metal pesado na glicerina bruta.

Á Eduardo Rezende Pereira do Laboratório do Departamento de Química, pela persistência na análise da glicerina bruta e por conseguir realizá-la.

Á todos que ajudaram e que fizeram parte do meu trabalho e da minha vida durante estes anos em Viçosa!

**MUITO OBRIGADA!!!**

## **BIOGRAFIA**

JOSIANE FONSECA LAGE, filha de José Maurílio Lage e Maria de Lourdes Fonseca Lage, nasceu em João Monlevade, Minas Gerais, no dia 29 de abril de 1983.

Em janeiro de 2007, concluiu o curso de graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa.

Em 29 de julho de 2009, submeteu-se á defesa de tese, concluindo o Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa, desenvolvendo estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes.

## SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	xi
INTRODUÇÃO GERAL.....	01
LITERATURA CITADA.....	06
<b>CAPÍTULO 1 - Consumo, digestibilidade de nutrientes, desempenho e avaliação econômica da dieta de cordeiros alimentados com glicerina bruta na fase de terminação em confinamento</b>	
Resumo.....	08
Abstract.....	10
Introdução.....	12
Material e Métodos.....	13
Resultados e Discussão.....	18
Conclusões.....	32
Literatura Citada.....	32
<b>CAPÍTULO 2 - Características de carcaça, qualidade e segurança da carne de cordeiros alimentados com glicerina bruta na fase de terminação em confinamento</b>	
Resumo.....	36
Abstract.....	38
Introdução.....	40
Material e Métodos.....	42
Resultados e Discussão.....	48
Conclusões.....	66
Literatura Citada.....	67
Conclusões Gerais.....	72

## RESUMO

LAGE, Josiane Fonseca, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2009.  
**Glicerina bruta oriunda da agroindústria do biodiesel na alimentação de cordeiros em terminação.** Orientador: Pedro Veiga Rodrigues Paulino.  
Co orientadores: Luiz Gustavo Ribeiro Pereira e Sebastião de Campos Valadares Filho.

A presente tese foi elaborada com o objetivo de avaliar o efeito dos níveis de inclusão da glicerina bruta (GB), contendo 36,20% de glicerol, na dieta de cordeiros em terminação, sobre o consumo, digestibilidade dos componentes da dieta, desempenho, avaliação econômica, características de carcaça, qualidade e segurança da carne dos animais. Utilizaram-se 35 cordeiros, recém-desmamados, machos não castrados, da raça Santa Inês, com peso médio inicial de  $20 \pm 2,27$  kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, a cinco tratamentos experimentais, com seis repetições, que consistiram de níveis de inclusão da GB na dieta, em substituição ao milho, sendo 0, 3, 6, 9 e 12% na matéria seca (MS) total da dieta. Após 10 dias de adaptação, cinco animais foram abatidos para se obter o rendimento de carcaça inicial, estimando-se o peso de carcaça inicial, de forma a obter o ganho de carcaça diário (GC) e o ganho de carcaça em relação ao ganho médio diário de peso (GC/GMD). Decorrido o período de adaptação, os 30 animais restantes foram alojados em baias individuais onde receberam dietas completas contendo, em base da matéria seca, 30% de silagem de milho e 70% de concentrado. Quando os animais atingiram peso médio aproximado de 35 kg, foram abatidos. Houve efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) sobre o consumo de MS em g/dia e g/kg de peso corporal, matéria orgânica (MO) em g/dia e g/kg de peso corporal, proteína bruta (PB), FDNcp em g/dia e g/kg peso de corporal, carboidratos não fibrosos (CNF) e consumo de nutrientes digestíveis totais. Houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) dos níveis de GB na dieta sobre o consumo de extrato etéreo (EE), estimando-se em um nível de 10,81% de GB, o consumo máximo de 57,62 g/dia. Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de GB na dieta sobre a digestibilidade da MS, MO e PB. Houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) sobre o coeficiente de digestibilidade da FDNcp,

estimando-se a digestibilidade mínima de 38,44% para o nível de 7,30% de inclusão de GB. Foi observado efeito linear decrescente sobre o coeficiente de digestibilidade do EE ( $P < 0,05$ ) e para o coeficiente de digestibilidade ( $P < 0,05$ ) dos CNF foi observado efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ). Houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) dos níveis de GB sobre o peso corporal final dos animais, peso de corpo vazio e conversão alimentar (em relação ao GMD e em relação ao GC). Houve efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) dos níveis de GB sobre o peso de corpo vazio em relação ao peso corporal dos animais e ganho de peso de corpo vazio. O ganho de carcaça, GC/GMD e o GMD apresentaram efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ). Houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) dos níveis de GB sobre o peso de carcaça quente e peso de carcaça fria, sendo que o rendimento de carcaça quente em relação ao jejum, rendimento de carcaça quente em relação ao peso de corpo vazio, rendimento de carcaça fria em relação ao jejum e rendimento de carcaça fria em relação ao peso de corpo vazio apresentaram efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ). Não houve efeito dos níveis de GB ( $P > 0,05$ ) sobre as perdas de peso da carcaça pelo resfriamento e espessura de gordura subcutânea. Entretanto, a área de olho de lombo apresentou efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) estimando-se o valor máximo de 13,20 cm<sup>2</sup> para o nível de 4,14% de inclusão da GB na MS da dieta. Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de GB sobre a área de olho de lombo em relação ao peso da carcaça. O rendimento dos cortes da carcaça e o peso do pescoço não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pela inclusão de GB na dieta. Entretanto, os pesos da paleta e costela decresceram linearmente ( $P < 0,05$ ) com o aumento da inclusão da GB ( $P < 0,05$ ) e os pesos do lombo e perna apresentaram efeito quadrático ( $P < 0,05$ ). A inclusão de GB na dieta não afetou ( $P > 0,05$ ) o rendimento de alguns tecidos não componentes da carcaça, como órgãos, diafragma, gordura visceral, gordura interna, aparas, pés, cabeça e sangue. Já o rendimento de estômagos e intestinos apresentou efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) e o rendimento de pele decresceu linearmente com o aumento de GB ( $P < 0,05$ ). Houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) sobre as perdas por descongelamento da carne. Os níveis de GB na dieta não influenciaram ( $P > 0,05$ ) o pH inicial e final, as perdas por

cozção, perdas totais e força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi*. Não houve efeito ( $P>0,05$ ) dos níveis de GB sobre os teores de umidade, cinzas e EE da carne, mas o teor de PB decresceu linearmente com o aumento de GB nas dietas ( $P<0,05$ ). Houve maior deposição de cobre no fígado dos animais ( $P<0,05$ ) alimentados com GB na dieta, já o teor de zinco decresceu linearmente na carne ( $P<0,05$ ) com o aumento dos níveis de inclusão da GB. A glicerina bruta contendo 36,20% de glicerol pode ser incluída na dieta de cordeiros em terminação em até 6% na matéria seca da dieta, otimizando a conversão alimentar dos animais. Quando o preço da glicerina representar até 70% do preço do milho, esta poderá ser incluída na dieta de cordeiros em terminação em até 6% na MS da dieta, com benefícios econômicos. A inclusão de GB na dieta, não promove efeitos que comprometam a qualidade e segurança alimentar da carne.

## ABSTRACT

LAGE, Josiane Fonseca, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July of 2009.  
**Crude glycerin derived from biodiesel agroindustry on finishing lambs diets.** Adviser: Pedro Veiga Rodrigues Paulino. Co-advisers: Luiz Gustavo Ribeiro Pereira e Sebastião de C. Valadares Filho.

The present thesis was elaborated for aim to evaluate the effects of including crude glycerin (CG) on finishing lambs diets on intake, nutrients digestibility, performance, economical analysis, traits carcass, quality and safe of meat lambs. Thirty five intact male lambs (Santa Inês), with  $20 \pm 2,27$  kg of initial body weight, were randomly assigned to five treatments, with six replicates, consisted of increasing crude glycerin levels on the diet: 0, 3, 6, 9 and 12% of diet dry matter. After ten days of adaptation, five animals were slaughtered to determine initial carcass dressing and then estimate initial carcass weight, which was used to obtain carcass gain (CG), expressed in kg/day or in percentage to average daily gain (CG/ADG). After period adaptation, the thirty animals were housed an individual pens and received the diets with 30% of roughage and 70% of concentrate. When the group reached average body weight of 35 kg, the animals were slaughtered. The intake of dry matter (DM), g/day and g/kg of body weight, organic matter (OM), g/day and g/kg of body weight, crude protein (CP), neutral fiber detergent (NFD), g/day and g/kg of body weight, non-fibrous carbohydrates (NFC) and total digestible nutrients decrease linearly as the level crude glycerin in the diet ( $P < 0,05$ ). The intake of ether extract had a quadratic effect ( $P < 0,05$ ), estimating at the level of 10,78% CG, the maximum intake of 57,62 g/day. Differences no were detected ( $P > 0,05$ ) on digestibility of DM, OM and CP. The digestibility NFD had a effect quadratic ( $P < 0,05$ ), estimating at the level 7,30% of CG, the minimum digestibility on 38,44%. The digestibility of ether extract decrease linearly and the digestibility of NCF increase linearly with the inclusion of CG in the diet ( $P < 0,05$ ). The body weight at slaughter, the empty body weight and feed to gain ratio had a quadratic effect ( $P < 0,05$ ). The empty body weight in relation body weight at slaughter, empty body weight gain, carcass gain (CG), carcass gain

relation average daily gain (CG/ADG) and average daily gain (ADG) decrease linearly ( $P < 0,05$ ) as the level CG in the diet. The hot carcass weight and cold had a quadratic effect ( $P < 0,05$ ) and the hot dressing percentage on shrunk and the empty body weight, cold dressing percentage on shrunk and the empty body weight decrease linearly as the level CG in the diet ( $P < 0,05$ ). Differences no were detected on cooling losses and backfat thickness ( $P > 0,05$ ), but the ribeye area had a quadratic effect ( $P < 0,05$ ). Differences no were detected ( $P > 0,05$ ) on main carcass cuts and neck weight, but the shoulder and rib weight decrease linearly ( $P < 0,05$ ) as the level CG in the diet. The loin and leg weight had a quadratic effect ( $P < 0,05$ ). The empty body weight had a quadratic effect ( $P < 0,05$ ). Differences no were detected ( $P > 0,05$ ) on yield non carcass tissue components: organs, diaphragm, visceral fat, intern fat, reproductive tract and trachea, feet, head and blood. The yield of stomach and intestine had a quadratic effect ( $P < 0,05$ ) but the fur yield decrease linearly as the level CG in the diet ( $P < 0,05$ ). The thaw losses had a quadratic effect ( $P < 0,05$ ), but differences no were detected on initial and final pH, cooking losses, total losses and shear force of *Longissimus dorsi* muscle ( $P > 0,05$ ). Differences no were detected ( $P > 0,05$ ) on moisture, ash and ether extract content of meat lambs, but the crude protein content decrease linearly ( $P < 0,05$ ) as the level CG in the diet. The copper content on liver lambs increase linearly ( $P < 0,05$ ) as the level CG in the diet, but the zinc content decrease linearly as the level CG in the diet ( $P < 0,05$ ). The crude glycerin with 36,20% of glycerol could included in the diet of finishing lambs in 6% of dry matter, optimizing the feed to gain ratio. If the price crude glycerin reach until 70% of corn price, could included on the finishing diet lambs until 6% on the diet dry matter, promoting economics benefits. The inclusion crude glycerin on the finishing diets lambs no promote changes that promise the quality and safe meat.

## Introdução Geral

A glicerina é um co produto oriundo de diversas rotas industriais, dentre elas, do processo de transformação dos triglicerídeos em biodiesel, a partir de lipídeos derivados de uma variedade de plantas ou gordura animal. Na produção de biodiesel, ocorre a reação de transesterificação na presença de um catalisador (hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio) e de um álcool de cadeia curta (metanol ou etanol). Segundo Kerr et al. (2007), a glicerina resultante deste processo, denominada glicerina bruta, contém, em média, de 75 a 80% de glicerol, sendo o restante composto por água, ácidos graxos (7 a 13%), minerais oriundo dos catalisadores (2 a 3%) e álcool (<0,5%). No Brasil tem ocorrido grande variação na composição deste produto, encontrando-se glicerinhas brutas com 40 ou 80% de glicerol. A glicerina bruta que contém 40% de glicerol possui como principal impureza os ácidos graxos não convertidos em biodiesel.

Os benefícios trazidos pela utilização do biodiesel, além de utilizar fontes renováveis de energia, são a redução na emissão de gases poluentes, maior produção de energia em relação ao etanol de milho e ao petróleo e redução na dependência do Brasil com a importação do diesel de petróleo. Em 2008, o uso do biodiesel evitou a importação de 1,1 bilhões de litros de diesel de petróleo, gerando divisas para o país.

O Brasil está entre os maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo, com uma produção anual, em 2008, de 1,2 bilhões de litros (ANP, 2009). Desde 1º julho de 2009, de acordo com a resolução nº 2/2009 estabelecida pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), o óleo diesel comercializado em todo Brasil, deverá conter obrigatoriamente, 4% de biodiesel. Assim, está havendo um aumento na produção de biodiesel no país e conseqüentemente de glicerina bruta, pois esta representa aproximadamente 10% do peso do óleo ou gordura utilizados para produção de biodiesel (Dasari et al., 2005).

O volume excedente de glicerina bruta a ser gerado com a produção de biodiesel, possivelmente, acarretará em redução nos preços, sendo necessário a busca por novas formas de utilização deste co produto. Atualmente, a glicerina purificada é utilizada na indústria de cosméticos, saboaria e fármacos, setores incapazes de absorver o grande volume a ser gerado com a produção de biodiesel (Gonçalves, 2006). O destino da glicerina bruta é uma importante consideração a ser feita pela agroindústria do biodiesel, pois além de ser um poluente ambiental, esta não atende os requerimentos legais para uso farmacêutico, que preconiza o uso da glicerina purificada com teores acima de 99,5% de glicerol.

A glicerina purificada tem sido estudada como suplemento gliconeogênico para prevenção da cetose em vacas durante a fase de lactação (Fisher et al., 1971; Sauer et al., 1973) e ovelhas durante o pré-parto (Griffiths, 1952), pois aumenta o suprimento de precursores da glicose. Entretanto, em consequência do crescimento da indústria do biodiesel, o interesse pelo uso da glicerina tem sido renovado, pois há possibilidade de incluí-la como macroingrediente na dieta de ruminantes, obtendo um preço favorável em relação a outros cereais utilizados na dieta, como o milho. Segundo Mach et al. (2009) a glicerina bruta poderia ser incluída em dietas de ruminantes como um ingrediente energético e substituir outros ingredientes utilizados na alimentação como os cereais, e tendo como consequência, uma redução nos custos com a alimentação.

Em 1953, Johns reportou que a adição de glicerol ao conteúdo ruminal de ovinos, resultou em formação de ácido propiônico. A maior parte do propionato produzido é removido do sangue portal pelo fígado, sendo a rota metabólica usual, o ciclo de Krebs, onde o succinil-CoA após reações bioquímicas, origina o oxaloacetato que pode ser utilizado para formar glicose pela via gliconeogênica (Valadares Filho & Pina, 2006). O glicerol também pode ser absorvido diretamente pelo epitélio ruminal, sendo convertido em glicose no fígado. A enzima glicerol quinase converte glicerol e ATP a glicerol-3-fosfato e ADP ao nível de triose fosfato, direcionando o glicerol para a gliconeogênese

(Krehbiel, 2008). Assim, a glicerina apresenta potencial aplicação como substrato gliconeogênico para ruminantes. Trabue et al. (2007) sugeriram que 80% do glicerol é metabolizado no rúmen após 24 horas, e por ser fermentado principalmente a propionato, resulta no decréscimo da relação acetato:propionato no rúmen. Segundo Krehbiel (2008) além do aumento na produção de propionato há também produção de butirato no rúmen devido à inclusão de glicerol na dieta dos ruminantes.

A microflora ruminal está apta a metabolizar o glicerol, que faz parte da composição dos fosfolipídeos presentes na parede celular de plantas e nas reservas de lipídeos dos óleos oriundos dos vegetais. Ingerido nesta forma (através dos vegetais), o glicerol representa somente uma pequena porção do total de alimento consumido, sendo 2 a 4 g/kg de matéria seca ingerida (Roger et al., 1992). No entanto, devido ao fato de ser uma molécula gliconeogênica, há um grande interesse no seu uso como macro ingrediente na dieta de ruminantes.

Estudos sobre o uso da glicerina bruta em dietas de frangos (Simon et al., 1996; Cerrate et al., 2006), suínos (Kerr et al., 2007) e bovinos (Pyatt et al., 2007; Mach et al., 2009), indicam que a glicerina bruta, com aproximadamente 80% de glicerol, pode ser utilizada em até 10% de inclusão na matéria seca da dieta, sem causar efeitos deletérios na produção animal. Até o momento, não existem estudos sobre utilização da glicerina bruta na dieta de cordeiros em terminação, espécie que tem alcançado alto índice de crescimento em diversas regiões do nosso país.

O rebanho ovino brasileiro está estimado em aproximadamente 16,068 milhões de animais, sendo o maior rebanho situado na região Nordeste com 9,66 milhões, seguidos pela região Sul (4,13 milhões), Centro-Oeste (1,04 milhões), Sudeste (0,66 milhões) e Norte (0,59 milhões), de acordo com o Anualpec (2007). Estes números tendem a sofrer intensas mudanças com o passar dos anos, visto que as regiões Sudeste e Centro-Oeste têm se especializado cada vez mais na criação destes animais para produção de carne.

O consumo per capita de carne ovina no Brasil é baixo, alcançando 700 a 800 g/habitante/ano. Entretanto, o Brasil não é auto-suficiente na produção desta carne, sendo necessário importá-la de outros países. A demanda pela carne ovina tem aumentado nos últimos anos, principalmente nos grandes centros urbanos do país, mas juntamente com este aumento pela procura da carne, as exigências dos consumidores por produtos de qualidade também aumentaram consideravelmente.

Os consumidores estão, atualmente, dando preferência aos cortes com maior proporção de músculo, menores quantidades de gordura, desejando uma carne macia e com sabor agradável. Portanto, a maior procura dos consumidores de carne ovina é pelo produto oriundo de animais jovens, entre cinco a seis meses de idade, com carcaças pesando de 13 a 15 kg, com elevada proporção de músculos e gordura de cobertura uniforme, o que é obtido com o abate de animais com 30 a 35 kg de peso corporal.

Apesar de ser uma atividade com relevância econômica e social no mercado agropecuário brasileiro, a ovinocultura brasileira ainda apresenta baixos índices zootécnicos, oferta irregular do produto no mercado, dentre outros fatores que são consequência, principalmente, das técnicas de criação utilizadas e da grande falta de conhecimento da atividade. No Brasil, os ovinos são criados, em sua maioria, de forma extensiva, o que reflete em menor ganho de peso dos animais e abate dos mesmos em idade tardia, o que proporciona ao mercado consumidor uma carne de baixa qualidade.

Para produzir carne de qualidade e fazer com que a produção supere a demanda de carne ovina no Brasil nos próximos anos, além da reestruturação de vários pontos da cadeia produtiva, deve-se utilizar técnicas de produção que permitam a padronização das carcaças e dos cortes disponíveis aos consumidores. Uma das opções para atender esta demanda é o confinamento de cordeiros.

Os cordeiros são a categoria mais indicada para produção de carne em confinamento, pois apresentam crescimento acelerado, carne de melhor qualidade e são mais susceptíveis à verminose. O uso de altas proporções de

concentrado é muito comum, pois o uso destas dietas possibilita um crescimento rápido e eficiente dos animais. Entretanto, a alimentação apresenta elevada participação, cerca de 65 - 70% nos custos de produção de cordeiros em confinamento e a adoção desta prática exige que o produtor busque alternativas de alimentação que proporcionem redução das despesas (Susin et al., 2007). Dessa forma, a utilização de co produtos do biodiesel apresenta-se como alternativa alimentar para cordeiros em confinamento.

Em outros países, trabalhos recentes (Pyatt et al., 2007; Parsons et al., 2009) tem reportado o uso de glicerina bruta na dieta de bovinos em substituição aos grãos, visando diminuir os custos de produção, mas no Brasil, a sua utilização como macroingrediente em dietas de ruminantes ainda não foi pesquisada. No entanto, deve-se ter um cuidado especial ao direcionar a produção de glicerina para este fim. As impurezas presentes na glicerina bruta, como os metais pesados oriundos dos catalisadores, podem causar danos à saúde tanto dos animais quanto dos consumidores de seus produtos, o que, entretanto, tem sido pouco enfatizado pela pesquisa científica, levando à necessidade de desenvolvimento de trabalhos que atestem a segurança do seu uso na alimentação de ruminantes.

Diante da escassez de informações sobre o uso da glicerina bruta como macro ingrediente na dieta de cordeiros em terminação, e com a franca expansão do mercado da carne ovina no Brasil, objetivou-se neste estudo avaliar o efeito da inclusão de glicerina bruta na dieta destes animais, sobre os parâmetros nutricionais, desempenho, características de carcaça, qualidade e segurança da carne de cordeiros em confinamento.

## Literatura Citada

- ANP. O biodiesel obrigatório. Disponível em: [www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel.asp](http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel.asp), acesso em 29 de agosto de 2009.
- ANUALPEC. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Argos, p.368, 2007.
- CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z. et al. Evaluation of glycerin from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**, v.5, p.1001-1007, 2006.
- DASARI, M.A.; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R. et al. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis General**, v.281, p.225-231, 2005.
- FISHER, L.J.; ERFLE, J.D.; SAUER, F.D. Preliminary evaluation of the addition of glucogenic materials to the rations of lactating cows. **Canadian Journal of Animal Science**, v.51, p.721-727, 1971.
- GONÇALVES, V.L.C.; PINTO, B.P.; MUSGUEIRA, L.C. et al. Biogásolina: Produção de ésteres da glicerina. In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 1., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: MCT/ABIPTI, 2006. p.14.
- GRIFFITHS, W.R. Treatment of pregnancy toxemia in ewes by oral administration of glycerol. **Veterinary Research**, v.64, p.734, 1952.
- JOHNS, A.T. Fermentation of glycerol in the rumen of sheep. **New Zealand Journal of Science Technology**, v.35, p.262-269, 1953.
- KERR, B.J.; DOZIER, W.A.; BREGENDAHL, K. Nutrition value of crude glycerin for nonruminants. In: Annual Carolina Swine Nutrition Conference, 23., 2007, Raleigh, North Carolina. **Proceedings...** Raleigh, 2007. p.6.
- KREHBIEL, 2008. Ruminal and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal Science**, v.86, p.392, (E-Suppl.2), 2008.
- 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.
- PARSONS, G.L.; SHELOR, M.K.; DROUILLARD, J.S. Performance and carcass traits of finishing lambs heifers fed crude glycerin. **Journal of Animal Science**, v.87, p.653-657, 2009.

- PYATT, A.; DOANE, P.H.; CECAVA, M.J. Effect of crude glycerin in finishing cattle diets. **Journal of Animal Science**, v.85, p.412, (E-Suppl.), 2007.
- ROGER, V.; FONTY, G.; ANDRE, C. et al. Effects of glycerol on the growth, adhesion and cellulolytic bacteria and anaerobic fungi. **Current Microbiology**, v.25, p.197-201, 1992.
- SAUER, F.D.; ERFLE, J.D.; FISHER, L.J. Propylene glycol and glycerol as a feed additive for lactating dairy cows: An evaluation of blood metabolite parameters. **Canadian Journal of Animal Science**, v.53, p.265-271, 1973.
- SIMON, A.; SCHWABE, M.; BERGNER, H. Glycerol supplementation in broiler rations with low crude protein content. **Archive Tierernahr.**, v.50, p.271-282, 1996.
- SUSIN, I.; MENDES, C.Q. Confinamento de cordeiros: uma visão crítica. In: Simpósio de Caprinos e Ovinos, II, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: EV-UFMG, 2007, p.123.
- TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S. et al. Ruminal fermentation of propylene glycol and glycerol. **Journal Agricultural of Food Chemistry**, v.55, p.7043-7051, 2007.
- VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: Funep, 2006, 583p.

## Capítulo 1

### Glicerina bruta na alimentação de cordeiros terminados em confinamento

**Resumo:** Avaliaram-se os efeitos de níveis de inclusão da glicerina bruta (GB), contendo 36,20% de glicerol, na dieta de cordeiros em terminação, sobre o consumo, digestibilidade dos componentes da dieta, desempenho e avaliação econômica. Utilizaram-se 35 cordeiros, recém-desmamados, machos não castrados, da raça Santa Inês, com peso médio inicial de  $20 \pm 2,27$  kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, a cinco tratamentos experimentais, com seis repetições, que consistiram de níveis de inclusão da GB na dieta, em substituição ao milho, sendo 0, 3, 6, 9 e 12% na matéria seca (MS) da dieta. Após 10 dias de adaptação, cinco animais foram abatidos para se obter o rendimento de carcaça inicial, estimando-se o peso de carcaça inicial, de forma a obter o ganho de carcaça diário (GC) e o ganho de carcaça em relação ao ganho médio diário de peso (GC/GMD). Decorrido o período de adaptação, os 30 animais restantes foram alojados em baias individuais onde receberam dietas completas contendo, em base da matéria seca, 30% de silagem de milho e 70% de concentrado. Quando os animais atingiram peso médio aproximado de 35 kg, foram abatidos. Houve efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) sobre o consumo de MS, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais. Houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) dos níveis de GB na dieta sobre o consumo de extrato etéreo (EE), estimando-se para o nível de 10,78% de GB, o consumo máximo de 57,62 g/dia. Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de GB na dieta sobre a digestibilidade da MS, MO e PB. Houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) sobre o coeficiente de digestibilidade da FDNcp, estimando-se para o nível 7,30% de GB, a digestibilidade mínima de 38,44%. Animais alimentados com GB apresentaram menor coeficiente de digestibilidade do EE ( $P < 0,05$ ) e maior dos CNF ( $P < 0,05$ ). Houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) dos níveis de GB sobre o peso corporal final dos animais, peso de corpo vazio e conversão alimentar (em

relação ao GMD e em relação ao ganho de carcaça). Houve efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) dos níveis de GB sobre o peso de corpo vazio em relação ao peso corporal dos animais e ganho de peso de corpo vazio. O GC, GC/GMD e o GMD apresentaram efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ). A glicerina bruta contendo 36,20% de glicerol pode ser incluída na dieta de cordeiros em terminação em até 6% na matéria seca da dieta, otimizando a conversão alimentar dos animais. Quando o preço da glicerina bruta contendo 36,20% de glicerol representar até 70% do preço do milho, esta poderá ser incluída na dieta de cordeiros em terminação em até 6% na MS da dieta, proporcionando redução no custo do ganho de carcaça.

Palavras-chave: biodiesel, co produtos, glicerol, ovinos, ruminantes

## Crude glycerin on finishing lambs diets

**Abstract:** This study was elaborated for aim to evaluate the effects of including crude glycerin (CG) on finishing lambs diets on intake, nutrients digestibility, performance and economical analysis. Thirty five intact male lambs (Santa Inês), with  $20 \pm 2,27$  kg of initial body weight, were randomly assigned to 5 treatments, with six replicates, consisted of increasing crude glycerin levels on the diet: 0, 3, 6, 9 and 12% of diet dry matter. After ten days of adaptation, five animals were slaughtered to determine initial carcass dressing and then estimate initial carcass weight, which was used to obtain carcass gain (CG), expressed in kg/day or in percentage to average daily gain (CG/ADG). After period adaptation, the thirty animals were housed an individual pens and received the diets with 30% of roughage and 70% of concentrate. When the group reached average body weight of 35 kg, the animals were slaughtered. The intake of dry matter (DM), g/day and g/kg of body weight, organic matter (OM), g/day and g/kg of body weight, crude protein (CP), neutral fiber detergent (NFD), g/day and g/kg of body weight, non-fibrous carbohydrates (NFC) and total digestible nutrients decrease linearly as the level crude glycerin in the diet ( $P < 0,05$ ). The intake of ether extract had a quadratic effect ( $P < 0,05$ ), estimating at the level of 10,78% CG, the maximum intake of 57,62 g/day. Differences no were detected ( $P > 0,05$ ) on digestibility of DM, OM and CP. The digestibility NFD had a effect quadratic ( $P < 0,05$ ), estimating at the level 7,30% of CG, the minimum digestibility on 38,44%. The digestibility of ether extract decrease linearly and the digestibility of NCF increase linearly with the inclusion of CG in the diet ( $P < 0,05$ ). The body weight at slaughter, empty body weight and feed to gain ratio had a quadratic effect ( $P < 0,05$ ). The empty body weight in relation body weight at slaughter, empty body weight gain, carcass gain (CG), carcass gain relation average daily gain (CG/ADG) and average daily gain (ADG) decrease linearly ( $P < 0,05$ ) as the level CG in the diet. The crude glycerin with 36,20% of glycerol could included in the diet of finishing lambs in 6% of dry matter, optimizing the feed to gain ratio. If the price crude glycerin reach until

70% of corn price, could included on the finishing diet lambs until 6% on the diet dry matter, promoting economics benefits.

keywords: biodiesel, co-products, glycerol, sheep, ruminants

## Introdução

A terminação de cordeiros em confinamento é uma prática que tem despertado o interesse de produtores, possibilitando a redução das perdas de animais jovens por deficiências nutricionais e infestações parasitárias; permitindo a regularidade de oferta da carne durante o ano e retorno mais rápido do capital investido devido à redução da idade de abate dos animais (Medeiros et al., 2009). O custo de produção dos animais confinados ainda é considerado alto. Assim, o produtor precisa utilizar alimentos alternativos que possam substituir parte do concentrado fornecido, reduzindo o custo, sem prejudicar o consumo e o desempenho dos animais.

Entre os principais co produtos agroindustriais com potencial de uso na alimentação de ruminantes, atualmente destaca-se aqueles oriundos da produção de biodiesel, pois com a obrigatoriedade da inclusão de biodiesel ao diesel de petróleo, haverá concomitantemente a geração de co produtos que necessitam de destino ecologicamente corretos e economicamente viáveis.

Na produção do biodiesel, ocorre o processo de conversão de triglicerídeos a ácidos graxos esterificados (biodiesel), gerando a glicerina bruta como co produto. A glicerina purificada, que apresenta teores acima de 99,5% de glicerol, é amplamente utilizada na indústria farmacêutica e alimentícia. A produção excessiva, com o aumento da demanda por biodiesel, não está sendo totalmente absorvida pelas indústrias, assim, novas alternativas de utilização devem ser viabilizadas.

O glicerol é convertido em propionato no rúmen de ovinos, sendo que este, no fígado, é metabolizado a oxaloacetato através do ciclo de Krebs e pode ser utilizado para formar glicose pela via gliconeogênica. O glicerol também pode ser absorvido diretamente pelo epitélio ruminal, sendo que no fígado, através da enzima glicerol quinase, será direcionado para a gliconeogênese. Assim, a glicerina bruta apresenta potencial aplicação como substrato gliconeogênico para ruminantes.

A glicerina purificada foi amplamente estudada (Fisher et al., 1973; DeFrain et al., 2004) para o tratamento de desordens metabólicas em vacas de

leite. A glicerina purificada apresenta custo elevado, o que geralmente a limita como macroingrediente nas dietas. A opção de utilização na forma bruta nas dietas de ruminantes é ainda pouco explorada e pode constituir-se em opção economicamente viável. Com a perspectiva de redução nos preços, a glicerina bruta tem surgido como opção para utilização como macroingrediente na dieta de cordeiros em terminação, em substituição aos concentrados energéticos (Kerr et al., 2007). Todavia, como a glicerina obtida do processo de transesterificação do óleo apresenta-se na forma bruta, com impurezas (metais pesados, excesso de lipídeos e metanol), os impactos no consumo, na digestibilidade dos componentes da dieta e no desempenho animal podem ser diferentes aos obtidos com a glicerina purificada, de custo mais elevado.

Objetivou-se no presente trabalho avaliar o efeito da inclusão de glicerina bruta oriunda da agroindústria do biodiesel, sobre o consumo, a digestibilidade dos componentes da dieta e o desempenho produtivo e econômico de cordeiros alimentados em confinamento na fase de terminação.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, durante os meses de maio a julho de 2008.

Utilizaram-se 35 cordeiros recém-desmamados, machos não castrados, da raça Santa Inês, com peso médio inicial de  $20 \pm 2,27$  kg. Os animais foram alojados em baias individuais, não suspensas, de  $1,5 \text{ m}^2$  cada, providas de comedouro e bebedouro, dispostas em área coberta. A cama utilizada nas baias, para retenção de fezes e urina era composta de maravalha, sendo trocada a cada 15 dias ou sempre que estivesse úmida. Os animais foram submetidos a um período de adaptação de 10 dias às dietas e instalações. Decorrido o período de adaptação, cinco animais foram abatidos para se obter o rendimento de carcaça inicial, estimando-se o peso de carcaça inicial, de

forma a obter o ganho de carcaça diário (GC) e o ganho de carcaça em relação ao ganho médio diário de peso (GC/GMD).

A cada animal, dos 30 restantes, destinou-se, casualmente, um dos cinco tratamentos: 0, 3, 6, 9 ou 12% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca (MS) da dieta em substituição ao milho, sendo seis repetições por tratamento. As dietas completas ofertadas aos animais possuíam, em base da MS, 30% de silagem de milho e 70% de concentrado, o qual continha milho moído, farelo de soja, uréia/sulfato de amônio e suplemento mineral (Tabela 1).

Tabela 1. Proporção de ingredientes e composição química das dietas contendo níveis crescentes de glicerina bruta

Composição %	Níveis de glicerina bruta				
	0%	3%	6%	9%	12%
Ingrediente (%MS)					
Silagem de milho	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Milho moído fino	43,70	40,60	37,50	34,40	31,3
Farelo de soja	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50
Glicerina bruta	-	3,00	6,00	9,00	12,00
Uréia / Sulfato de amônio	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
Suplemento mineral <sup>1</sup>	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30
Química (%MS)					
Matéria seca	70,85	71,12	71,39	71,65	71,92
Matéria orgânica	96,20	96,17	96,15	96,13	96,10
Proteína bruta	18,76	18,81	18,87	18,92	18,97
Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína	21,50	21,12	20,74	20,35	19,97
Extrato etéreo	3,04	4,35	5,65	6,95	8,25
Carboidratos não fibrosos	53,73	52,88	52,05	51,23	50,40
Matéria mineral	3,59	3,61	3,64	3,66	3,69
Energia metabolizável (Mcal/kg) <sup>2</sup>	2,85	2,74	2,86	2,90	2,94

<sup>1/</sup> Composição (kg produto): Ca, 110g; P, 65g; Na, 185g; Cl, 300g; Mg, 20g; S, 20g; Mn, 4660mg; Zn, 4750mg; Co, 120mg; I, 72mg; Se, 35mg; Cu, ausente. <sup>2/</sup> Estimada de acordo com NRC (2000), em que EM = ED x 0,82.

As dietas (Tabela 1) foram formuladas para serem isonitrogenadas, com 18% de proteína bruta (base da MS), de forma a atender as exigências nutricionais de um cordeiro pesando entre 10 a 30 kg de peso corporal, com

crescimento moderado (NRC, 2007). A mistura de uréia + sulfato de amônio foi utilizada para ajustar o teor de proteína bruta (PB) das dietas.

As características físico-químicas da glicerina bruta utilizada no presente trabalho são apresentadas na Tabela 2. A glicerina bruta foi originada de óleos vegetais de mamona, soja, algodão e girassol. Foi obtida pela rota metálica, sendo adquirida na empresa Brasil Ecodiesel Indústria e Comércio de Biocombustíveis e Óleos Vegetais S.A., na usina situada em Iraquara - BA.

Tabela 2. Composição físico-química da glicerina bruta incluída na dieta dos animais

Item	Teor dos compostos
Glicerol, %MN	36,20
Metanol, %MN	8,66
Ácidos graxos totais, %MN	46,48
Água, %MN	6,20
Proteína bruta, %MN	0,41
Matéria Mineral, %MN	2,05
Densidade, g/cm <sup>3</sup>	0,93

Os animais foram pesados ao início do experimento, após jejum alimentar de 16 horas e vermifugados. As pesagens intermediárias foram realizadas em intervalos de 14 dias, antes da primeira refeição, reduzindo-se para sete, à medida que o peso dos animais se aproximava do peso de abate pré-estabelecido (35 kg). As pesagens intermediárias serviram apenas para monitorar o desenvolvimento dos animais, uma vez que o ganho de peso total foi estimado pela diferença entre o peso final e o peso dos animais ao início do experimento. Quando os animais atingiram aproximadamente 35 kg de peso corporal, os cordeiros foram abatidos por meio de concussão cerebral e posterior veniseção da carótida e jugular. Após a retirada do couro, os animais foram eviscerados e o trato gastrointestinal foi lavado para avaliação do peso de corpo vazio (PCVZ) e posteriormente foram avaliados o peso de corpo vazio em relação ao peso corporal (PCVZ/PC) e ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ).

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, às 08h00 e às 16h00 horas. Após o período de adaptação, foram feitas pesagens e amostragens das

dietas fornecidas e das sobras de cada animal diariamente, para quantificação do consumo, sendo realizadas amostras compostas semanalmente e por período de 14 dias.

As amostras de alimentos e sobras foram secas em estufa com ventilação forçada (60°C) e processadas em moinho de faca (1 mm), para avaliação dos teores de MS, matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE). As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002), com exceção das avaliações de FDN e as correções referentes aos teores de cinza e proteína que foram realizadas de acordo com Mertens (2002). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram quantificados utilizando a equação proposta por Hall (2000).

Os teores de proteína bruta, cinzas e água da glicerina bruta foram obtidos pelos mesmos procedimentos realizados para as análises dos alimentos. O teor de glicerol, ácidos graxos totais e metanol foram obtidos por cromatografia gasosa em cromatógrafo a gás modelo CG 17A marca SHIMADZU com detector FID. A amostra foi colocada em um funil de separação de 250 mL e extraída com um volume de 25 mL de Etanol/Água 50:50. Agitou-se várias vezes e em seguida deixou em repouso por 1 hora. Foram formadas duas fases, recolhendo a fase inferior e injetou-a no cromatógrafo a gás. Foi utilizada coluna capilar carbowax (30 m x 0,25 mm). Para a separação cromatográfica, 1 µL de amostra foi injetado com auxílio de seringa de 10 µL (Hamilton®) sistema Split = 10. O gás nitrogênio foi utilizado como carreador com velocidade linear programada para 26,4 cm/s e os gases hidrogênio e ar sintético formaram a chama no detector. As temperaturas do injetor e do detector foram de 280°C e 300°C, respectivamente. A temperatura inicial da coluna foi de 40°C (mantida por 7 minutos), aumentando em 2°C por minuto até atingir 80°C e 6°C por minuto até atingir 240 °C (mantida por 40 minutos), totalizando 93 minutos de análise. O fluxo do gás de arraste na coluna foi de 1,09 mL/minuto. A identificação dos compostos foi realizada através do tempo de retenção do padrão correspondente.

Um ensaio de digestibilidade foi realizado na quarta semana após o início do período experimental. As coletas de fezes foram realizadas em todos os animais, durante cinco dias, sendo feitas uma vez ao dia nos respectivos horários (8h00, 10h00, 12h00, 14h00, 16h00). A fibra insolúvel em detergente ácido (FDAi) foi utilizada para estimar a excreção fecal dos animais, sendo que a partir da excreção fecal e do consumo dos animais, determinou-se a digestibilidade aparente dos componentes da dieta. Durante a semana do ensaio de digestibilidade, o volumoso, as sobras e o concentrado fornecido foi amostrado e analisado separadamente. Amostras de alimentos e fezes foram secas em estufa com ventilação forçada (60°C) e processadas em moinho de faca (1 mm), sendo posteriormente, incubadas em duplicata (20 mg/MS/cm<sup>2</sup>) no rúmen de dois novilhos mestiços durante 264 horas, em sacos de tecido não tecido (TNT - 100 g/m<sup>2</sup>) de acordo com Casali et al. (2008). Após este período o material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente ácido para quantificação dos teores de FDA indigestível. A excreção de matéria seca fecal foi estimada através da relação entre a quantidade fornecida do indicador e a concentração deste encontrada nas fezes.

A análise econômica foi realizada em relação ao ganho de carcaça diário, a fim de se verificar a viabilidade do uso das rações com cinco níveis de glicerina bruta na dieta, sem considerar os demais custos fixos e operacionais relativos à produção ovina, porque seriam os mesmos para as cinco situações.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições. O peso corporal inicial foi utilizado como covariável e contrastes ortogonais foram utilizados para avaliar os efeitos de ordem linear e quadrático dos níveis de glicerina bruta, sendo todos os procedimentos estatísticos realizados por intermédio do programa SAS (Statistical Analysis System), adotando-se 5% de significância. Devido à ausência dos efeitos cúbicos e quárticos para os níveis de glicerina bruta na dieta, estes foram omitidos dos resultados.

## Resultados e Discussão

Os consumos de matéria seca (MS), expressos em g/dia e g/kg de peso corporal, decresceram linearmente ( $P < 0,05$ ), à medida em que se incluiu glicerina bruta na dieta (Tabela 3). O consumo de matéria seca variou de 782,76 g/dia (dieta com 12% de glicerina) a 1120,71 g/dia (dieta controle). Segundo o NRC (2007), o consumo de matéria seca para animais da categoria estudada deve estar próximo a 1,0 kg/dia. Os animais que receberam a dieta controle ou com menor inclusão de glicerina bruta, tiveram o consumo próximo ao recomendado.

A inclusão de glicerina bruta na dieta resultou em decréscimo linear ( $P < 0,05$ ) sobre os consumos de matéria orgânica, em g/dia e g/kg peso corporal, proteína bruta em g/dia, fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) em g/dia e g/kg peso corporal e nutrientes digestíveis totais em g/dia, o que pode ser explicado pela redução no consumo de matéria seca pelos animais (Tabela 3).

Da mesma forma, o consumo de carboidratos não fibrosos decresceu linearmente ( $P < 0,05$ ) com a inclusão de glicerina bruta na dieta (Tabela 3), devido, principalmente, ao menor consumo de matéria seca observado ( $P < 0,05$ ), mas também, devido à substituição do milho pela glicerina, o que fez diminuir o teor de carboidratos não fibrosos da dieta.

O consumo de proteína bruta variou entre 121,97 a 221,81 g/dia (Tabela 3), sendo o menor consumo ( $P < 0,05$ ) observado nos animais que receberam a dieta com o maior nível de inclusão de glicerina bruta. Segundo o NRC (2007), para cordeiros com crescimento moderado (250 g/dia) e peso corporal acima de 20 kg, é necessário um consumo de 167 g/dia de proteína bruta. Como pode-se observar na Tabela 3, animais que receberam níveis de glicerina em 9 e 12% na MS da dieta, tiveram seu consumo de proteína abaixo do recomendado, o que pode ser explicado pela menor ingestão de matéria seca ( $P < 0,05$ ) observada para estes animais, visto que as dietas foram isonitrogenadas.

Tabela 3. Médias, coeficientes de variação (CV%), níveis descritivos de probabilidade (Valor *P*) para os efeitos de ordem linear (L) e quadrática (Q), estimativas de parâmetros da regressão e coeficientes de determinação ( $r^2/R^2$ ) para consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (CFDNcp), extrato etéreo (CEE), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) em cordeiros alimentados com glicerina bruta na dieta

Item	Níveis de glicerina bruta (%MS)					CV (%)	Valor <i>P</i> <sup>1</sup>		Estimativas de parâmetros da regressão			$r^2/R^2$
	0	3	6	9	12		L	Q	$b_0$	$b_1$	$b_2$	
CMS, g/dia	1120,71	1115,54	898,84	942,07	782,76	8,9	<,0001	0,7281	1148,52	-29,6808	-	0,8421
CMS, g/kg	41,52	40,24	33,69	35,50	30,73	7,3	<,0001	0,7416	41,40	-0,8490	-	0,8439
CMO, g/dia	1084,63	1079,44	867,69	912,27	759,94	9,0	<,0001	0,7796	1110,55	-28,5501	-	0,8373
CMO, g/kg	40,19	38,94	32,52	34,38	29,84	7,3	<,0001	0,6793	40,03	-0,8149	-	0,8367
CPB, g/dia	221,81	213,76	170,01	158,89	121,97	8,3	<,0001	0,2939	229,27	-8,7071	-	0,9553
CFDNcp, g/dia	248,76	239,81	179,00	202,81	163,16	12,7	<,0001	0,5814	249,10	-7,1300	-	0,7703
CFDNcp, g/kg	9,20	8,66	6,70	7,66	6,42	10,9	<,0001	0,2702	8,97	-0,2086	-	0,7299
CEE, g/dia	35,02	48,48	49,58	60,68	57,11	11,6	<,0001	0,0156	36,27	3,9623	-0,18384	0,9129
CCNF, g/dia	579,95	578,46	470,36	491,33	419,33	8,4	<,0001	0,8608	593,74	-14,4595	-	0,8375
CNDT, g/dia	882,80	835,88	711,23	757,15	637,84	8,4	<,0001	0,8032	886,62	-20,3011	-	0,8424

<sup>1</sup>/ L e Q = efeitos linear e quadrático para os níveis de glicerina bruta na matéria seca das dietas, respectivamente

O consumo de nutrientes digestíveis totais esteve dentro do recomendado nos tratamentos com 0 e 3% de inclusão da glicerina bruta. O NRC (2007) recomenda um consumo de 0,8 kg/dia de NDT para a categoria estudada. O consumo de NDT diminuiu linearmente ( $P < 0,05$ ) com o aumento dos níveis de glicerina bruta na dieta.

Contrariamente, o consumo de extrato etéreo não diminuiu com a inclusão de glicerina bruta na dieta. Houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) sobre o consumo de extrato etéreo pelos animais, estimando-se para o nível de 10,81% de glicerina bruta na dieta, o consumo máximo de 57,62 g/dia. O consumo de extrato etéreo foi maior em animais submetidos a dietas com inclusão de glicerina bruta devido ao alto teor de ácidos graxos (46,48%) presentes neste co produto, especificamente.

Estudos com inclusão de glicerina bruta na dieta de animais de produção (Kerr et al., 2007; Schröder & Südekum, 2007) reportaram teores de ácidos graxos inferiores aos encontrados na glicerina bruta utilizada no presente experimento ( $< 1,0\%$ ). Isto pode ser explicado devido a uma menor preocupação da indústria brasileira com a fase de separação do biodiesel e o material remanescente que seria o glicerol e os compostos químicos utilizados na produção de biodiesel, aumentando-se a contaminação da glicerina bruta com os ácidos graxos que seriam utilizados na produção de biodiesel.

O teor de metanol da glicerina utilizada no presente trabalho também se encontra elevado (8,66%) em relação aos níveis encontrados nos trabalhos citados acima ( $< 1,0\%$ ), podendo ocorrer devido a uma menor recuperação deste material para ser reutilizado no processo de produção do biodiesel. Entretanto, o alto risco de saúde associado com o consumo do metanol através da inclusão de glicerina bruta na dieta, não é esperado em animais ruminantes. O metanol é produzido no rúmen como resultado da fermentação da pectina, um abundante carboidrato encontrado em plantas consumidas pelos ruminantes (Pol e Demeyer, 1988). Estes mesmos autores trabalharam com infusão contínua de solução de metanol (1 M) a uma taxa de 19 ml/h no rúmen de

ovinos e observaram que o metanol foi exclusivamente convertido em metano no rúmen dos animais.

Contudo, o menor consumo de matéria seca observado nos animais submetidos a dietas com maior inclusão de glicerina bruta, deve ser atribuído a outros fatores, que poderiam estar diminuindo a digestibilidade de alguns nutrientes e limitando a ingestão de matéria seca. Como pode ser observado na Tabela 4, o coeficiente de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta, não foram afetados ( $P > 0,05$ ) pela inclusão de glicerina bruta na dieta, apresentando os seguintes valores médios: 73,92%, 76,12% e 77,26%, respectivamente. Entretanto, houve um efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) dos níveis de glicerina bruta na dieta sobre a digestibilidade da FDNcp, estimando-se para o nível de 7,30% de glicerina bruta na dieta uma digestibilidade mínima de 38,44%.

Segundo Van Soest (1994) existem dois fatores que limitam o consumo: alimentos com baixas taxas de digestão (limite físico) e dietas com altos níveis de energia (limite fisiológico).

O menor consumo de MS ( $P < 0,05$ ), observado em animais que ingeriram dietas com os maiores níveis de inclusão de glicerina bruta, pode ser explicado devido ao maior teor de lipídeos presente na dieta destes animais (Tabela 1).

Segundo Johnson et al. (1973), os ruminantes são relativamente intolerantes a altos níveis de gordura na dieta, sendo que o consumo de alimento usualmente diminui quando os níveis de gordura excedem 6% na dieta. Observou-se na Tabela 1 que o teor de extrato etéreo na dieta dos animais variou entre 6,95 e 8,25% a partir da inclusão de 6% de glicerina bruta na dieta.

Os lipídeos são utilizados na dieta de ruminantes para aumentar a densidade energética, entretanto, teores de extrato etéreo na dieta total acima de 6% podem prejudicar o consumo através da menor digestibilidade da FDNcp, dentre outros fatores que serão descritos adiante. O efeito do consumo de dietas ricas em lipídeos na digestibilidade da FDNcp pode ser decorrente da inibição do crescimento de bactérias, (especialmente as celulolíticas) e de

protozoários (Tamminga e Doreau, 1991), sendo que também ocorre recobrimento físico da fibra com os lipídeos (Jenkins e McGuire, 2006), o que impede a atuação de microrganismos, o que pode ter influenciado negativamente ( $P < 0,05$ ) a digestibilidade da FDNcp (Tabela 4).

Outro fator que pode ter influenciado negativamente a digestibilidade da FDNcp foi o aumento da concentração de glicerol nas dietas. Paggi et al. (2004), baseando em estudos *in vitro*, reportou que a atividade celulolítica diminuiu em função do aumento de concentrações de glicerol quando este se encontra em níveis maiores do que a concentração fisiológica no rúmen. Da mesma forma, Roger et al. (1992) não notou efeito da inclusão de 1% de glicerol no crescimento, adesão e atividade celulolítica de duas espécies de bactérias ruminais. Entretanto, o crescimento e a atividade celulolítica das duas espécies de bactérias foram altamente inibidas a uma concentração de 5% de glicerina purificada. Resultados de estudos conduzidos com culturas *in vitro* podem ser questionáveis, pois não há quantificação das interações que ocorrem no ambiente ruminal e variabilidade de substratos da dieta.

Entretanto, Schröder e Südekum (2007) reportaram resultados semelhantes aos apresentados no presente trabalho. Em dietas contendo concentrado com alto teor de amido e diferentes níveis de inclusão de glicerina bruta (0, 10, 15 ou 20%), houve menor digestibilidade dos componentes da parede celular, sem diminuir a digestibilidade da matéria orgânica.

Uma possível explicação da ação do aumento da concentração de glicerol na dieta sobre a digestibilidade da fibra é a modificação na proporção de ácidos graxos voláteis produzidos no rúmen. Segundo Krehbiel (2008) a inclusão de glicerol na dieta resulta em um aumento considerável na produção do propionato e butirato (em menor proporção).

O propionato e butirato reduzem a multiplicação microbiana quando suas concentrações superam consideravelmente os níveis fisiológicos, sendo que seus efeitos são maiores quando o pH ruminal está baixo (Nussio et al., 2006), o que acontece em dietas com alto teor de amido.

Tabela 4. Médias, coeficientes de variação (CV%), níveis descritivos de probabilidade (Valor P) para os efeitos de ordem linear (L) e quadrática (Q), estimativas de parâmetros da regressão e coeficientes de determinação ( $r^2/R^2$ ) para coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (CDFDNcp), extrato etéreo (CDEE), carboidratos não fibrosos (CDCNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em cordeiros alimentados com glicerina bruta na dieta

Item	Níveis de glicerina bruta (%MS)					CV (%)	Valor $P^1$		Estimativas de parâmetros da regressão			$r^2/R^2$
	0	3	6	9	12		L	Q	$b_0$	$b_1$	$b_2$	
CDMS (%)	75,29	70,37	74,24	75,43	74,26	5,0	0,5645	0,4234	-	-	-	-
CDMO (%)	77,69	72,92	76,06	77,36	76,59	4,8	0,6584	0,2956	-	-	-	-
CDPB (%)	77,10	75,57	78,37	79,31	75,94	5,5	0,8106	0,4244	-	-	-	-
CDFDNcp (%)	56,90	37,61	40,13	43,13	42,82	20,3	0,0797	0,0131	54,60	-4,4277	0,30336	0,7016
CDEE (%)	82,62	79,62	78,24	72,67	72,90	10,7	0,0289	0,8630	82,38	-0,8655	-	0,9208
CDCNF (%)	86,95	86,27	88,86	90,72	91,49	2,4	0,0001	0,5275	86,24	0,4439	-	0,8809
NDT	78,95	75,87	79,22	80,40	81,30	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup>/  $P=0,05$ ; L e Q - efeitos linear e quadrático para os níveis de glicerina bruta na matéria seca das dietas, respectivamente

A baixa proporção de volumoso:concentrado (30:70) utilizada no presente trabalho, seguida de maior produção de propionato (via inclusão de glicerol), pode ter contribuído com a menor digestibilidade da FDNcp (Tabela 4). A produção de ácidos graxos voláteis (AGV's) no rúmen não foi avaliada no presente trabalho, mas está amplamente documentado na literatura (Remond et al., 1993; Hess et al., 2008) o efeito do glicerol na produção de AGV's no rúmen, sendo importante considerar que a dieta dos animais do presente trabalho continha um alto nível de concentrado.

Portanto, além do impacto negativo ( $P < 0,05$ ) na digestibilidade da FDNcp causado pelo aumento no teor de lipídeos da dieta, há também uma influência negativa na digestibilidade devido ao aumento do teor de glicerol na dieta, associado ao elevado teor de concentrado.

No presente trabalho, apesar de ser observado uma menor digestibilidade da FDNcp, a limitação do consumo observado em animais que receberam os maiores níveis de glicerina bruta na dieta, não deve ser atribuída principalmente a este fator (Tabela 4), visto que a dieta fornecida aos animais era rica em concentrado.

A ingestão de matéria seca é função do tamanho e frequência da refeição que são determinadas pelo animal e fatores intrínsecos à dieta que afetam o apetite e a saciedade. A distensão no retículo-rumen e os efeitos metabólicos de lipídeos, ao longo de outros fatores, tem sido propostos como fatores de saciedade em ruminantes (Allen, 2000), contribuindo com a redução na ingestão de matéria seca.

Os lipídeos são um potente estimulador da colecistoquinina (Liddle et al., 1985) e evidências existem de que esse hormônio contribui para a saciedade (Reidelberger, 1994). Uma das hipóteses é que a colecistoquinina suprime o consumo de alimentos pela inibição do esvaziamento gástrico (Moran & McHugh, 1982). Quando as dietas são ricas em lipídeos, há conseqüentemente um aumento de colecistoquinina no plasma (Choi & Palmquist, 1996) e a redução na taxa de passagem da digesta irá aumentar a distensão do retículo-rúmen e promover estimulação de receptores deste hormônio nestes

compartimentos do trato gastrointestinal (Allen, 2000). Estes receptores enviam informações via sistema nervoso central para o cérebro, reduzindo o apetite e conseqüentemente, a ingestão de matéria seca pelos animais. Portanto, como foi observado na Tabela 1, as dietas que continham níveis de 9 e 12% de glicerina bruta na MS, apresentaram teores de extrato etéreo acima de 6%, o que pode ter contribuído com o aumento da secreção de colecistoquinina no plasma, reduzindo o consumo de matéria seca ( $P < 0,05$ ).

A produção de propionato, via metabolismo do glicerol presente na dieta é um fator que também pode ter contribuído com a diminuição linear no consumo de matéria seca ( $P < 0,05$ ) pelos animais. A diminuição no consumo de alimentos pela infusão de propionato no organismo de animais, tem sido extensivamente documentada na literatura (Baile, 1971; Anil & Forbes 1980; Allen 2000).

Entre os produtos metabolizados no fígado dos ruminantes, o propionato é provavelmente o primeiro a sinalizar o término das refeições porque seu fluxo para o fígado aumenta muito durante as refeições (Benson et al., 2002). O fígado de ruminantes tem alta atividade de propionil CoA sintetase (Ricks & Cook, 1981) necessária para ativação e subseqüente metabolismo do propionato. Como resultado, o propionato é extensivamente metabolizado pelo fígado de ruminantes (Reynolds, 1995) durante as refeições.

O propionato aumenta a produção de ATP devido á sua utilização para produção de glicose, o que sinaliza a saciedade. Com o incremento de propionato no rúmen a partir do glicerol, houve maior aporte deste no fígado, o que pode ter contribuído com a saciedade e conseqüentemente menor ingestão de matéria seca pelos animais ( $P < 0,05$ ). Portanto, ressalta-se que a produção do propionato e a presença de lipídeos na dieta, contribuíram para a redução no consumo de matéria seca pelos animais ( $P < 0,05$ ), sendo fatores mais evidentes em relação á menor digestibilidade da FDNcp.

Houve efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) dos níveis de glicerina bruta sobre a digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (Tabela 4).

Houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) dos níveis de glicerina bruta na dieta sobre o peso corporal final, estimando-se no nível de 1,7% da inclusão de glicerina bruta na dieta, o peso corporal máximo de 34,5 kg (Tabela 5). O consumo de matéria seca é um importante fator que influencia o desempenho de cordeiros em confinamento, sendo considerado o ponto determinante de aporte de nutrientes necessários para o atendimento das exigências de manutenção e de ganho de peso dos animais (Sniffen et al., 1993).

O menor desempenho dos animais submetidos a dietas com inclusão de glicerina bruta, ocorreu devido ao menor consumo voluntário de matéria seca (Tabela 3). Como a ingestão de matéria seca foi afetada ( $P < 0,05$ ) pela inclusão de glicerina na dieta, houve também o comprometimento do consumo de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais (Tabela 3), sendo que nos maiores níveis de inclusão da glicerina, as exigências de proteína e NDT não foram atendidas. Portanto, animais que receberam maiores níveis de glicerina bruta na dieta, apresentaram um desempenho inferior ( $P < 0,05$ ), o que influenciou em menor peso corporal final ao abate (Tabela 5).

Houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) dos níveis de glicerina bruta sobre o peso de corpo vazio dos animais, estimando-se para o nível de 0,86% de inclusão de glicerina bruta na dieta, o valor máximo de 29,89 kg. Houve efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) dos níveis de glicerina bruta sobre o peso de corpo vazio em relação ao peso corporal ao abate (PCVZ/PC). O peso de corpo vazio está relacionado com o desenvolvimento do animal e como já mencionado, animais que receberam maiores níveis de glicerina bruta na dieta apresentaram menor peso corporal ao abate ( $P < 0,05$ ).

Houve efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) dos níveis de glicerina bruta na dieta sobre o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ), ganho de carcaça diário (GC) e o ganho de carcaça em relação ao ganho médio diário de peso (GC/GMD) (Tabela 5).

Tabela 5. Médias, coeficientes de variação (CV%), níveis descritivos de probabilidade (Valor P) para os efeitos de ordem linear (L) e quadrática (Q), estimativas de parâmetros da regressão e coeficientes de determinação ( $r^2/R^2$ ) para peso corporal final (PCf), peso de corpo vazio (PCVZ), peso de corpo vazio em relação ao peso corporal final (PCVZ/PC), ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ), ganho médio diário de peso (GMD), ganho de carcaça diário (GC), ganho de carcaça em relação ao ganho médio diário de peso (GC/GMD), conversão alimentar (kg MS/kg ganho) e conversão alimentar em relação ao ganho de carcaça (CA/GC, kg MS/kg ganho carcaça) em cordeiros alimentados com glicerina bruta

Item	Níveis de glicerina bruta (%MS)					CV (%)	Valor P <sup>1</sup>		Estimativas de parâmetros da regressão			$r^2/R^2$
	0	3	6	9	12		L	Q	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	
PCf, kg	33,70	34,97	32,92	32,40	29,50	5,8	0,0003	0,0305	34,34	0,1764	-0,05064	0,9310
PCVZ, kg	29,25	30,40	27,98	27,79	24,97	6,1	<,0001	0,0416	29,86	0,0728	-0,04191	0,8991
PCVZ/PC, %	86,82	86,92	85,07	85,67	84,47	2,1	0,0174	0,9599	86,97	-0,2000	-	0,7673
GPCVZ, kg	0,257	0,287	0,235	0,241	0,180	17,4	0,0014	0,0685	0,285	-0,0076	-	0,6516
GMD, kg	0,268	0,300	0,255	0,257	0,193	18,3	0,0046	0,0538	0,293	-0,0065	-	0,6112
GC, kg	0,141	0,159	0,127	0,123	0,093	16,9	0,0002	0,0537	0,15	-0,0047	-	0,7317
GC/GMD, %	52,97	52,77	49,73	50,49	48,12	8,3	0,0455	0,9355	53,81	-0,5097	-	0,8455
CA	4,24	3,72	3,51	3,70	4,19	18,6	0,8904	0,0367	4,27	-0,2426	0,01951	0,9988
CA/GC	8,01	7,07	7,08	7,36	8,79	19,9	0,3713	0,0452	7,97	-0,4085	0,03965	0,9834

<sup>1</sup> / L e Q = efeitos linear e quadrático para níveis de glicerina bruta na matéria seca das dietas, respectivamente

Animais alimentados com maiores níveis de glicerina bruta na dieta não tiveram suas exigências para crescimento atendidas, segundo normas do NRC (2007), obtendo menor disponibilidade de nutrientes para ser transformado em tecido desejável (carcaça), apresentando, portanto, menor desenvolvimento corporal. Portanto, apresentaram um menor GPCVZ, GC e GC/GMD em relação aos animais submetidos a dietas sem inclusão de glicerina bruta.

Houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) dos níveis de glicerina bruta na dieta sobre a conversão alimentar (CA/GMD e CA/GC), estimando-se para os níveis de 6,2% e 5,2% de inclusão da glicerina na MS da dieta, a conversão mínima de 3,5 e 6,9, respectivamente. Analisando-se a CA/GMD, de animais alimentados com 6% de GB na dieta, verificou-se uma melhora na conversão de até 17% em relação ao tratamento em que os animais foram submetidos á dietas sem adição de glicerina bruta.

Vários estudos têm demonstrado que a fermentação ruminal de glicerol resulta na produção de ácidos graxos voláteis, com produção mais proeminente de propionato e butirato (Hess et al., 2008). Embora no presente trabalho, não se avaliou a produção de ácidos graxos voláteis e o teor de glicose no sangue dos animais, pode-se inferir que a melhora na conversão alimentar ocorreu devido a uma melhora no status metabólico dos animais, proporcionado pelo maior aporte energético a partir da glicose, devido ao incremento de propionato, a partir da redução na relação acetato:propionato no rúmen.

A glicerina bruta com aproximadamente 80% de glicerol, quando incluída em dietas com presença de grãos, tem sido reportada por revelar um efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) na eficiência alimentar. A mudança na eficiência foi 11; 10; 8; 3 e -3% em dietas para bovinos contendo 2; 4; 8; 12 e 16% de glicerina bruta, respectivamente (Drouillard, 2008).

Em estudo conduzido com bovinos em terminação, Pyatt et al. (2007), observaram efeito semelhante quando 10% do milho presente na dieta foi substituído pela glicerina bruta (80% de glicerol), uma vez que o consumo de matéria seca foi menor e houve uma melhora de 11% na eficiência alimentar. Como pode ser observado na Tabela 5, um comportamento similar foi

encontrado no presente trabalho, quando se analisou a conversão alimentar em relação ao GMD e conversão alimentar em relação ao GC, utilizando-se na alimentação dos animais a glicerina bruta com 36,20% de glicerol.

Schröder e Südekum (2007) sugeriram que a glicerina de diferentes purezas pode ser incluída em até 10% da matéria seca da dieta de ruminantes, sem afetar negativamente o consumo de alimentos, a degradação de nutrientes no rúmen e a digestibilidade dos componentes da dieta. Entretanto, os resultados do presente trabalho não corroboram com a afirmação feita pelos autores citados, possivelmente devido ao fato de que a glicerina bruta utilizada no presente trabalho tenha diferido muito do material que tem sido utilizado em outros trabalhos, principalmente em seu teor de ácidos graxos e glicerol. No Brasil, ainda não há uma padronização na obtenção deste co produto, o que permite a comercialização de glicerina bruta com composição muito variada.

Na Tabela 6 são apresentados os resultados da análise econômica em relação ao ganho de carcaça diário, a fim de se verificar a viabilidade do uso das rações com cinco níveis de glicerina bruta na dieta, sem considerar os demais custos fixos e operacionais relativos à produção ovina, porque seriam os mesmos para as cinco situações. Os gastos com a alimentação animal constituem o principal componente do custo total de produção, sendo necessário atentar para o custo/benefício resultante da inclusão da glicerina bruta na dieta dos cordeiros terminados em confinamento.

O custo do ganho de carcaça variou entre R\$ 4,29 a 4,98, sendo o menor custo atribuído ao tratamento em que os animais receberam 6% de glicerina bruta na MS da dieta (Tabela 6).

O resultado da análise econômica pode ser explicado pela resposta obtida através da conversão alimentar dos animais. Conforme apresentado anteriormente, a melhor conversão alimentar ocorreu no nível de inclusão de glicerina bruta em 6,2% e 5,2%, respectivamente (Tabela 5), os quais foram semelhantes ao nível que possibilitou menor custo por ganho de carcaça (6% de glicerina bruta).

Tabela 6. Análise econômica das dietas experimentais em relação ao ganho de carcaça de cordeiros alimentados com glicerina bruta na fase de terminação em confinamento

Ingrediente <sup>1</sup>	Nível de glicerina bruta (%MS)				
	0	3	6	9	12
Custo da dieta, R\$/kg de MS	0,626	0,616	0,606	0,596	0,586
Consumo de MS (CMS), kg/dia	1,121	1,116	0,899	0,942	0,783
Custo da dieta, R\$/cab/dia	0,702	0,687	0,545	0,562	0,459
Ganho de carcaça (GC), kg/cab/dia	0,141	0,159	0,127	0,123	0,093
Custo da dieta, R\$/kg de GC	4,98	4,32	4,29	4,57	4,93
Margem de lucro da dieta <sup>2</sup> , %	17,00	28,00	28,50	23,80	17,80

<sup>1</sup>Os preços dos ingredientes referem-se a valores com frete incluso segundo o Sifreca com base na matéria seca do alimento; Silagem de Milho: R\$ 0,28/kg; Fubá de Milho: R\$ 0,51/kg; Farelo de soja: R\$ 1,02/kg; Glicerina bruta: R\$ 0,17/kg; (somente preço do frete, pois está sem valor comercial no mercado); Suplemento Mineral: R\$ 2,30/kg; Uréia/Sulfato de amônio: R\$ 1,20/kg.

<sup>2</sup>Margem de lucro = (preço da carcaça (R\$/kg) - custo da dieta (R\$/kg)) / preço da carcaça (R\$/kg). Considerou-se o preço recebido pelo kg da carcaça: R\$ 6,00/kg.

O custo do ganho de carcaça da dieta representa o produto entre a CA e o custo da MS da dieta. Portanto, o balanço ótimo entre a conversão alimentar e os custos dos ingredientes da dieta definem o nível ótimo de glicerina bruta na dieta.

A análise apresentada acima é referente ao custo do ganho de carcaça considerando preços fixos dos alimentos. Entretanto, faz-se necessário realizar análise de sensibilidade dos custos, pois se houver variação no preço da glicerina bruta em uma outra situação, a análise apresentada torna-se inválida.

Na Tabela 7, apresenta-se os resultados da análise de sensibilidade do custo do ganho de carcaça das diferentes dietas com diferentes preços da glicerina bruta (% do preço do milho grão).

Como pode-se observar na Tabela 7, quando a glicerina bruta representar até 70% do preço do milho, o nível ótimo (menor custo do ganho de carcaça) de inclusão na dieta é de 6% na matéria seca. No período avaliado no presente experimento, o preço da glicerina bruta representou 35,5% do

preço do milho, o que permite concluir através da análise econômica, que a glicerina bruta pode ser incluída na dieta dos cordeiros em até 6% na matéria seca, em substituição ao milho. Da mesma forma, observou-se que a margem de lucro (Tabela 6) em relação ao preço recebido pelo kg de carcaça foi maior para animais alimentados com 6% de glicerina bruta na dieta.

Tabela 7. Análise de sensibilidade da variação do preço da glicerina bruta (% do preço do milho) sobre o custo do ganho de carcaça (R\$/kg GC) de cordeiros alimentados com glicerina bruta na fase de terminação

Preço da glicerina bruta (% do preço do milho)	Níveis de glicerina bruta (%MS)				
	0	3	6	9	12
0	4,98	4,29	4,22	4,45	4,76
10	4,98	4,28	4,24	4,48	4,81
20	4,98	4,31	4,26	4,51	4,86
30	4,98	4,32	4,28	4,55	4,91
40	4,98	4,33	4,30	4,58	4,95
50	4,98	4,34	4,32	4,61	5,00
60	4,98	4,35	4,34	4,65	5,05
70	4,98	4,36	4,36	4,68	5,10
80	4,98	4,37	4,38	4,71	5,15
90	4,98	4,38	4,40	4,75	5,20
100	4,98	4,39	4,42	4,78	5,25
200	4,98	4,49	4,62	5,11	5,73
300	4,98	4,59	4,83	5,44	6,21
400	4,98	4,69	5,03	5,77	6,70
500	4,98	4,79	5,24	6,10	7,18
600	4,98	4,89	5,44	6,43	7,67
680	4,98	4,97	5,60	6,70	8,06
690	4,98	4,98	5,62	6,73	8,10

Quando o preço da glicerina bruta representar entre 80% e 680% do preço do milho, recomenda-se a inclusão de 3% de glicerina bruta na dieta, sendo que somente acima deste parâmetro (690% do preço do milho), não se recomenda sua inclusão na dieta de cordeiros em terminação.

A explicação para este valor elevado de preço de equilíbrio da glicerina em relação ao milho, decorre da menor conversão alimentar dos animais submetidos á dietas com 3% de glicerina bruta, o que permite utilizar este co produto com preços mais elevados em relação ao milho.

### **Conclusões**

A glicerina bruta contendo 36,20% de glicerol pode ser incluída na dieta de cordeiros em terminação em até 6% na matéria seca da dieta, otimizando a conversão alimentar dos animais.

A glicerina bruta contendo 36,20% de glicerol pode ser incluída na dieta de cordeiros em terminação em até 6% na MS da dieta, quando o preço deste co produto representar até 70% do preço do milho, com redução significativa no custo do ganho de carcaça.

### **Literatura Citada**

- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1598-1624, 2000.
- ANIL, M.H.; FORBES, J.M. Feeding in sheep during intraportal infusions of short-chain fatty acids and the effect of liver denervation. **J. Physiol.** v.298, p.407-414, 1980.
- BAILE, C.A. Metabolites as feedbacks for control of feed intake and receptor sites in goats and sheep. **Physiol. Behav.** v.7, p.819-826, 1971.
- BENSON, J.A.; REYNOLDS, C.K.; AIKMAN, P.C. et al. Effects of abomasal vegetable oil infusion on splanchnic nutrient metabolism in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.7, p.1804-1814, 2002.

- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CHOI, B.R.; PALMQUIST, D.L. High fat diets increase plasma cholecystokinin and pancreatic polypeptide, and decrease plasma insulin and feed intake in lactating cows. **J. Nutr.** v.126, p.2913-2919, 1996.
- DEFRAIN, J.M.; HIPPEN, A.R.; KALSCHEUR, K.F. et al. Feeding glycerol to transition dairy cows: Effects on blood metabolites and lactation performance. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.4195-4206, 2004.
- DROUILLARD, J.S. Glycerin as a feed for ruminants: Using glycerin in high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v.86, p.392, (E-Suppl.2), 2008.
- FISHER, L.J.; ERFLE, J.D.; LODGE, G.A. et al. Effects of propylene glycol or glycerol supplementation on the diet of dairy cows on feed intake, milk yield and composition, and incidence of ketosis. **Canadian Journal of Animal Science**, v.53, p.289-296, 1973.
- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. University of Florida, 2000. p.A-25 (Bulletin 339, april, 2000).
- HESS, B.W.; LAKE, S.L., GUNTER, S.A. Using glycerin as a supplement for forage-fed ruminants. **Journal of Animal Science**, v.86, p.392, (E-Suppl.2), 2008.
- JENKINS, T.C.; MCGUIRE, M.A. Major advances in nutrition: impact on milk composition. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.1302-1310, 2006.
- JOHNSON, R.R.; McCLURE, K.E. High fat rations for ruminants. II. Effects of fat added to corn plant material prior to ensiling on digestibility and voluntary intake of the silage. **Journal of Animal Science**, v. 36, p. 397-406, 1973.
- KERR, B.J.; HONEYMAN, M.; LAMMERS, P. et al. 2007. Feeding bioenergy coproducts to swine. Crude glycerol. Iowa State University Anim. Ind. Disponível em: <http://www.ans.iastate.edu>. Acesso em 02 de abril, 2009.
- KREHBIEL, 2008. Ruminal and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal Science**, v.86, p.392, (E-Suppl.2), 2008.
- LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; WEBER, T.E. et al. Growth performance, carcass characteristics, meat quality and tissue histology of growing pigs fed crude

- glycerin-supplemented diets. **Journal of Animal Science**, v.86, p.2962-2970, 2008.
- LIDDLE, R.A.; GOLDFINE, I.D.; ROSEN, M.S. et al. Cholecystokinin bioactivity in human plasma. Molecular forms, response to feeding, and relationship to gallbladder contraction. **J. Clin. Invest.** v.75, p.1144-1152, 1985.
- MEDEIROS, G.R.; CARVALHO, F.F.R.; BATISTA, A.M.V. et al. Efeito dos níveis de concentrado sobre as características de carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.718-727, 2009.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucible: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, p.1212-1240, 2002.
- MORAN, T.H.; MCHUGH, P.R. Cholecystokinin suppresses food intake by inhibiting gastric emptying. **Am. J. Physiol.** v.242, p.R491-R497, 1982.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.rev.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2000. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D.C.: National Academy Press. 2007. 362 p.
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. 1 ed. Jaboticabal: Funep, 2006, 583p.
- PAGGI, R.A.; FAY, J.P.; FAVERIN, C. In vitro ruminal digestibility of oat hay and cellulolytic activity in the presence of increasing concentrations of short-chain acids and glycerol. **Journal of Agricultural Science**, v.142, p.89-96, 2004.
- 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.653-657, 2009.
- POL, A.; DEMEYER, D.I. Fermentation of methanol in the sheep rumen. **Applied and Environmental Microbiology**, v.54, n.3, p. 832-834, 1988.
- PYATT, A.; DOANE, P.H.; CECAVA, M.J. Effect of crude glycerin in finishing cattle diets. **Journal of Animal Science**, v.85, p.412, (E-Suppl.), 2007.
- REIDELBERGER, R.D. Cholecystokinin and control of food intake. **J. Nutr.** v.124; p.1327S-1333S, 1994.

- REMOND, B.; SOUDAY, E.; JOUANY, J.P. In vitro and in vivo fermentation of glycerol by rumen microbes. **Animal Feed Science Technology**, v.41, p.121-132, 1993.
- REYNOLDS, C.K. Quantitative aspects of liver metabolism in ruminants. In: ENGLEHARDT, W.V.; LEONHARD-MAREK, S.; BREVES, G; et al. **Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction**. Eds. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, Germany, 1995, p.351-372.
- RICKS, C.A.; COOK, R.M. Regulation of volatile fatty acid uptake by mitochondrial acyl CoA synthetases of bovine liver. **Journal of Dairy Science**, v.64, n.12, p.2324-2335, 1981.
- ROGER, V.; FONTY, G.; ANDRE, C. et al. Effects of glycerol on the growth, adhesion and cellulolytic bacteria and anaerobic fungi. **Current Microbiology**, v.25, p.197-201, 1992.
- SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K.H. 2007. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets of ruminants. Institute of Animal Nutrition, Physiology and Metabolism, University of Kiel, Germany. <http://regional.org.au/au/gcirc/1/241.htm>. Accessed in March, 18 2009.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3<sup>a</sup> ed. Viçosa: Editora UFV, 2002, 235p.
- SNIFFEN, C.J. Nutrient requirement versus supply in dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.10, p.3160-3178, 1993.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. User's guide: statistics. Cary: 2000. 265p.
- TAMMINGA, S.; DOREAU, M. Lipids and rumen digestion. In: JOUANY, J.P. (Ed.) **Rumen microbial metabolism and ruminant digestion**. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, 1991. p.151-164.
- VAN GERPEN, J. Biodiesel processing and production. **Fuel Process. Technology**, v.86, p.1097-1107, 2005.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the ruminant**. 2ed. Ithaca. Cornell University Press. 476p.

## Capítulo 2

### **Características de carcaça, qualidade e segurança da carne de cordeiros alimentados com glicerina bruta na fase de terminação em confinamento**

**Resumo:** Avaliaram-se o efeito da inclusão de níveis crescentes de glicerina bruta (GB) com 36,20% de glicerol na dieta de cordeiros em terminação sobre as características de carcaça, qualidade e segurança alimentar da carne dos animais. Utilizaram-se 30 cordeiros, recém-desmamados, machos não castrados, da raça Santa Inês, com peso médio inicial de  $20 \pm 2,27$  kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, a cinco tratamentos experimentais, com seis repetições, que consistiram de níveis de inclusão de GB em substituição ao milho: 0, 3, 6, 9 e 12% na matéria seca da dieta. Os animais passaram por um período de 10 dias de adaptação às dietas e instalações. Decorrido o período de adaptação, os animais foram alojados em baias individuais onde receberam dietas completas contendo, em base da matéria seca, 30% de silagem de milho e 70% de concentrado. Quando o grupo atingiu aproximadamente 35 kg de peso corporal, os animais foram abatidos. Houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) dos níveis de GB sobre o peso corporal final, peso de carcaça quente e peso de carcaça fria, sendo que o rendimento de carcaça quente em relação ao jejum, rendimento de carcaça quente em relação ao peso de corpo vazio, rendimento de carcaça fria em relação ao jejum e rendimento de carcaça fria em relação ao peso de corpo vazio apresentaram efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ). Não houve efeito dos níveis de GB ( $P > 0,05$ ) sobre as perdas de peso da carcaça pelo resfriamento e espessura de gordura subcutânea. Entretanto, a área de olho de lombo apresentou efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) estimando-se o valor máximo de  $13,20 \text{ cm}^2$  para o nível de inclusão da GB em 4,14% na MS da dieta. Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de GB sobre a área de olho de lombo em relação ao peso de carcaça. O rendimento dos cortes da carcaça e o peso do pescoço não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pela inclusão de GB na dieta. Entretanto, os pesos da paleta e costela

decreceram linearmente ( $P < 0,05$ ) em animais submetidos a dietas com inclusão de GB ( $P < 0,05$ ) e os pesos do lombo e perna apresentaram efeito quadrático ( $P < 0,05$ ). Houve efeito quadrático dos níveis de GB ( $P < 0,05$ ) sobre o peso de corpo vazio. A inclusão de GB na dieta não afetou ( $P > 0,05$ ) o rendimento de alguns tecidos não componentes da carcaça, como órgãos, diafragma, gordura visceral, gordura interna, aparas, pés, cabeça e sangue. Entretanto, o rendimento de estômago e intestinos apresentou um efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) e o rendimento de pele decresceu linearmente em animais alimentados com GB ( $P < 0,05$ ). Houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) sobre as perdas por descongelamento da carne, entretanto os níveis de GB na dieta não influenciaram ( $P > 0,05$ ) o pH inicial e final, as perdas por cocção, perdas totais e força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi*. Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de GB sobre os teores de umidade, cinzas e EE da carne, mas o teor de PB decresceu linearmente na carne de cordeiros alimentados com GB ( $P < 0,05$ ). Houve maior deposição de cobre no fígado dos animais ( $P < 0,05$ ) alimentados com GB na dieta, sendo que o teor de zinco decresceu linearmente ( $P < 0,05$ ) na carne de animais alimentados com GB. A inclusão de glicerina bruta na dieta de cordeiros em terminação não promove mudanças que comprometam a qualidade e segurança da carne, entretanto, deve ser incluída em até 4,14% na MS da dieta, para não promover efeitos de impacto negativo nas características de carcaça.

Palavras-chave: biodiesel, co produto, glicerol, ovinos, ruminantes, segurança alimentar

## **Carcass traits, quality and safe meat of finishing lambs fed crude glycerin**

**Abstract:** This study was elaborated for aim to evaluate the effects of including crude glycerin (CG) on traits carcass, quality and safe of meat lambs. Thirty intact male lambs (Santa Inês), with  $20 \pm 2,27$  kg of initial body weight, were randomly assigned to five treatments, with six replicates, consisted of increasing crude glycerin levels on the diet: 0, 3, 6, 9 and 12% of diet dry matter. After ten days of adaptation, the thirty animals were housed an individual pens and received the diets with 30% of roughage and 70% of concentrate. When the group reached average body weight of 35 kg, the animals were slaughtered. The body weight, hot carcass weight and cold had a quadratic effect ( $P < 0,05$ ) and the hot dressing percentage on shrunk and the empty body weight, cold dressing percentage on shrunk and empty body weight decrease linearly as the level CG in the diet ( $P < 0,05$ ). Differences no were detected on cooling losses and backfat thickness ( $P > 0,05$ ), but the ribeye area had a quadratic effect ( $P < 0,05$ ). Differences no were detected on ribeye area in relation of carcass weight ( $P < 0,05$ ). Differences no were detected ( $P > 0,05$ ) on main carcass cuts and neck weight, but the shoulder and rib weight decrease linearly ( $P < 0,05$ ) as the level CG in the diet. The loin and leg weight had a quadratic effect ( $P < 0,05$ ). The empty body weight had a quadratic effect ( $P < 0,05$ ). The empty body weight had a quadratic effect ( $P < 0,05$ ). Differences no were detected ( $P > 0,05$ ) on yield non carcass tissue components: organs, diaphragm, visceral fat, intern fat, reproductive tract and trachea, feet, head and blood. The yield of stomach and intestine had a quadratic effect ( $P < 0,05$ ) but the fur yield decrease linearly as the level CG in the diet ( $P < 0,05$ ). The thaw losses had a quadratic effect ( $P < 0,05$ ), but differences no were detected on initial and final pH, cooking losses, total losses and shear force of *Longissimus dorsi* muscle ( $P > 0,05$ ). Differences no were detected ( $P > 0,05$ ) on moisture, ash and ether extract content of meat lambs, but the crude protein content decrease linearly ( $P < 0,05$ ) as the level CG in the diet. The copper content on liver lambs increase linearly ( $P < 0,05$ ) as the level CG in the diet, but the zinc content decrease linearly as

the level CG in the diet ( $P < 0,05$ ). The inclusion crude glycerin on the finishing diets lambs no promote changes that promise the quality and safe meat, but should included until 4,14% in the diet dry matter for no promote effects of impacts negative on traits carcass.

Keywords: biodiesel, co-product, glycerol, sheep, ruminants, food safety

## Introdução

As exigências dos consumidores por carne de qualidade têm aumentado consideravelmente nos últimos anos, fazendo com que o comércio varejista passe a exigir dos frigoríficos o fornecimento de carnes e carcaças que apresentem características qualitativas, como menores teores de gordura, maior maciez e suculência.

A ovinocultura tem se direcionado para a produção de carne, que tem sido mais aceita pelo mercado consumidor brasileiro, principalmente nos grandes centros urbanos do nosso país (Bôas et al., 2003). No entanto, para oferecer carcaças e carne de qualidade torna-se necessário melhorias nas técnicas de criação dos animais. A adoção de tecnologias que permitam a eficiência e economicidade na ovinocultura envolve, dentre outros fatores, a utilização de sistemas de terminação eficientes que permitam a máxima produção de carne com qualidade e custos compatíveis.

O confinamento proporciona retorno econômico satisfatório, associado à diminuição da idade de abate, promovendo maior ganho de peso em menor tempo, além de conferir características de carcaça desejáveis pelo mercado consumidor (Ortiz et al., 2005). Entretanto, a alimentação representa um dos maiores custos no confinamento, exigindo dos ovinocultores o uso de alimentos alternativos que possam contribuir para a redução destes custos, e concomitantemente, produzir carcaças e carne de qualidade.

As características de carcaça, qualidade da carne e a composição química dos tecidos musculares podem ser alterados conforme a dieta a que os animais estão submetidos. Portanto, é de extrema importância a utilização de alimentos alternativos que não irão interferir na qualidade dos produtos desejáveis pelo mercado consumidor.

Com a expansão da produção de biodiesel, a agroindústria irá obter, juntamente com este combustível, os co produtos. Dentre eles, a glicerina bruta apresenta-se como potencial ingrediente para complementar a dieta dos ruminantes. Com a perspectiva de redução nos preços no curto e médio prazo,

a glicerina apresenta-se como fonte competitiva de alimento energético para animais em relação aos grãos.

A inclusão de glicerol na dieta de ruminantes tem sido reportada por modificar a proporção de acetato:propionato no rúmen, favorecendo um aumento na concentração de propionato (Drouillard, 2008) o que, possivelmente, oferece um maior aporte de glicose no organismo do animal. Portanto, um dos possíveis efeitos da inclusão de glicerina bruta na dieta sobre a qualidade da carne dos animais, seria um aumento no teor de gordura intramuscular, visto que para deposição deste tecido é necessário utilizar a glicose como fonte de carbono para síntese de ácidos graxos (Schoonmaker et al., 2004).

Pesquisadores (Mach et al., 2009; Parsons et al., 2009) têm estudado o efeito da inclusão de glicerina bruta na dieta, com aproximadamente 80% de glicerol, sobre as características de carcaça e qualidade da carne de bovinos de corte, reportando níveis aceitáveis de inclusão na matéria seca da dieta em até 12,1% e 8%, respectivamente. Entretanto, até o presente momento, nenhum estudo foi realizado para analisar o efeito da inclusão de glicerina bruta na dieta de cordeiros na fase de terminação sobre estes parâmetros.

Como a glicerina obtida da transesterificação do óleo apresenta-se na forma bruta, há presença de alguns contaminantes como os metais pesados, que tem causado certa preocupação em relação à segurança da carne e outros produtos comercializáveis, como as vísceras. Portanto, os impactos nas características de carcaça, qualidade e segurança da carne, devem ser investigados.

Objetivou-se neste estudo avaliar as características de carcaça, qualidade e segurança da carne de cordeiros alimentados com glicerina bruta na fase de terminação em confinamento.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, de maio a julho de 2008.

Utilizaram-se 30 cordeiros recém-desmamados, machos não castrados, da raça Santa Inês, com peso médio inicial de  $20 \pm 2,27$  kg. Os animais foram alojados em baias individuais, não suspensas, de  $1,5 \text{ m}^2$  cada, providas de comedouro e bebedouro, dispostas em área coberta. A cama utilizada nas baias, para retenção de fezes e urina foi composta de maravalha, sendo trocada a cada 15 dias ou sempre que estivesse úmida. Os animais foram submetidos a um período de adaptação por 10 dias às dietas e instalações.

Decorrido o período de adaptação, a cada animal, destinou-se casualmente, um dos cinco tratamentos: 0, 3, 6, 9 ou 12% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca (MS) da dieta, em substituição ao milho, sendo seis repetições por tratamento.

As dietas completas ofertadas aos animais possuíram em base da MS, 30% de silagem de milho e 70% de concentrado, o qual continha milho moído, farelo de soja, uréia/sulfato de amônio e suplemento mineral (Tabela 1).

As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas, com 18% de proteína bruta (base da MS), de forma a atender as exigências nutricionais de um cordeiro pesando entre 10 a 30 kg de peso corporal, com crescimento moderado (NRC, 2007).

A composição percentual das dietas fornecidas em relação aos cinco tratamentos é apresentada na Tabela 1. A mistura de uréia + sulfato de amônio foi utilizada para ajustar o teor de proteína bruta (PB) das dietas.

Tabela 1. Proporção de ingredientes e composição química das dietas contendo níveis crescentes de glicerina bruta

Composição %	Níveis de glicerina bruta				
	0%	3%	6%	9%	12%
Percentual (% MS)					
Silagem de milho	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Milho moído fino	43,70	40,60	37,50	34,40	31,3
Farelo de soja	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50
Glicerina bruta	-	3,00	6,00	9,00	12,00
Uréia / Sulfato de amônio	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
Suplemento mineral <sup>1</sup>	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30
Química (% MS)					
Matéria seca	70,85	71,12	71,39	71,65	71,92
Matéria orgânica	96,20	96,17	96,15	96,13	96,10
Proteína bruta	18,76	18,81	18,87	18,92	18,97
Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína	21,50	21,12	20,74	20,35	19,97
Extrato etéreo	3,04	4,35	5,65	6,95	8,25
Carboidratos não fibrosos	53,73	52,88	52,05	51,23	50,40
Matéria mineral	3,59	3,61	3,64	3,66	3,69
Nutrientes digestíveis totais	78,95	75,87	79,22	80,40	81,3
Energia metabolizável (Mcal/kg MS) <sup>2</sup>	2,85	2,74	2,86	2,90	2,94

<sup>1</sup> Composição (kg produto): Ca, 110g; P, 65g; Na, 185g; Cl, 300g; Mg, 20g; S, 20g; Mn, 4660mg; Zn, 4750mg; Co, 120mg; I, 72mg; Se, 35mg; Cu, ausente. <sup>2</sup> Estimada de acordo com NRC (2000), em que EM = ED x 0,82.

As características físico-químicas da glicerina bruta são apresentadas na Tabela 2. A glicerina bruta utilizada no presente trabalho foi originada de óleos vegetais de mamona, soja, algodão e girassol. Foi obtida pela rota metílica, sendo adquirida na empresa Brasil Ecodiesel Indústria e Comércio de Biocombustíveis e Óleos Vegetais S.A., na usina situada em Iraquara - BA.

Tabela 2. Composição físico-química da glicerina bruta incluída na dieta dos animais

Item	Valor
Glicerol, %MN	36,20
Metanol, %MN	8,66
Ácidos graxos totais, %MN	46,48
Água, %MN	6,2
Proteína bruta, %MN	0,41
Matéria Mineral, %MN	2,05
Densidade, g/cm <sup>3</sup>	0,93
Metais pesados (mg/kg)	
Cobre	5,65
Cromo	1,19
Níquel	5,87
Chumbo	0,33
Zinco	5,22
Cádmio	Menor que o limite de detecção (0,05mg/L)

Os animais foram pesados ao início do experimento, após jejum alimentar de 16 horas e vermifugados. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 08h00 e 16h00 horas. As pesagens intermediárias foram realizadas em intervalos de 14 dias, antes da primeira refeição, reduzindo-se para sete, à medida que o peso dos animais se aproximava do peso de abate pré-estabelecido (35 kg). Quando os animais atingiram aproximadamente 35 kg de peso corporal, os cordeiros foram abatidos por meio de concussão cerebral e posterior veniseção da carótida e jugular. Amostras de fígado (150 g) foram coletadas para análises de metais pesados.

Para determinar o peso e rendimento de tecidos não componentes da carcaça, estes foram pesados logo após o abate, sendo o trato gastrintestinal lavado para se obter o peso de cada víscera. Os rendimentos destes tecidos foram calculados em relação ao peso de corpo vazio e expresso em porcentagem.

A carcaça de cada animal foi dividida em duas meia-carcaças e pesadas para se obter o peso de carcaça quente (PCQ) e o rendimento de carcaça quente. Após a pesagem, foram resfriadas em câmara fria por 24 horas a 0°C,

sendo penduradas pelas articulações tarso metatarsianas. Transcorrido o resfriamento, foram novamente pesadas para se obter o peso de carcaça fria (PCF), o rendimento e as perdas de peso por resfriamento (PPR), sendo  $PPR = (PCQ - PCF/PCQ)*100$ . Os rendimentos de carcaça foram obtidos em relação ao peso de corpo vazio (rendimento biológico), bem como em relação ao peso corporal dos animais em jejum ao abate (PCJ), sendo considerado o rendimento comercial, calculando-se através das fórmulas:  $RCQ_{vz} = (PCQ/PCVZ)*100$ ;  $RCF_{vz} = (PCF/PCVZ)*100$ ;  $RCQ_j = (PCQ/PCJ)*100$  e  $RCF_j = (PCF/PCJ)*100$ .

Após o resfriamento, a meia carcaça esquerda de cada animal foi seccionada entre a 12ª e 13ª costelas, para avaliação da área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea. Para se mensurar a AOL, colocou-se sobre a superfície da referida seção uma película transparente, de plástico, na qual desenhou-se o contorno do músculo com caneta própria. Após obter o contorno, tirou-se uma cópia da película transparente, em papel com área e peso conhecido. Recortou-se o contorno que estava no referido papel e pesou-se em balança de precisão para obter a área da seção transversal do músculo, sendo:  $AOL = (\text{peso amostra} \times \text{área papel} / \text{peso papel})$ .

As medidas de pH da carcaça foram tomadas logo após o abate dos animais (pH inicial) e após 24 horas de refrigeração (pH final), utilizando-se peagâmetro com eletrodo de penetração, introduzindo-o em um corte de 2 a 4 cm de profundidade, feito no músculo *Longissimus dorsi*, na carcaça esquerda.

A meia carcaça direita de cada animal foi seccionada em cinco regiões anatômicas: pescoço, paleta, costela, lombo e perna, conforme Silva Sobrinho, (2001a). As cinco regiões anatômicas foram pesadas individualmente para determinação das porcentagens que representaram o todo.

O músculo *Longissimus dorsi*, situado na meia carcaça esquerda, foi totalmente retirado, sendo separadas as devidas amostras para realização das análises de força de cisalhamento, perdas por descongelamento e cozimento, composição química e presença de metais pesados. As amostras foram embaladas em saco plástico, identificadas e armazenadas em freezer a -18°C.

Para realizar as análises de força de cisalhamento, três bifés de 2,54 cm de espessura foram retirados do músculo *Longissimus dorsi*, sendo assados juntamente em forno pré-aquecido (180°C), monitorando sua temperatura interna, com o auxílio de um termômetro. Após atingir a temperatura interna de 71°C, as amostras foram retiradas do forno e resfriadas em geladeira durante a noite a uma temperatura de 2 a 5°C. De cada bife foram retirados dois cilindros homogêneos, de 1,27 cm de diâmetro, de forma paralela à orientação das fibras musculares, evitando-se tecido conectivo e gorduras, utilizando-se um amostrador de aço inox devidamente afiado. Obteve-se no total, seis cilindros para a avaliação da força de cisalhamento, de cada animal. As amostras cilíndricas foram cisalhadas perpendicularmente à orientação das fibras musculares, utilizando-se aparelho Warner-Bratzler.

As mesmas amostras utilizadas para medir a força de cisalhamento foram aproveitadas para realizar as análises de perdas por descongelamento, cocção e totais. As perdas por descongelamento foram obtidas através da pesagem do bife congelado, que em seguida passou por um processo de descongelamento em geladeira por uma noite, a uma temperatura de 2 a 5°C. Após o descongelamento, os bifés foram pesados novamente, obtendo-se, através da relação entre bife congelado e descongelado, as porcentagens de perdas por descongelamento. Os bifés descongelados foram assados em forno pré-aquecido e sua temperatura interna foi medida, sendo monitorada com o auxílio de um termômetro. Quando atingiu 71°C, os bifés foram retirados do forno e pesados novamente para se obter a porcentagem de perdas por cocção, que é a relação entre o bife descongelado e o bife assado. A porcentagem de perdas totais foi obtida através da relação entre o bife congelado e o bife assado.

A análise de composição química foi realizada para se obter os teores de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas do músculo *Longissimus dorsi*. As amostras de carne foram homogeneizadas através de um aparelho homogeneizador de tecidos e liofilizadas por um período de 72 horas. A pesagem das amostras foi realizada antes e após a liofilização para

determinação do teor de umidade. Os teores de proteína bruta, cinzas e extrato etéreo foram determinados segundo os protocolos da AOAC (1995).

Para avaliar a ocorrência de metais pesados na glicerina bruta, as amostras foram pipetadas (1mL), secas em chapa aquecedora até o não despreendimento de fumaça e foram levadas a mufla (Vulcan, mod. 3-1750) à 530°C por 5h. Após o resfriamento das amostras, colocou-se 1mL de HNO<sub>3</sub> concentrado e levou-se à chapa aquecedora (Nova Técnica, mod. NT339) a 100°C até a secagem, sendo levadas novamente a mufla a 375°C por uma hora. Às cinzas obtidas foram adicionadas 1mL de HCl concentrado e aferidas em balão volumétrico de 25 mL com água purificada em sistema Milli-Q. As amostras foram analisadas diretamente em espectrômetro de emissão óptica por plasma de argônio indutivamente acoplado - ICP-OES (Perkin Elmer, mod. Optima2000DV – amostrador, mod. As90plus), na configuração Axial, 1400 kw de potência de radiofrequência, 0,60 L min.<sup>-1</sup> de vazão de gás. A curva de calibração foi construída e verificada a linearidade da resposta. A curva padrão mista foi preparada utilizando-se padrão estoque dos elementos à 1000 mg/L (Merck), preparadas nas concentrações de 0,50, 1,00; 2,00; 5,00 e 8,00 mg/L em solução aquosa, acidificadas a 10% (v/v).

Para avaliação dos teores de metais pesados na carne e fígado dos animais procedeu-se da seguinte forma: 0.50 g de cada material, juntamente com 5 mL de HNO<sub>3</sub> e 2 mL de água padrão ultrapuro (Milli-Q, 18,2 MΩ cm<sup>-1</sup>) foram adicionadas em tubos de teflon. Em seguida, os tubos foram fechados e colocados em forno de microondas (marca CEM, modelo MDS 2000) onde o material foi dissolvido, sob alta temperatura e pressão, conforme manual de aplicação, por 65 minutos. O programa de digestão envolveu três estágios num mesmo ciclo de aquecimento. Ao final de cada ciclo os tubos foram retirados do microondas e deixados esfriar até atingir temperatura ambiente. Depois de esfriados, os tubos foram abertos e o extratos transferidos para balões de 50 mL que tiveram seu volume completado com água Milli-Q. A concentração final do ácido nítrico foi de 10% (v/v) para todos os extratos. Em seguida, os extratos foram transferidos para frascos plásticos e armazenados para posterior análise.

Todas as análises foram realizadas em triplicata e amostras “branco” foram preparadas da mesma maneira. Os teores de Cd, Cu, Cr, Ni, Pb e Zn nos extratos foram dosados por espectrofotometria de emissão atômica com fonte de plasma acoplada por indução, utilizando um espectrofotômetro Perkin Elmer Optima 3300 DV. Os limites de detecção ( $3\sigma$ ) obtidos para os diferentes analitos foram ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ): Cd = 5,5; Cr = 6,6; Cu = 7,0; Ni = 16,5; Pb = 60,1; Zn = 3,1.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições. O peso corporal inicial foi utilizado como covariável e contrastes ortogonais foram utilizados para determinar os efeitos de ordem linear e quadrático dos níveis de glicerina, sendo todos os procedimentos estatísticos realizados por intermédio do programa SAS (Statistical Analysis System), adotando-se 5% de significância. Devido à ausência dos efeitos cúbicos e quárticos para os níveis de glicerina bruta na dieta, estes foram omitidos dos resultados.

## **Resultados e Discussão**

A inclusão de glicerina bruta na dieta afetou o peso corporal final dos animais e algumas características quantitativas da carcaça ( $P < 0,05$ ) como peso de carcaça quente e peso de carcaça fria, sendo que o aumento dos níveis de glicerina bruta na dieta resultou em efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) nestes parâmetros avaliados (Tabela 3). Estimou-se para os níveis de inclusão da glicerina na dieta de 1,74%; 0,78% e 0,58%, valores máximos de 34,49, 15,64 e 15,18 kg, para peso corporal final, peso de carcaça quente e peso de carcaça fria, respectivamente.

A velocidade de crescimento do animal depende principalmente da dieta a qual está submetido, sendo importante fator de influência na deposição de tecidos e, conseqüentemente, no peso corporal final mais elevado. Este, por sua vez, tem relação direta com o peso da carcaça, pois com a diminuição do peso corporal, há tendência de diminuição no peso da carcaça.

Tabela 3. Médias, coeficientes de variação (CV%), níveis descritivos de probabilidade (Valor P) para os efeitos de ordem linear (L) e quadrática (Q), estimativas de parâmetros da regressão e coeficientes de determinação ( $r^2/R^2$ ) para peso corporal final (PCf), peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça quente em relação ao peso em jejum (RCQJ), rendimento de carcaça quente em relação ao peso de corpo vazio (RCQVZ), rendimento de carcaça fria em relação ao peso em jejum (RCFJ), rendimento de carcaça fria em relação ao peso de corpo vazio (RCFVZ), perdas de peso da carcaça por resfriamento (PPR), espessura de gordura subcutânea (EGS), área de olho de lombo (AOL) e área de olho do lombo em relação ao peso da carcaça em função dos níveis de glicerina bruta na dieta

Item	Níveis de glicerina bruta (%MS)					CV (%)	Valor P		Estimativas de parâmetros da regressão			$r^2/R^2$
	0	3	6	9	12		L	Q	$b_0$	$b_1$	$b_2$	
PCf, kg	33,70	34,97	32,92	32,40	29,50	5,8	0,0003	0,0305	34,34	0,1764	-0,05064	0,9310
PCQ, kg	15,23	15,98	14,49	14,27	12,66	6,0	<,0001	0,0175	15,63	0,0398	-0,02534	0,9035
PCF, kg	14,77	15,48	14,04	13,79	12,26	6,1	<,0001	0,0225	15,17	0,0278	-0,02397	0,9065
RCQJ, %	45,23	45,65	44,03	44,03	42,78	3,5	0,0047	0,4832	45,74	-0,2391	-	0,8294
RCQVZ, %	52,09	52,52	51,77	51,32	50,65	2,7	0,0430	0,3899	52,60	-0,1582	-	0,7986
RCFJ, %	43,86	44,21	42,63	42,54	41,41	3,5	0,0036	0,5338	44,36	-0,2433	-	0,8551
RCFVZ, %	50,51	50,87	50,13	49,59	49,02	2,7	0,0268	0,4349	51,01	-0,1671	-	0,8413
PPR, %	3,03	3,15	3,17	3,39	3,21	10,1	0,1772	0,4137	-	-	-	-
EGS, mm	1,04	0,81	0,78	1,13	0,81	36,7	0,7456	0,7139	-	-	-	-
AOL, cm <sup>2</sup>	11,54	14,58	12,06	11,93	10,19	15,9	0,0480	0,0235	12,24	0,4486	-0,05419	0,6618
AOL, cm <sup>2</sup> /kg	0,78	0,94	0,86	0,86	0,84	14,5	0,8065	0,1903	-	-	-	-

<sup>1</sup>/ L e Q - efeitos linear e quadrático para os níveis de glicerina bruta na matéria seca das dietas, respectivamente.

Este fato comprovado por Martins et al. (2000), que observaram que 96,04% da variação no peso de carcaça decorreram da variação no peso corporal, demonstrando alta correlação entre essas características. Portanto, observa-se na Tabela 3, que animais submetidos aos maiores níveis de glicerina bruta na dieta apresentaram menor peso corporal ao abate ( $P < 0,05$ ) e, conseqüentemente, carcaças mais leves ( $P < 0,05$ ).

Houve efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) dos níveis de glicerina bruta sobre o rendimento de carcaça quente em relação ao peso em jejum (RCQJ), rendimento de carcaça quente em relação ao peso de corpo vazio (RCQVZ), rendimento de carcaça fria em relação ao peso em jejum (RCFJ) e rendimento de carcaça fria em relação ao peso de corpo vazio (RCFVZ) (Tabela 3). O peso da carcaça é um importante fator na estimativa de seu rendimento, entretanto, conforme Osório et al. (1999), este poderá variar de acordo com vários fatores como raça, sexo, dieta, idade, dentre outros.

No presente trabalho, a dieta foi o fator determinante que influenciou nesta característica, podendo-se observar na Tabela 3, que animais alimentados com maiores níveis de glicerina bruta na dieta, apresentaram menores pesos de carcaça ( $P < 0,05$ ), obtendo, conseqüentemente, menores rendimentos de carcaça ( $P < 0,05$ ). Entretanto, os valores observados para os rendimentos de carcaça (Tabela 3) são semelhantes a outros trabalhos que avaliaram animais da raça Santa Inês (Rocha et al. 2004; Turino et al. 2007).

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de glicerina bruta sobre as perdas de peso por resfriamento (PPR) e espessura de gordura subcutânea (EGS) que apresentaram um valor médio de 3,19% e 0,9 mm, respectivamente (Tabela 3). A perda de peso por resfriamento sofre influência da velocidade do ar na câmara fria e, principalmente, da espessura de gordura subcutânea da carcaça, sendo considerado parâmetro importante para se avaliar a qualidade do produto final, pois carcaças que apresentam maiores perdas geralmente possuem menor espessura de gordura subcutânea, com tendência a apresentar uma carne mais dura e com menor suculência, o que não é desejável. Entretanto, a inclusão de glicerina bruta na dieta não alterou a deposição de gordura

subcutânea ( $P>0,05$ ), o que não promoveu diferenças ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para PPR, estando o valor médio do presente trabalho, semelhante ao indicado por Silva Sobrinho (2001a), que sugeriu o valor de 4% para PPR, o que garante que o resultado encontrado neste trabalho está de acordo com os padrões aceitáveis.

Segundo Silva Sobrinho (2001b), carcaças que apresentam escore 1 para gordura subcutânea apresentam uma espessura entre 0 a 1 mm, o que a classifica como ausente em gordura subcutânea. Entretanto, faz-se necessário certo teor de tecido adiposo nas mesmas, pois carcaças com pouca e desuniforme cobertura de gordura ressecam mais rapidamente no processo de armazenamento ao frio, causando depreciação ao produto (Bueno et al., 2000). A espessura de gordura subcutânea encontrada no presente trabalho (0,91 mm), classifica-se como ausente (Tabela 3). Observou-se que mesmo com o menor consumo de NDT em animais submetidos a dietas com inclusão de glicerina bruta (Capítulo 1), a espessura de gordura subcutânea não diferiu entre os tratamentos ( $P>0,05$ ), confirmando a hipótese de que o glicerol, por ser um substrato gliconeogênico, pode melhorar o aporte energético no organismo do animal, aumentando a eficiência de deposição de tecido adiposo.

Parsons et al. (2009), observaram redução na deposição de tecido adiposo subcutâneo de novilhas alimentadas com glicerina bruta, principalmente em animais alimentados com 16% de glicerina bruta na dieta.

Mach et al. (2009) reportaram que a inclusão de glicerina bruta na dieta de touros da raça Holandesa não promoveu diferenças na espessura de gordura subcutânea e na área de olho de lombo. Entretanto, no presente trabalho, a área de olho de lombo (AOL) apresentou efeito quadrático ( $P<0,05$ ) estimando-se um valor máximo de 13,20 cm<sup>2</sup> para o nível de inclusão da glicerina bruta em 4,14% na MS da dieta, mas a área de olho de lombo em relação ao peso da carcaça não diferiu entre os tratamentos ( $P>0,05$ ). A área de olho de lombo constitui medida que estima, com confiabilidade, o desenvolvimento muscular do animal (Sainz, 1996), sendo que o peso de abate é um dos principais fatores que afetam a área de olho de lombo. Bueno et al.

(2000), reportaram que cordeiros abatidos mais pesados apresentaram maior área de olho de lombo. Como constatado no presente trabalho, os animais alimentados com os maiores níveis de glicerina bruta na dieta apresentaram menores pesos de abate ( $P < 0,05$ ), o que conseqüentemente, resultou em menor tamanho da área de olho de lombo (Tabela 3). O valor de AOL máximo estimado no presente trabalho está semelhante ao valor médio encontrado por Rodrigues et al. (2008), que obteve  $12,57 \text{ cm}^2$  de AOL, avaliando polpa cítrica na ração de cordeiros Santa Inês confinados.

Na Tabela 4, são apresentados os pesos e rendimentos dos principais cortes comerciais da carcaça de cordeiros: pescoço, paleta, costela, lombo e perna. Não houve efeito dos níveis de glicerina bruta ( $P > 0,05$ ) sobre o peso do pescoço, que apresentou valor médio de 0,67 kg (Tabela 4).

Entretanto, houve efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) sobre os pesos de paleta e costela, e efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) sobre os pesos de lombo e perna. Estimou-se um valor máximo para os pesos de lombo e perna de 1,06 e 2,23 kg, para os níveis de inclusão da glicerina bruta de 2,56% e 0,085% na MS da dieta, respectivamente. O peso da paleta variou de 1,20 a 1,44 kg, próximos ao valor médio encontrado por Alves et al. (2003), que observaram peso de 1,40 kg em cordeiros Santa Inês recebendo diferentes níveis de energia na dieta, já o peso da perna encontrado por este autor (2,58 kg) excedeu a variação de peso encontrada no presente trabalho (1,77 a 2,17 kg).

O peso dos cortes está diretamente relacionado ao peso da carcaça, sendo que este sofre influência do peso corporal dos animais ao abate. Como pode ser observado na Tabela 4, os animais que receberam maiores níveis de glicerina bruta na dieta, apresentaram menores pesos de carcaça e, como conseqüência, apresentaram menores pesos ( $P < 0,05$ ) de paleta, costela, lombo e perna, o que não é característica desejável, pois um dos parâmetros de qualidade avaliados pelo consumidor é o peso dos cortes da carcaça, principalmente a perna e a paleta que são os cortes mais valorizados.

Tabela 4. Médias, coeficientes de variação (CV%), níveis descritivos de probabilidade (Valor *P*) para os efeitos de ordem linear (L) e quadrática (Q), estimativas de parâmetros de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2/R^2$ ) para pesos e rendimentos dos cortes comerciais da carcaça de ovinos da raça Santa Inês, em função dos níveis de glicerina bruta na dieta

Item	Níveis de glicerina bruta (%MS)					CV (%)	Valor <i>P</i> <sup>1</sup>		Estimativas de parâmetros da regressão			$r^2/R^2$
	0	3	6	9	12		L	Q	<i>b</i> <sub>0</sub>	<i>b</i> <sub>1</sub>	<i>b</i> <sub>2</sub>	
Peso de cortes, kg												
Pescoço	0,68	0,75	0,61	0,71	0,58	15,7	0,1037	0,3145	-	-	-	-
Paleta	1,44	1,42	1,33	1,35	1,20	6,7	0,0001	0,2576	1,48	-0,0215	-	0,8529
Costela	1,94	2,06	1,78	1,77	1,59	9,2	0,0002	0,2233	2,06	-0,0391	-	0,7565
Lombo	1,02	1,06	1,01	0,97	0,83	10,9	0,0034	0,0402	1,04	0,0140	-0,00273	0,9703
Perna	2,17	2,26	2,06	1,98	1,77	6,8	<,0001	0,0388	2,23	0,0006	-0,00350	0,9413
Rendimento de Cortes, %												
Pescoço	9,37	9,90	9,11	10,58	9,69	14,1	0,4789	0,7838	-	-	-	-
Paleta	19,93	18,92	19,70	19,94	20,25	4,4	0,1639	0,1329	-	-	-	-
Costela	26,75	27,25	26,11	26,01	26,54	5,5	0,4101	0,6340	-	-	-	-
Lombo	14,00	13,97	14,80	14,36	13,92	8,9	0,8973	0,3001	-	-	-	-
Perna	29,95	29,95	30,27	29,10	29,74	4,9	0,5215	0,9260	-	-	-	-

<sup>1/</sup> L e Q = efeitos linear e quadrático para os níveis de glicerina bruta na matéria seca das dietas, respectivamente.

Não houve efeito dos níveis de inclusão de glicerina bruta ( $P>0,05$ ) sobre o rendimento dos principais cortes da carcaça (Tabela 4), sendo pescoço, paleta, costela, lombo e perna, que apresentaram os seguintes valores médios: pescoço (9,73%), paleta (19,75%), costela (26,53%), lombo (14,21%) e perna (29,80%). Os cortes da carcaça de pequenos ruminantes variam conforme os costumes regionais, de modo que a paleta e a perna são os únicos cortes padronizados na maioria das criações brasileiras (Garcia, 1998). Conforme pode ser observado na Tabela 4, o rendimento de paleta variou de 18,92% a 20,25% e o de perna variou de 29,10% a 30,27%, corroborando com os resultados de Cunha et al. (2008) e Rodrigues et al. (2008).

O rendimento de cortes comerciais da carcaça indica a distribuição dos tecidos que a compõem em diferentes regiões anatômicas. Assim, a glicerina bruta incluída até o nível de 12% não promoveu distribuição desigual dos tecidos componentes da carcaça. Estes resultados confirmam a lei da harmonia anatômica, a partir da verificação de que o rendimento dos cortes, mesmo para pesos de abates diferentes, não sofre grandes variações (Boccard, citado por Siqueira, 2001).

Na Tabela 5 são apresentados os rendimentos dos tecidos não componentes da carcaça em relação ao peso de corpo vazio. Houve efeito quadrático ( $P<0,05$ ) dos níveis de glicerina bruta sobre o peso de corpo vazio dos animais, estimando-se para o nível de 0,86% de inclusão de glicerina bruta na dieta, o valor máximo de 29,89 kg. O peso de corpo vazio está relacionado com o desenvolvimento do animal e animais que receberam maiores níveis de glicerina bruta na dieta apresentaram menor peso corporal ao abate ( $P<0,05$ ).

Não houve efeito dos níveis de glicerina bruta ( $P>0,05$ ) sobre o rendimento de 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 médios: 4,99%, 0,55%, 4,22%, 1,52%, 2,75%, 3,11%, 6,39% e 5,37%, respectivamente.

Tabela 5. Médias, coeficientes de variação (CV%), níveis descritivos de probabilidade (Valor *P*) para os efeitos de ordem linear (L) e quadrática (Q), estimativas de parâmetros de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2/R^2$ ) para o peso de corpo vazio (PCVZ), rendimento de órgãos, diafragma, estômago, intestinos, mesentério, gordura interna, aparas, pele, pés, cabeça e sangue em relação ao peso de corpo vazio (PCVZ), em função dos níveis de glicerina bruta na dieta

Item	Níveis de glicerina bruta (%MS)					CV (%)	Valor <i>P</i> <sup>1</sup>		Estimativas de parâmetros da regressão			$r^2/R^2$
	0	3	6	9	12		L	Q	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	
PCVZ, kg	29,25	30,40	27,98	27,79	24,97	6,1	<,0001	0,0416	29,86	0,0728	-0,04191	0,8991
Órgãos <sup>2</sup> , %	5,00	4,86	5,11	4,88	5,08	7,8	0,7112	0,7521	-	-	-	-
Diafragma, %	0,52	0,61	0,58	0,54	0,51	18,3	0,5005	0,1432	-	-	-	-
Estômago <sup>3</sup> , %	3,32	3,02	3,13	3,09	3,44	9,2	0,4389	0,0180	3,31	-0,0992	0,00912	0,8692
Intestinos <sup>4</sup> , %	3,94	4,04	4,00	4,53	4,97	8,9	<,0001	0,0486	3,96	-0,0346	0,01000	0,9679
Gordura visceral, %	3,82	3,92	4,34	4,63	4,39	19,9	0,1073	0,5381	-	-	-	-
Gordura interna, %	1,38	1,34	1,57	1,89	1,42	38,3	0,4193	0,4161	-	-	-	-
Aparas <sup>5</sup> , %	2,63	2,66	2,84	2,88	2,76	10,3	0,2066	0,3216	-	-	-	-
Pele, %	12,24	12,36	11,66	12,14	11,26	6,1	0,0352	0,4785	12,35	-0,0733	-	0,5725
Pés, %	3,18	3,13	3,12	2,96	3,18	6,5	0,5159	0,2295	-	-	-	-
Cabeça, %	6,53	6,26	6,49	6,02	6,63	5,6	0,9404	0,0706	-	-	-	-
Sangue, %	5,22	5,16	5,36	5,32	5,77	9,6	0,0761	0,3238	-	-	-	-

<sup>1</sup>/ L e Q = efeitos linear e quadrático para os níveis de glicerina bruta na matéria seca das dietas, respectivamente.

<sup>2</sup>/ Órgãos: baço, coração, fígado, pulmões, rins e língua;

<sup>3</sup>/ Estômagos: rúmen, retículo, omaso e abomaso;

<sup>4</sup>/ Intestinos: delgado e grosso;

<sup>5</sup>/ Aparas: aparelho reprodutor e traquéia;

Os valores observados estão de acordo com os trabalhos envolvendo cordeiros em terminação (Oliveira et al., 2002; Silva Sobrinho et al., 2003). Segundo Costa et al. (2007), individualmente, os órgãos e vísceras representam baixo valor comercial. No entanto, se usados como matéria-prima na elaboração de pratos típicos ou embutidos, permitem agregar valor à unidade de produção ou de abate, podendo alcançar valores equivalentes ao da carne ovina, por isso, é importante conhecer os rendimentos destes constituintes.

A alimentação de ruminantes com glicerol tem sido reportada na literatura (Drouillard, 2008) por modificar a produção de ácidos graxos no rúmen, favorecendo a produção de propionato em relação ao acetato.

Segundo Kozloski (2002), o aumento da concentração de ácido propiônico no rúmen resulta em maior disponibilidade de energia na forma de glicose, o que favorece a lipogênese e a conseqüente deposição de gordura interna e visceral. Entretanto, como pode-se observar na Tabela 5, não foram observadas diferenças ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para o rendimento de gordura de mesentério e interna em relação ao peso de corpo vazio, demonstrando que a inclusão de glicerina bruta na dieta não promoveu aumento na deposição destes tecidos.

Houve efeito quadrático ( $P<0,05$ ) dos níveis de glicerina bruta sobre o rendimento de estômago (rúmen, retículo, omaso e abomaso) e intestinos (delgado e grosso). Estimou-se, para os níveis de inclusão de glicerina bruta na dieta em 5,44 e 1,73%, para estômago e intestinos, valores mínimos de 3,04 e 3,93%, respectivamente.

A pele foi a que apresentou, em relação aos demais, maior proporção, com maior representatividade, variando de 11,26% a 12,36%, sendo que o rendimento da pele dos animais alimentados com níveis de glicerina bruta apresentou um efeito linear decrescente (Tabela 5).

Dentre os subprodutos, a pele dos animais deslanados tem sido o componente mais valorizado comercialmente, despertando o interesse da indústria vestuária e calçadista, devido á sua excelente qualidade. Este

componente, segundo Siqueira et al. (2001), além de apresentar um expressivo valor numérico, sofre substancial oscilação. Vários autores reportaram que o aumento do peso corporal ao abate acarreta maiores pesos e proporções de pele (Pires et al. 2000; Siqueira et al., 2001). Portanto, como os animais submetidos aos maiores níveis de glicerina bruta na dieta apresentaram um menor peso corporal, houve um menor rendimento da pele ( $P < 0,05$ ), como pode ser observado na Tabela 5.

A inclusão de glicerina bruta na dieta dos animais não promoveu diferenças ( $P > 0,05$ ) sobre as perdas de peso por cocção (PCOC), perdas totais (PTOTAL), força de cisalhamento (FC), pH inicial e pH final do músculo *Longissimus dorsi*, que apresentaram os seguintes valores médios: 19,15%, 27,01%, 4,44 kgf, 6,58 e 6,04, respectivamente (Tabela 6).

O valor médio encontrado para temperatura inicial no músculo *Longissimus dorsi* foi de 36,7°C e temperatura final de 0,8°C. O processo de transformação do músculo em carne tem relação com vários fatores, dentre eles o pH e a temperatura. A partir destes parâmetros, pode-se inferir sobre a qualidade do produto final, pois o valor final de pH e a temperatura da carcaça durante o resfriamento, tem relação com as características organolépticas da carne, como a maciez e a capacidade de retenção de água.

O valor de pH final do músculo (24 horas após o abate), deve estar entre 5,5 a 5,8, podendo se elevar devido, principalmente, a fatores estressantes durante o período pré-abate. Se o pH permanece alto, acima de 6,20 a carne apresenta uma anomalia denominada DFD (dark, firm and dry), sendo considerada uma carne escura, dura e seca. Esse tipo de anomalia pode ser encontrada em carne de cordeiro (Apple et al., 1995), embora haja pouca evidência a esse respeito. O valor médio de pH final encontrado neste trabalho (6,04), encontra-se acima da faixa normal (5,5 a 5,8), entretanto não foram observadas evidências de estresse dos animais no período pré-abate. Segundo Sierra (1988), a dieta ou natureza do alimento são fatores que pouco influenciam o valor final de pH, sendo o nível de glicogênio muscular, o fator de maior importância ao se avaliar este parâmetro.

Tabela 6. Médias, coeficientes de variação (CV%), níveis descritivos de probabilidade (Valor P) para os efeitos de ordem linear (L) e quadrática (Q), estimativas de parâmetros de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2/R^2$ ) para perdas por descongelamento (PDESC), perdas por cocção (PCOC), perdas totais (PTOTAL), força de cisalhamento (FC), pH inicial e pH final do músculo *Longissimus dorsi*, em função dos níveis de glicerina bruta na dieta

Item	Níveis de glicerina bruta (%MS)						Valor P <sup>1</sup>		Estimativas de parâmetros da regressão			$r^2/R^2$
	0	3	6	9	12	CV (%)	L	Q	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	
PDESC, %	9,13	10,53	11,16	9,36	8,00	21,4	0,2189	0,0203	9,18	0,6551	-0,06387	0,9327
PCOC, %	18,23	20,48	20,06	16,69	20,29	20,7	0,9516	0,9675	-	-	-	-
PTOTAL, %	25,95	29,01	29,15	24,32	26,99	13,4	0,5904	0,3184	-	-	-	-
FC, kgf	4,64	5,10	4,63	3,80	4,01	28,2	0,1264	0,6540	-	-	-	-
pH inicial	6,56	6,52	6,73	6,61	6,50	3,3	0,9033	0,1918	-	-	-	-
pH final	5,99	6,08	6,00	6,07	6,05	1,4	0,4070	0,5424	-	-	-	-

<sup>1</sup>/ L e Q - efeitos linear e quadrático para os níveis de glicerina bruta na matéria seca das dietas, respectivamente.

Como pode ser observado na Tabela 6, a inclusão de glicerina bruta na dieta não promoveu diferenças ( $P>0,05$ ) nos valores de pH inicial e final do músculo *Longissimus dorsi*.

A análise de regressão revelou efeito quadrático para os níveis de glicerina bruta na dieta ( $P<0,05$ ) em relação às perdas por descongelamento, estimando-se no nível 5,13% de inclusão da glicerina bruta na dieta, o valor máximo de 10,86% de perdas. Além de prejudicar a imagem do produto frente às percepções dos consumidores durante a estocagem da carne, as perdas por descongelamento podem reduzir a maciez da carne, entretanto, estas conseqüências não foram consideradas significativas ( $P>0,05$ ) neste trabalho.

Como pode ser observado na Tabela 6, os animais alimentados com 12% de glicerina bruta na dieta, apresentaram menores perdas de exsudado muscular durante o descongelamento. Segundo Freund et al. (1995), o glicerol aumenta a retenção de fluido, pela redução da água livre no organismo.

O efeito da inclusão de glicerol na dieta sobre a retenção de água no músculo foi comprovado por Parker et al. (2007), que trabalharam com bovinos de corte recebendo glicerol somente durante o período de transporte e observaram que o tratamento com glicerol leva a uma hiperhidratação do animal, o que posteriormente implica em carne de melhor qualidade. Portanto, isso nos permite inferir que a carne dos animais alimentados com maiores níveis de glicerina bruta na dieta podem apresentar menores perdas de exsudado muscular devido á capacidade do glicerol em reter água no músculo.

A perda de peso no cozimento é uma importante característica de qualidade, associada ao rendimento de carne no momento do consumo (Pardi et al., 1993), podendo ser influenciada pela capacidade de retenção de água nas estruturas da carne (Bouton et al., 1971).

Apesar de não ter sido encontrado diferenças significativas ( $P>0,05$ ), verifica-se que a carne de animais submetidos á dieta com 9% de glicerina bruta na matéria seca apresentaram numericamente, menor valor médio (16,69%) para as perdas por cocção, podendo ser explicado pelo mesmo

motivo citado para as perdas por descongelamento da carne de animais submetidos às dietas com maiores níveis de glicerina bruta.

Os valores médios entre os tratamentos para as perdas totais variaram de 24,32% a 29,15%, sendo que animais submetidos á dietas com 9% de glicerina bruta na matéria seca, apresentaram numericamente menor valor médio de perdas totais.

Apesar do pH final neste trabalho ter se encontrado um pouco elevado (6,04), não foi constatado diferenças na maciez da carne. Alguns estudos (Purchas et al., 2002) tem associado a maciez da carne com o conteúdo de gordura intramuscular.

No presente estudo, foi pressuposto que a inclusão de glicerina bruta na dieta dos animais, resultaria na redução da relação acetato:propionato no rúmen, possivelmente resultando em um aumento da proporção de propionato no rúmen, o qual é precursor da glicose. Portanto, era esperado que a inclusão de glicerina bruta na dieta, promovesse um aumento na deposição de gordura intramuscular, visto que para deposição deste tecido é necessário utilizar a glicose como fonte de carbono (Schoonmaker et al. 2004). Entretanto, a glicerina bruta utilizada no presente experimento continha apenas 36,2% de glicerol, o que possivelmente não permitiu uma maior produção de glicose no organismo e conseqüentemente deposição de gordura intramuscular.

Segundo Almeida Jr. (2002) o percentual de extrato etéreo no músculo *Longissimus dorsi* é um importante indicativo da porcentagem de gordura intramuscular da carne, sendo o método utilizado para se mensurar a gordura de marmoreio no presente trabalho.

Os diferentes níveis de glicerina utilizados não causaram efeito ( $P>0,05$ ) no teor de extrato etéreo do músculo *Longissimus dorsi* (Tabela 7), o que possivelmente não resultou em diferenças significativas ( $P>0,05$ ) nos valores de força de cisalhamento mensurados no músculo *Longissimus dorsi*, (Tabela 6).

De acordo com o presente trabalho, em estudo recente (Parsons et al., 2009), não constataram efeitos positivos no grau de marmoreio da carne de

novilhas confinadas, recebendo diferentes níveis de glicerina bruta na dieta (até 16% na MS da dieta).

Da mesma forma, Mach et al. (2009), trabalhando com touros Holandês confinados recebendo níveis de glicerina bruta na dieta (até 12% na MS da dieta), não reportaram aumento no conteúdo de gordura intramuscular e efeito sobre a força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi*, sendo importante ressaltar que a glicerina bruta utilizada pelos autores citados acima, continha aproximadamente 80% de glicerol, o que a difere da glicerina bruta utilizada no presente trabalho, que continha 36,20% de glicerol.

Shackelford et al. (1991) sugeriram o valor de 4,6 kg de força de cisalhamento, pelo método Warner-Bratzler, como padrão, sendo o limite aceitável para a comercialização da carne bovina. Portanto, o resultado médio observado no presente trabalho para força de cisalhamento foi de 4,44 kg, sendo considerada uma carne macia.

Na Tabela 7 são apresentados os resultados encontrados para os teores de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas do músculo *Longissimus dorsi*. Não houve efeito ( $P>0,05$ ) dos níveis de glicerina bruta na dieta sobre os teores de umidade e cinzas do músculo, que apresentaram os seguintes valores médios: 74,54% e 1,23% respectivamente (Tabela 6).

Os valores citados estão de acordo com os valores reportados por Zeola et al. (2004), que encontraram na carne de cordeiros os teores de 75,60% e 1,11%, para umidade e cinzas, respectivamente.

O teor de proteína bruta na carne de animais alimentados com glicerina bruta decresceu linearmente ( $P<0,05$ ). Houve variação de 18,40 a 19,25%.

De acordo com Prata (2001), a carne ovina apresenta valores médios de 75% de umidade, 19% de proteína, 4% de gordura e 1% de matéria mineral.

Parker et al. (2007) reportaram que a ingestão de glicerol por bovinos durante o período pré-abate, não somente acarreta em uma hiperhidratação, mas também diminui o déficit de energia, gerado pelo aumento da concentração de insulina no plasma, o que permite menor degradação protéica do músculo, implicando em preservação do teor de proteína na carcaça após o abate.

Entretanto, os animais do presente trabalho foram submetidos à alimentação com glicerina bruta por um tempo superior ao do referido trabalho, e como observado na Tabela 7, os teores de proteína foram menores no músculo de animais que receberam maiores níveis de glicerina bruta na dieta, discordando da afirmação anterior. É necessário ressaltar que a glicerina bruta utilizada no presente trabalho continha 36,2% de glicerol, o que difere da glicerina utilizada pelo autor citado, já que este utilizou glicerina purificada que contém teor de glicerol acima de 99,5%.

O menor teor de proteína bruta na carne pode ser explicado, devido ao fato dos animais submetidos aos maiores níveis de glicerina bruta na dieta, apresentarem menor consumo de matéria seca, não atendendo as exigências nutricionais para proteína bruta.

Devido ao aumento da preocupação do consumidor em relação aos aspectos nutricionais e qualitativos da carne, fatores como o teor de gordura no músculo tem requerido maior atenção dos pesquisadores.

Vários estudos envolvendo consumidores e painéis treinados revelaram que o teor de gordura intramuscular da carne é uma das características mais importantes que influenciam aspectos como a maciez da carne, suculência e sabor (Verbeke et al., 1999).

O teor de extrato etéreo no músculo (2,44% na matéria natural), está de acordo com os citados por outros autores (Lawrie, 2005; Ortiz et al. 2005), valores indicativos de uma carne de boa qualidade, com teores de gordura e proteína bruta considerados normais.

Tabela 7. Médias, coeficientes de variação (CV%), níveis descritivos de probabilidade (Valor *P*) para os efeitos de ordem linear (L) e quadrática (Q), estimativas de parâmetros de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2/R^2$ ) para teores de umidade, cinzas, proteína bruta e extrato etéreo na matéria natural do músculo *Longissimus dorsi*, em função dos níveis de glicerina bruta na dieta

Item	Níveis de glicerina bruta (%MS)						Valor <i>P</i> <sup>1</sup>		Estimativas de parâmetros da regressão			$r^2/R^2$
	0	3	6	9	12	CV (%)	L	Q	$b_0$	$b_1$	$b_2$	
Umidade, %	74,52	74,24	74,60	74,47	74,87	0,6	0,1379	0,2387	-	-	-	-
Cinzas, %	1,15	1,15	1,32	1,32	1,23	11,5	0,0937	0,1316	-	-	-	-
Proteína bruta, %	19,07	19,25	18,94	18,87	18,40	2,7	0,0166	0,1900	19,24	-0,0566	-	0,7339
Extrato etéreo, %	2,46	2,53	2,28	2,51	2,41	19,4	0,8589	0,8327	-	-	-	-

<sup>1</sup>/ L e Q - efeitos linear e quadrático para os níveis de glicerina bruta na matéria seca das dietas, respectivamente.

Visando produzir uma carne segura, foram investigados os teores de metais pesados presentes na glicerina bruta e conseqüentemente os teores dos mesmos que foram depositados na carne e fígado dos animais.

Na Tabela 8 encontram-se os resultados obtidos para deposição de metais pesados na carne e fígado dos animais, expressos em mg/kg. Não foram detectados pelo método analítico utilizado a presença dos elementos Pb, Cd, Cr e Ni em nenhuma das amostras analisadas. Nesse caso, os teores desses metais estão abaixo do limite de quantificação do método analítico que foram (mg/kg): Cd = 0,55; Cr = 0,66; Ni = 1,65; Pb = 6,01.

Não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) dos níveis de glicerina bruta na dieta sobre o teor de zinco no fígado dos animais. Entretanto, o teor de cobre aumentou linearmente no fígado de animais submetidos a dietas com inclusão de glicerina bruta ( $P<0,05$ ). Quando se observa o teor de zinco presente na carne dos animais, verifica-se que com o aumento dos níveis de glicerina bruta na dieta, houve um decréscimo linear ( $P<0,05$ ) na deposição deste metal na carne dos animais. Já o teor de cobre na carne dos animais não diferiu entre os tratamentos ( $P>0,05$ ).

O fígado é de fundamental importância no metabolismo do cobre, sendo responsável por até 90% do seu armazenamento (Hidiroglou et al., 1993), o que explica o baixo teor de cobre encontrado na carne dos animais. Portanto, com o consumo de dietas com inclusão de glicerina bruta, o acúmulo de cobre tenderá a ser maior no fígado em relação à carne (Tabela 9).

O maior teor de zinco ( $P<0,05$ ) encontrado na carne de animais que não receberam glicerina bruta na dieta, pode ser explicado pelo maior consumo de suplemento mineral. Observa-se que o suplemento mineral fornecido possuía quantidades consideráveis de zinco (4750 mg), e devido ao maior consumo de matéria seca ( $P<0,05$ ) dos animais alimentados com a dieta controle, houve maior ingestão de suplemento mineral e conseqüentemente de zinco, o que acarretou em maior teor deste mineral na carne de animais que não receberam glicerina bruta na dieta.

Tabela 8. Médias, coeficientes de variação (CV%), níveis descritivos de probabilidade (Valor P) para os efeitos de ordem linear (L) e quadrática (Q), estimativas de parâmetros de regressão e coeficientes de determinação ( $r^2/R^2$ ) para teores de metais pesados (mg/kg) no fígado e músculo *Longissimus dorsi*, em função dos níveis de glicerina bruta na dieta

Item	Níveis de glicerina bruta (%MS)					CV (%)	Valor P <sup>1</sup>		Estimativas de parâmetros da regressão			$r^2/R^2$
	0	3	6	9	12		L	Q	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	
Fígado												
Zinco, mg/kg	34,67	39,28	32,31	37,31	34,06	15,7	0,6632	0,6650	-	-	-	-
Cobre, mg/kg	58,18	62,10	72,86	55,38	92,69	33,5	0,0483	0,2861	55,77	2,0771	-	0,4281
Carne												
Zinco, mg/kg	31,84	27,97	26,56	29,34	25,97	13,5	0,0485	0,3861	30,51	-0,3538	-	0,4951
Cobre, mg/kg	2,27	2,67	2,19	2,41	2,21	15,7	0,4341	0,3811	-	-	-	-

<sup>1</sup>/ L e Q = efeitos linear e quadrático para níveis de glicerina bruta na matéria seca das dietas, respectivamente.

O cobre e o zinco são elementos traço que participam de várias reações no organismo, diretamente ou como co fator de enzimas. Sinais e sintomas clínicos em humanos são apresentados caso haja deficiência ou toxicidade desses elementos (Waitzberg, 2000). Segundo Franco (1999) a recomendação para ingestão diária do cobre é de 1,0 a 1,6 mg/dia, sendo tolerável até 10 mg/dia e para o zinco de 9 a 14 mg/dia, tolerável até 40 mg/dia para adultos. Portanto, se considerarmos uma porção de 100 gramas de fígado ou carne de cordeiros para ingestão diária em humanos, verifica-se que os níveis de zinco e cobre estão dentro do limite tolerável, não sendo capazes de causar toxicidade em humanos.

Uma possível preocupação com a ingestão de cobre poderia ser com a saúde dos animais, pois os ovinos têm baixa tolerância ao excesso de cobre (Wells et al., 2000), sendo mais vulneráveis a intoxicação por cobre em relação a outros animais de produção, devido ao mecanismo de excreção biliar ser menos eficiente (Figuera, 2001). Segundo Pereira & Rivero (1993), uma concentração de cobre no tecido hepático ovino menor ou igual a 500 mg/kg está dentro dos padrões aceitáveis para a espécie, não causando intoxicações aos animais. Portanto, como observa-se na Tabela 8, o teor de cobre no fígado dos animais variou de 55,38 a 92,69 mg/kg, os quais não foram capazes de gerar intoxicação nos animais.

### **Conclusões**

A inclusão de glicerina bruta contendo 36,20% de glicerol na dieta de cordeiros em terminação não promove mudanças que comprometam a qualidade e segurança alimentar da carne, entretanto, deve ser incluída em até 4,14% na MS da dieta, para não promover efeitos de impacto negativo nas características de carcaça.

## Literatura Citada

- ALMEIDA JR., G.A. Silagem de grãos úmidos de milho na ração de cordeiros em creep-feeding. Botucatu: Universidade Estadual Paulista. 2002. 61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2002.
- ALVES, K.S.; CARVALHO, F.F.R.; FERREIRA, M.A. et al. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: características de carcaça e constituintes corporais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.6, p.1927-1936, 2003 (Supl.2)
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Arlington, 1995.
- APPLE, J.K. et al. Effects of restrain and isolation stress and epidural blockade on endocrine and blood metabolite status, muscle glycogen metabolism, and indice of darck-cutting Longissimus muscle of Sheep. **Journal of Animal Science**, v.73, n.8, p.2295-2307, 1995.
- BÔAS, A.S.V.; ARRIGONI, M.B.; SILVEIRA, A.C. et al. Idade a desmama e manejo alimentar na produção de cordeiros superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1969-1980, 2003 (Supl. 2).
- BOUTON, P.E.; HARRIS, P.V.; SHORTHOSE, W.R. Effects of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. **Journal of Food Science**, v.36, p.435-439, 1971.
- BUENO, M.S.; CUNHA, E.A.; SANTOS, L.E. et al. Características de carcaças de cordeiros Suffolk abatidos em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1803-810, 2000.
- COSTA, R.G. et al. **Buchada caprina**: características físico-químicas e microbiológicas. Campina Grande: Editora Impressos Adilson, 2007. 93 p.
- CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; NETO, S.G. et al. Características quantitativas da carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1112-1120, 2008.
- DROUILLARD, J.S. Glycerin as a feed for ruminants: using glycerin in high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v.86, p.392, (E-Suppl.2), 2008.

- FIGHERA, R.A. Anemia em medicina veterinária. Santa Maria: Pallotti, 2001. p.98-103.
- FRANCO, G. **Tabela de Composição Química de Alimentos**. Editora: Atheneu, Rio de Janeiro, 1999.
- FREUND, B.J.; MONTAIN, S.J.; YOUNG, A.J. et al. Glycerol hyperhydration: Hormonal, renal, and vascular fluid responses. **J. Appl. Physiol.** 79:2069–2077, 1995.
- GARCIA, C.A.; Avaliação de resíduo de panificação “biscoito” na alimentação de ovinos e nas características quantitativas e qualitativas da carcaça. Jaboticabal, SP: FCAV-UNESP, 1998. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 1998.
- HIDIROGLOU, M.; IVAN, M. Liver biopsy in sheep. **Veterinary Research**, Domaine de Vilvert, v.24, n.3, p.260-265, 1993.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002. 140 p.
- LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384p.
- 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.
- MARTINS, R.C.; OLIVEIRA, N.; OSORIO, J.C.S. et al. **Peso vivo ao abate como indicador do peso e das características quantitativas e qualitativas das carcaças em ovinos jovens da raça Ideal**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2000. 29p. (Boletim de Pesquisa, 21).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.rev.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2000. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington,D.C.: National Academy Press. 2007. 362 p.
- OLIVEIRA, M.V.M.; PÉREZ, J.R.O.; ALVES, E.L. et al. Rendimento de carcaça, mensurações e peso de cortes comerciais de cordeiros Santa Inês e Bergamácia alimentados com dejetos de suínos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1451-1458, 2002.
- OSÓRIO, M.T.M; SIERRA, I.; SANUDO, C. et al. Influência da raça, sexo e peso/idade sobre rendimento da carcaça em cordeiros. **Ciência Rural**, v.29, n.1, p.139-142, 1999.

- ORTIZ, J.S.; COSTA, C.; GARCIA, C.A. et al. Medidas objetivas das carcaças e composição química do lombo de cordeiros alimentados e terminados com três níveis de proteína bruta em creep feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2382-2389, 2005 (supl.).
- PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne: tecnologia da sua obtenção e transformação**. Goiânia: Centro Editorial e Gráfico Universidade de Goiás, 1993. 586p.
- 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.L.; SHELOR, M.K.; DROUILLARD, J.S. Performance and carcass traits of finishing lambs heifers fed crude glycerin. **Journal of Animal Science**, v.87, p.653-657, 2009.
- PEREIRA, D.; RIVERO, R. Intoxicação crônica fitógena por cobre. In: RIET-CORREA, F.; MENDEZ, M.C.; SCHILD, A.L. Intoxicação por plantas e micotoxinas em animais domésticos. Pelotas: Hemisfério Sul do Brasil, 1993, p.279-307.
- PIRES, C.C.; SILVA, L.F.; FARINATTI, L.H.E. et al. Crescimento de cordeiros abatidos com diferentes pesos. II. Constituintes corporais. **Ciência Rural**, v.30, n.5, p.869-873, 2000.
- PRATA, L.F.; FUKUDA, R.T. Fundamentos da higiene e inspeção de carnes. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 349p.
- PURCHAS, R.W.; BURNHAM, D.L.; MORRIS, S.T. Effects of growth potential and growth path on tenderness of beef Longissimus muscle from bulls and steers. **Journal of Animal Science**, v.80, p.3211-3221, 2002.
- ROCHA, M.H.M.; SUSIN, I.; PIRES, A.V. et al. Performance of Santa Inês lambs fed diets of variable crude protein levels. **Scientia Agricola**, v.61, n.2, p.141-145, 2004.
- RODRIGUES, G.H.; SUSIN, I.; PIRES, A.V. et al. Polpa cítrica em rações para cordeiros em confinamento: características da carcaça e qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1869-1875, 2008.
- SAINZ, R.D. Qualidade de carcaças e de carnes de ovinos e caprinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.3-14.

- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. User's guide: statistics. Cary: 2000. 265p.
- SCHOONMAKER, J.P.; FLUHARTY, F.L.; LOERCH, S.C. Effect of source and amount of energy and rate of growth in the growing phase on adipocyte cellularity and lipogenic enzyme activity in the intramuscular and subcutaneous fat depots of Holstein steers. **Journal of Animal Science**, v.82, p.137-148, 2004.
- SHACKELFORD, S.D.; MORGAN, J.B.; CROSS, H.R. et al. Identification of threshold levels for Warner-Bratzler shear force in beef top loin steaks. **Journal of Muscle Foods**, v.2, p.289, 1991.
- SIERRA, I. La denominación de origen en el ternasco de Aragón. **Revista Técnica Del Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes de la Diputación General de Aragón**, Zaragoza, n. 5, p. 27-29, 1988.
- SILVA SOBRINHO, A.G. Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001a. p.425-453.
- SILVA SOBRINHO, A.G. **Criação de ovinos**. 2 ed. Ver. e Ampl. Jaboticabal: Funep,2001b. 302 p.
- SILVA SOBRINHO, A.G.; GASTALDI, K.A.; GARCIA, C.A. et al. Diferentes dietas e pesos ao abate na produção de órgãos de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1792-1799, 2003 (Supl. 1)
- SIQUEIRA, E.R.; SIMÕES, C.D.; FERNANDES, S. Efeito do sexo e do peso ao abate sobre a produção de carne de cordeiro. Morfologia da carcaça, peso dos cortes, composição tecidual e componentes não constituintes da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, 1299-1307, 2001.
- TURINO, V.F.; SUSIN, I.; PIRES, A.V. et al. Casca de soja na alimentação de cordeiros confinados: desempenho e características da carcaça. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.3, p.495-503, 2007.
- VERBEKE, W.; VAN OECKEL, M.J.; WARNANTS, N. et al. Consumer perceptions, facts and possibilities to improve acceptability of health and sensory characteristics of pork. **Meat science**, 53, p.77-99, 1999.
- WAITZBERG, D.L. **Nutrição Oral, Enteral e Parenteral na Prática Clínica**. São Paulo: Atheneu, 2000.

WELLS, N.H. Serum profiles in ewe lambs fed commercial feed with accidentally elevated copper and treated with calcium sulfate. **American Society Animal Science**, Las Cruces, v.51, 2000.

ZEOLA, N.M.B.L.; SILVA SOBRINHO, A.G.; GONZAGA NETO, S. et al. Composição centesimal da carne de cordeiros submetidos a dietas com diferentes teores de concentrado. **Ciência Rural**, v.34, n.1, p. 253-257, 2004.

### **3. CONCLUSÕES GERAIS**

A glicerina bruta contendo 36,20% de glicerol pode ser incluída na dieta de cordeiros em terminação em até 6% na matéria seca da dieta, otimizando a conversão alimentar dos animais, sem causar efeitos de impacto negativo na qualidade e segurança alimentar da carne.

A glicerina bruta contendo 36,20% de glicerol pode ser incluída na dieta de cordeiros em terminação em até 6% na MS da dieta, quando o preço deste produto representar até 70% do preço do milho, com redução significativa no custo do ganho de carcaça.