

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**GLICERINA NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS ILE DE
FRANCE EM TERMINAÇÃO**

Fernanda de Almeida Merlim
Zootecnista

2015

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**GLICERINA NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS ILE DE
FRANCE EM TERMINAÇÃO**

Fernanda de Almeida Merlim

Orientador: Prof. Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

2015

Merlim, Fernanda de Almeida
M565g Glicerina na alimentação de cordeiros Ile de France em terminação
/ Fernanda de Almeida Merlim. – – Jaboticabal, 2015
xiv, 61 p.: il.; 29 cm

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015
Orientador: Américo Garcia da Silva Sobrinho
Banca examinadora: Wignez Henrique, Iraides Ferreira Furusho
Garcia
Bibliografia

1. Alimento alternativo. 2. Carcaça. 3. Coproduto. 4. Glicerol. 5.
Ovinos. 6. Ruminantes. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.084.5:636.3

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: GLICERINA NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS ILE DE FRANCE EM TERMINAÇÃO

AUTORA: FERNANDA DE ALMEIDA MERLIM

ORIENTADOR: Prof. Dr. AMÉRICO GARCIA DA SILVA SOBRINHO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora.

Prof. Dr. AMÉRICO GARCIA DA SILVA SOBRINHO

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Profa. Dra. WIGNEZ HENRIQUE

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / São José do Rio Preto/SP

Profa. Dra. IRAIDES FERREIRA FURUSHO GARCIA

Universidade Federal de Lavras / Lavras/MG

Data da realização: 03 de fevereiro de 2015.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

FERNANDA DE ALMEIDA MERLIM - filha de Gabriel Angelo Merlim e Lúcia Maria de Almeida Merlim, nascida em Boa Esperança, Espírito Santo, no dia 20 de junho de 1986. Em março de 2008, iniciou o Curso de Graduação em Zootecnia na Universidade de Vila Velha - UVV e em 2009 foi selecionada como bolsista Prouni nas Faculdades Associadas de Uberaba - FAZU, sendo orientada pela Prof^a. Dr^a. Sarita Bonagurio Gallo, graduando-se em agosto de 2012. Em março de 2013, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Unesp, Campus de Jaboticabal, onde foi bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, com orientação do Prof. Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho.

“A vida é para quem é corajoso o suficiente para se arriscar e humilde o bastante para aprender.”

Clarice Lispector

Aos meus pais,
Gabriel e Lucia, pelo amor, dedicação, confiança e por acreditarem nos meus
sonhos e sonharem junto comigo, me encorajando e não medindo esforços
para realizá-los.

Às minhas irmãs,
Renata, Mônica e Estela pelo carinho, amizade e apoio.

Aos meus sobrinhos,
Philippe e Sarah, pelo carinho e pela alegria que me proporcionam.

Ao meu noivo,
Oséias, pelo amor, compreensão, paciência, apoio e que mesmo distante
estive sempre comigo.

Dedico.

Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e por me conceder saúde física e mental, dando-me forças para seguir na caminhada.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Câmpus de Jaboticabal, por possibilitar a realização do curso de Mestrado através do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

Ao Prof. Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho, pela oportunidade, orientação, conhecimentos e amizade durante este treinamento.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo auxílio à pesquisa e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

À Prof. Dr^a. Sarita Bonagurio Gallo, pela amizade e orientação durante a graduação, me proporcionando os primeiros contatos e o interesse pela pesquisa.

Aos professores Dr. Euclides Braga Malheiros, Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho, Dr. José Luis Olleta Castañer, Dr^a. Hirasilva Borba, Dr^a. Luciana Miyagusku, Dr. Antonio Celso Pezzato, Dr^a. Maria Regina Barbieri de Carvalho, Dr. Jorge de Lucas Júnior e Dr. Henrique Nunes pelos conhecimentos transmitidos em disciplinas cursadas.

Ao funcionário do Setor de Ovinocultura, João Luíz Guariz, pela disponibilidade, dedicação e essencial ajuda na condução do experimento, além dos muitos ensinamentos práticos, histórias, risadas e amizade.

A toda equipe do Laboratório de Produção Ovina, pós-graduandos, estagiários, bolsistas de iniciação científica e pesquisadores, que contribuíram na condução do experimento e obtenção destes resultados.

À Prof. Dr^a. Jane Maria Bertocco Ezequiel por disponibilizar os animais fistulados no rúmen, ao Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis pela disponibilização de equipamentos e reagentes, a doutoranda Erika Christina Lara e ao mestrando Eliéder Prates Romanzini pela disposição e fundamental ajuda na realização da produção de gases *in vitro*.

À Dr^a. Márcia Helena Machado da Rocha Fernandes, Dr. Bruno Ramalho Vieira, Prof^a. Dr^a. Telma Teresinha Berchielli, Prof^a. Dr^a. Wignez Henrique e Prof^a.

Dr.^a Iraides Ferreira Furusho Garcia pela disponibilidade e contribuições nas bancas de defesa do projeto de pesquisa, do exame geral de qualificação e da defesa da Dissertação de Mestrado.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal (LANA) pelo auxílio.

À Dra. Nivea Maria Brancacci Lopes Zeola, pelas dúvidas esclarecidas e conhecimento transmitido.

Aos parceiros da ovinocultura, Valéria, Thiago, Carlos Renato, Luís Gabriel, Eliéder, Roberta e Nomaiaí pela disponibilidade, ajuda, conhecimentos e amizade.

À Carla Tiemi Hatsumura pela companhia, risadas e amizade.

Aos estagiários, Amanda, Ana Carolina Columbelli, Livia, Patrícia, Rodrigo, Samuel, Ana Carolina Franco e Felipe pela ajuda e amizade.

Aos colegas da Pós-Graduação com os quais convive neste período.

Aos meus familiares e minhas amigas pelo incentivo, apoio, carinho e amizade.

Ao meu noivo Oséias Caliman, por ter me apoiado, me incentivado, pela paciência e por ter conseguido suportar a distância e a saudade.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste treinamento.

Muito obrigada a todos.

SUMÁRIO

	Página
CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
GLICERINA NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS ILE DE FRANCE EM TERMINAÇÃO	
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1. Glicerina na alimentação de ovinos.....	4
2.1.1. Glicerina no metabolismo de cordeiros.....	6
2.2. Desempenho e digestibilidade aparente de nutrientes em cordeiros.....	7
2.3. Balanço aparente de nitrogênio.....	8
2.4. Produção de gases <i>in vitro</i>	9
2.5. Medidas morfológicas <i>in vivo</i>	10
2.6. Avaliações na carcaça.....	11
2.7. Características quantitativas da carcaça.....	12
2.8. Componentes não-carcaça.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. Local.....	16
3.2. Animais e dietas experimentais.....	16
3.3. Ensaio de desempenho.....	18
3.4. Ensaio de digestibilidade aparente de nutrientes, balanço aparente de nitrogênio e ácido fórmico na urina.....	19
3.5. Concentrações de glicose e insulina plasmática.....	20
3.6. Avaliações e medidas morfológicas <i>in vivo</i>	21
3.7. Abate, avaliações quantitativas da carcaça e dos componentes não-carcaça.....	22

3.8. Avaliações e medidas na carcaça.....	22
3.9. Cortes comerciais da carcaça e área de olho de lombo.....	23
3.10. Produção de gases <i>in vitro</i>	25
3.11. Análise estatística.....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1. Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes.....	28
4.2. Balanço aparente de nitrogênio.....	30
4.3. Desempenho dos cordeiros.....	31
4.4. Concentrações de glicose e insulina plasmática e ácido fórmico na urina.....	32
4.5. Produção de gases <i>in vitro</i>	35
4.6. Avaliações e medidas <i>in vivo</i> e na carcaça.....	36
4.7. Características quantitativas da carcaça.....	37
4.8. Cortes comerciais da carcaça.....	39
4.9. Componentes não-carcaça.....	40
5. CONCLUSÕES.....	42
6. REFERÊNCIAS.....	43
7. IMPLICAÇÕES.....	61



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 005962/12 do trabalho de pesquisa intitulado "**Desempenho e características da carcaça e da carne de cordeiros alimentados com glicerina proveniente da produção do biodiesel**", sob a responsabilidade do Prof. Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião extraordinária de 18 de maio de 2012.

Jaboticabal, 21 de maio de 2012.



Prof. Dr. Andrigo Barboza De Nardi
Coordenador - CEUA

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas experimentais fornecidas a cordeiros Ile de France.....	17
2. Composição do meio tamponado e agente redutor para a produção de gases <i>in vitro</i>	25
3. Consumo voluntário diário de nutrientes (g) e de energia bruta (Mcal) e digestibilidade aparente de nutrientes (%) em cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta.....	28
4. Balanço aparente de nitrogênio em cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta.....	30
5. Desempenho de cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta.....	32
6. Concentrações de glicose e insulina plasmática em cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta, em três momentos de avaliação.....	33
7. Avaliações e medidas morfológicas <i>in vivo</i> em cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta.....	36
8. Avaliações e medidas na carcaça de cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta.....	37
9. Pesos e rendimentos da carcaça de cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta.....	38
10. Medidas no músculo <i>Longissimus thoracis</i> de cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta.....	39
11. Peso e rendimento dos cortes da carcaça de cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta.....	40
12. Peso e porcentagem dos componentes não-carcaça de cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Medidas no músculo <i>Longissimus thoracis</i> : A (comprimento máximo do músculo, em cm), B (profundidade máxima do músculo, em cm), C (espessura mínima de gordura de cobertura sobre o músculo, em mm) e GR (espessura máxima de gordura de cobertura sobre a 13 ^a costela, em mm).....	24
2. Amostras incubadas de dietas sem e com inclusão de 10 e 20% de glicerina e produção de gases <i>in vitro</i>	26
3. Concentração de ácido fórmico na urina de cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina.....	34
4. Produção de gás acumulada <i>in vitro</i> de dietas sem ou com inclusão de glicerina.....	35

GLICERINA NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS ILE DE FRANCE EM TERMINAÇÃO

RESUMO – Para avaliar se a glicerina pode substituir adequadamente o milho na dieta de ovinos, foram confinados 30 cordeiros Ile de France, em baias individuais, dos $15,1 \pm 0,146$ kg aos $32,2 \pm 0,207$ kg de peso corporal, e alimentados com três dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* como volumoso (50%) e concentrado (50%) sem e com inclusão de 10 e 20% de glicerina na matéria seca. As dietas continham semelhantes teores proteico (16,72% da MS) e energético (3,86 Mcal/kg MS). Foram avaliados o desempenho, o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes, o balanço aparente de nitrogênio, as concentrações plasmáticas de glicose e insulina, a concentração de ácido fórmico na urina, a produção de gases *in vitro*, as medidas morfológicas *in vivo* e na carcaça, os parâmetros quantitativos da carcaça e os componentes não-carcaça. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, sendo os tratamentos comparados por regressão com auxílio do programa estatístico SISVAR. Os cordeiros alimentados com as diferentes dietas tiveram desempenho semelhante, com ganho médio de peso diário de 0,239 kg, atingindo o peso corporal final em média aos 73 ± 16 dias de confinamento. O aumento de glicerina nas dietas reduziu linearmente os consumos de extrato etéreo e de carboidratos totais, mas não teve efeito sobre o consumo de outros nutrientes, havendo redução linear apenas na digestibilidade aparente do extrato etéreo, sem influenciar a digestibilidade dos demais nutrientes. O balanço aparente de nitrogênio nos cordeiros foi positivo nas três dietas e não significativamente diferente, assim como as concentrações plasmáticas de glicose e insulina, que também foram semelhantes. A concentração de ácido fórmico na urina aumentou linearmente 24,2% e 114,8%, respectivamente, conforme se elevou o teor de glicerina na dieta para 10 e 20%, sem sinais de intoxicação nos cordeiros. A produção de gases *in vitro* teve redução linear com o aumento do teor de glicerina na dieta em todos os momentos avaliados (24, 48 e 72 horas). As inclusões de 10 e 20% de glicerina nas dietas promoveram efeito quadrático, com aumento e posterior redução na largura de garupa *in vivo*, conformação e comprimento externo da carcaça, profundidade do tórax, peso do lombo e peso e rendimento do aparelho respiratório com traqueia. Houve redução linear na compactidade corporal, no peso do aparelho reprodutor com bexiga e coração e acréscimo linear no peso e rendimento do pâncreas nos cordeiros que ingeriram dietas contendo até 20% de glicerina. As características quantitativas da carcaça foram semelhantes entre os tratamentos, com média de 45,1% de rendimento de carcaça fria, 13,31 cm² de área de olho de lombo e 2,52 mm de espessura de gordura de cobertura, classificada como mediana. Desta forma, podemos concluir que a glicerina é uma alternativa eficaz para substituir o milho na dieta de cordeiros Ile de France em terminação, haja vista que a inclusão de até 20% de glicerina na dieta não afetou o desempenho e as características quantitativas da carcaça.

Palavras-chave: alimento alternativo, carcaça, coproduto, glicerol, ovinos, ruminantes

GLYCERIN FOR FEEDING OF ILE DE FRANCE LAMBS IN TERMINATION

ABSTRACT – To assess if glycerin can properly substitute corn in sheep diets, 30 Ile de France lambs were confined, in individual pens, of 15.1 ± 0.146 kg to 32.2 ± 0.207 kg body weight, and fed with three diets containing sugarcane *in natura* as forage (50%) and concentrate (50%) without and with inclusion of 10 and 20% of glycerin in dry matter. Diets contained similar protein (16.72% of DM) and energy (3.86 Mcal/kg DM) levels. There were evaluated the performance, intake and apparent nutrient digestibility, apparent nitrogen balance, plasmatic glucose and insulin concentrations, urine formic acid concentration, *in vitro* gas production, *in vivo* and carcass morphological measures, quantitative parameters of the carcass and non-carcass components. Experimental design was completely randomized, and treatments compared by regression with the aid of SISVAR statistic program. Lambs fed with different diets had similar performance, with average daily weight gain of 0.239 kg, reaching final body weight usually at 73 ± 16 days of confinement. Increase of glycerin in diets reduced linearly the ingestion of ether extract and total carbohydrates, but had no effect on other nutrients consumption, with a decrease linear only in the apparent digestibility of ether extract, without affecting digestibility of other nutrients. Apparent nitrogen balance in lambs was positive in all three diets, with no significant difference, as well as plasmatic glucose and insulin concentrations, which were also similar. Urine formic acid concentration increased linearly 24.2% and 114.8%, respectively, with increased of glycerin level in diet for 10 and 20%, without signs of intoxication in lambs. *In vitro* gas production had linear reduction with increasing glycerin content in diet in all times assessed (24, 48 and 72 hours). Inclusions of 10 and 20% of glycerin in the diets promoted quadratic effect, with increase and reduction subsequent in rump width *in vivo*, conformation and carcass external length, thorax depth, loin weight, and weight and yield the respiratory apparatus with trachea. There was linear reduction on corporal compactness, on weight of the reproductive tract with bladder and heart and linear increase in weight and yield of pancreas in lambs that ingested diets containing up to 20% of glycerin. Carcass quantitative characteristics were similar between treatments, with a mean of 45.1% cold carcass yield, 13.31 cm^2 of loin eye area and 2.52 mm of backfat thickness, classified as median. Thus, we can conclude that glycerin is an effective alternative to substitute corn in diet of Ile de France termination lambs, considering that the inclusion of up to 20% glycerin in the diet did not affect the performance and quantitative characteristics of carcass.

Keywords: alternative feed, carcass, co-products, glycerol, ruminants, sheep

1. INTRODUÇÃO

A produção mundial de carne ovina é de aproximadamente 16,9 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2012), devendo chegar aos 23 milhões em 2020 (ALVES et al., 2014). O Brasil está entre os 20 maiores produtores mundiais de pequenos ruminantes, ocupando a 18ª posição no ranking (ZEN; SANTOS; MONTEIRO, 2014), com 16,78 milhões de cabeças ovinas, sendo a região Nordeste detentora do maior rebanho nacional, com 9,32 milhões de cabeças em 2012 segundo o IBGE (AEB, 2013). Mesmo com o crescimento da atividade, o Brasil ainda não atende a demanda interna, com consumo per capita anual de carne ovina inexpressivo (0,6 kg) quando comparado ao de carne bovina (37,0 kg), com significativa importação de carne ovina, principalmente do Uruguai (GIANLORENÇO, 2013), no mínimo 75% do volume total de carne ovina importado, nos últimos 10 anos. Este baixo consumo está relacionado ao insuficiente abastecimento do mercado, o que sugere grande potencial de crescimento da atividade (SILVA SOBRINHO; OSÓRIO, 2008).

A grande demanda atual pela carne ovina, sobretudo nos grandes centros urbanos, evidencia a necessidade de produzir animais que atendam as exigências destes mercados (SIQUEIRA, 1999). Os mercados consumidores estabelecem pesos ótimos, evitando abate de cordeiros em condições insatisfatórias de desenvolvimento muscular e acabamento, uma vez que a valorização da carcaça ovina depende da relação entre peso corporal e idade, já que se buscam maiores pesos a menores idades (SILVA SOBRINHO, 2014). O cordeiro é potencialmente a categoria de maior aceitabilidade no mercado consumidor, pelas melhores características da carne, com menos gordura, maior maciez e aroma mais suave do que a carne de animais velhos (SILVA SOBRINHO, 2006). A terminação de cordeiros em confinamento é uma alternativa que maximiza o potencial genético dos animais pelo melhor balanceamento das dietas, que primam pela redução da fibra em detergente neutro via relação volumoso:concentrado menor, o que refletirá no aumento da densidade energética e diminuição da repleção ruminal limitante à ingestão, afetando positivamente o desempenho animal (ZANETTE; NEUMANN, 2012).

O desempenho animal é função da genética, do meio e da interação entre esses fatores. Dentre os elementos do meio, a nutrição exerce papel determinante no desempenho dos animais, sendo o principal componente dos custos de produção (CABRAL et al., 2007). Assim, é necessária a adoção de tecnologias que reduzam os gastos com alimentação, formulando dietas que possibilitem eficiência na produção de carne com custo mínimo (SUSIN; ROCHA; PIRES, 2000), reforçando o uso de ingredientes alternativos em substituição aos tradicionais, destacando-se os coprodutos agroindustriais oriundos da produção de biodiesel (LAGE et al., 2010).

O Conselho Nacional de Política Energética - CNPE, em outubro de 2009, aumentou de 4% para 5% o percentual obrigatório de mistura de biodiesel ao óleo diesel comercializado em todo o Brasil (ANP, 2012). A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, 2012) relatou a criação no Brasil de um centro de pesquisa e desenvolvimento de biocombustíveis para a aviação comercial, o que sugere aumento na produção do biodiesel e maior oferta de glicerina, já que na sua obtenção gera-se 10% deste coproduto (PINTO et al., 2005).

Vito (2010) explicou que a glicerina refere-se ao glicerol (1, 2, 3 propanotriol) na forma comercial (IUPAC,1993), resultante do processo de transformação do triglicerídeo em biodiesel, a partir de reação de transesterificação, na presença de catalisador e de álcool de cadeia curta (metanol ou etanol). O glicerol é um componente do metabolismo dos animais, sendo encontrado na circulação e nas células (MENTEN; MIYADA; BERENCHTEIN, 2009), podendo a glicerina ser utilizada como substrato gliconeogênico para ruminantes, pois parte do glicerol é fermentado a propionato no rúmen, metabolizado no ciclo de Krebs e utilizado para a formação de glicose na via gliconeogênica (KREHBIEL, 2008), substituindo parte dos concentrados energéticos da ração, principalmente o milho (DONKIN; DOANE, 2007).

Buscando formas seguras de aproveitamento e redução na utilização de cereais na alimentação animal, pesquisas têm avaliado a inclusão da glicerina em dietas para ovinos, utilizando diferentes raças, ingredientes e relações volumoso:concentrado (MUSSELMAN et al., 2008; GUNN et al., 2010; LAGE et al., 2010; GOMES et al., 2011; TERRÉ et al., 2011; BARROS, 2012; BOTTINI FILHO, 2012), entretanto, os resultados ainda são divergentes quanto ao melhor teor de

inclusão deste coproduto na dieta, que, na maioria dos casos, promove efeito negativo na ingestão de matéria seca, porém sem afetar significativamente o desempenho dos animais.

A cana-de-açúcar tem se tornado um volumoso de uso preferencial entre os pecuaristas brasileiros por apresentar características tais como a persistência da cultura e o grande rendimento obtido em nossas condições (VILELA, 2014), destacando-se pela alta produção de matéria natural por unidade de área (60 a 120 toneladas/hectare/corte) e elevados teores de açúcar durante a seca invernal (40 a 50% na matéria seca), com baixo custo de produção (FRANÇA et al., 2005). A variedade de cana-de-açúcar forrageira IAC 86-2480 possui 60% de nutrientes digestíveis totais (NDT), maior teor de açúcar (até 50% na matéria seca) e menor teor de fibra em detergente neutro (44,1%), proporcionando maior ingestão e melhor desempenho dos animais (LANDELL et al., 2002 e SILVA et al., 2005), quando comparada a outras variedades.

Não foram encontrados estudos prévios com ovinos que avaliassem a substituição do milho por glicerina em dietas contendo cana-de-açúcar *in natura*, desta forma, este estudo visa avaliar se a glicerina pode substituir adequadamente o milho na dieta de cordeiros Ile de France alimentados com cana-de-açúcar e concentrado, sem ou com inclusão de 10 e 20% de glicerina na matéria seca da dieta, em substituição parcial ao milho. Para isso, foram avaliados o desempenho, o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes, o balanço aparente de nitrogênio, a produção total de gases *in vitro*, a concentração de ácido fórmico na urina, as concentrações plasmáticas de glicose e insulina, as avaliações e medidas *in vivo* e na carcaça e os parâmetros quantitativos da carcaça e dos componentes não-carcaça.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Glicerina na alimentação de ovinos

O Brasil apresenta condições de produzir diversas oleaginosas para produção de biodiesel devido a sua diversidade climática e de ecossistemas, e as principais oleaginosas cultiváveis no Brasil que poderiam ser utilizadas para a fabricação de biodiesel são a soja, o girassol, a mamona, o dendê, o pinhão-manso, o nabo forrageiro, o algodão, o amendoim, a canola, o gergelim, o babaçu e a macaúba (BIODIESELBR.COM, 2008; STORCK BIODIESEL, 2014).

A transesterificação dos triglicerídeos é o principal processo de obtenção do biodiesel (LEUNG; WU; LEUNG, 2010). Oliveira et al. (2011), reportaram que os triglicerídeos na presença de álcool de cadeia curta (metanol ou etanol) e de catalisadores normalmente básicos, são convertidos com alta eficiência em ésteres de ácidos graxos (90% de biodiesel) e glicerina (10%).

A glicerina tem teores variáveis de glicerol, água, metanol e ácidos graxos, sendo classificada como de baixa pureza (50 a 70% de glicerol), média pureza (80 a 90% de glicerol) e alta pureza (acima de 99% de glicerol), sendo as de baixa e de média pureza utilizadas na alimentação animal, com 26,8% e 1,1% de água, 63,3% e 85,3% de glicerol e 26,7% e 0,04% de metanol, respectivamente (SÜDEKUM, 2008). O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA autorizou o uso da glicerina na alimentação animal, estabelecendo como padrão de qualidade: glicerol (mínimo de 800 g/kg), umidade (máximo de 130 g/kg), metanol (máximo de 159 mg/kg), tendo o sódio e a matéria mineral possíveis variações decorrentes do processo produtivo (BRASIL, 2013). O Food and Drug Administration (FDA, 2006) recomendou teores de metanol na glicerina inferiores a 150 ppm, pois altos teores de metanol podem causar cegueira em monogástricos (SILVA, 2010), não havendo relatos ou evidências de efeitos colaterais em ruminantes.

Devido à presença de glicerol, a glicerina apresenta potencial de uso na alimentação animal como fonte energética, notadamente em substituição a cereais ricos em amido (OLIVEIRA et al., 2011), pois parcela significativa do glicerol ingerido (39 a 69%) é fermentada até ácidos graxos de cadeia curta (propionato) no rúmen, que por sua vez é metabolizado a oxaloacetato, por meio do ciclo de Krebs, no

fígado, e pode ser utilizado para formar glicose pela via gliconeogênica (RÉMOND; SOUDAY; JOUANY, 1993; KREHBIEL, 2008). Parte do glicerol ingerido que escapa da fermentação ruminal é absorvido no trato gastrointestinal e metabolizado no fígado a gliceraldeído 3-fosfato, que poderá ser degradado via glicólise para produção de energia ou direcionado para síntese de glicose (gliconeogênese), pela ação da enzima glicerol quinase, que o converte em glicose, dependendo do estado fisiológico do animal (KREHBIEL, 2008). Quando a demanda de glicose é alta, como o caso de animais em crescimento muscular, o glicerol é usado preferencialmente para produção de glicose (OLIVEIRA et al., 2011).

Os níveis elevados de sódio da glicerina bruta “loira” (1,3 a 3,5%, base da matéria natural) podem limitar seu uso na dieta, pois o excesso de sódio pode reduzir o consumo e o desempenho animal (OLIVEIRA et al., 2011). Lage et al. (2010), ao avaliarem inclusões de 3, 6, 9 e 12% de glicerina bruta na MS da dieta de cordeiros, em substituição ao milho, observaram que a inclusão de glicerina bruta comprometeu o consumo, a digestibilidade dos nutrientes, o ganho de peso dos animais e as características quantitativas da carcaça. Campos et al. (2010) constataram que 12% de glicerol na dieta de cordeiros reduziu os consumos de matéria seca e fibra em detergente neutro, comprometendo a eficiência de ruminação e elevando o tempo gasto com ingestão de alimentos.

Thompson e He (2006) ao avaliarem glicerina proveniente de óleo de soja, de canola e de óleos vegetais usados (waste vegetables oils) constataram que este coproduto poderia ser utilizado como alimento energético para ruminantes, podendo substituir em até 10% da matéria seca (MS) os carboidratos rapidamente fermentáveis da dieta, sem afetar o consumo, a degradação ruminal e a digestibilidade de nutrientes (SCHRÖDER; SÜDEKUM, 1999).

Ao incluírem 15, 30 e 45% de glicerina na alimentação de cordeiros, Gunn et al. (2010) verificaram que o consumo de MS (1,16 kg) e ganho de peso diário (0,27 kg) dos cordeiros que ingeriram dietas com 15% de glicerina foram semelhantes aos dos que não ingeriram glicerina, tendo as inclusões de 30 e 45% resultado em menor desempenho. Ao estudarem inclusões de 15 e 30% de glicerina às dietas de cordeiros, Gomes et al. (2011) não observaram diferenças no desempenho e nas características quantitativas da carcaça, excetuando-se a espessura de gordura de

cobertura, que foi menor (2,46 numa escala de 1 a 5) nas carnes dos cordeiros que receberam 30% de glicerina. Terré et al. (2011) também não constataram alterações no desempenho e nas características quantitativas da carcaça de cordeiros alimentados sem ou com 5 e 10% de glicerina na dieta.

2.1.1. Glicerina no metabolismo de cordeiros

A glicose é a principal fonte de energia para as células dos mamíferos, no entanto, em ruminantes, esse carboidrato é obtido a partir da gliconeogênese, por ser pouco produzido no rúmen, sendo seu principal precursor o propionato oriundo da fermentação ruminal (FAHEY; BERGER, 1988; CALDEIRA, 2005). A dieta exerce pouco ou nenhum efeito sobre a glicemia em ruminantes, que são pouco sensíveis às variações de aporte de glicose das dietas, uma vez que os valores séricos de glicose são regulados por eficiente mecanismo hormonal que os mantém constantes (CONTRERAS; WITTEWER; BÖHMWALD, 2000; GONZÁLEZ; SHEFFER, 2002). No entanto, concentrações séricas abaixo da referência indicam inadequado fornecimento alimentar ou dos precursores da glicose na gliconeogênese (CALDEIRA, 2005).

A insulina é um hormônio produzido pelo pâncreas que atua na captação de glicose do sangue, utilizada como substrato energético (ADA, 2010; IDF, 2012), sendo a maior reguladora imediata dos níveis glicêmicos, estimulando a captação de glicose pelo fígado, músculo e tecido adiposo (BANKS; OWEN; ERICKSON, 2012). A falha na produção e/ou ação de insulina gera aumento nos níveis glicêmicos, reduzindo a entrada de aminoácidos nos músculos e aumentando a lipólise (ADA, 2010). Altos níveis de glicose estimulam a maior liberação de insulina, até que a glicemia volte ao normal ou até que a secreção pancreática atinja o seu máximo, caracterizando quadro de hiperinsulinemia (BANKS; OWEN; ERICKSON, 2012).

Gomes et al. (2011) ao avaliarem 15 e 30% de glicerina na dieta de cordeiros e os efeitos nos níveis de glicose e insulina no sangue, observaram ao final do período de confinamento, aumento nos níveis de glicose (76 mg/dL) e insulina (4,9 µUI/mL) nos que receberam 15% de inclusão, no entanto as concentrações foram normais em todos os tratamentos. Ao incluírem 5 e 10% de glicerina na dieta de

cordeiros, Terré et al. (2011) reportaram que o metabolismo da glicose não foi afetado, decorrente da mesma quantidade de insulina não ter variado.

O fato de a glicerina ter metanol e glicerol torna imprescindível avaliar seus efeitos no animal. A ingestão do metanol pode causar toxicidade em animais pelo acúmulo no sangue de ácido fórmico produzido no fígado a partir de reações de desidrogenação do metanol (OLIVEIRA et al., 2011), pela ação das enzimas álcool desidrogenase (ADH) e catalase, formando aldeído fórmico que é rapidamente oxidado pela enzima formaldeído desidrogenase (FDH) gerando ácido fórmico (LARINI, 1997).

O ácido fórmico é excretado na urina, mas o seu excesso no sangue pode causar depressão do sistema nervoso central, acidose metabólica e lesão ocular, sendo que ruminantes provavelmente são mais tolerantes à ingestão de metanol, pois o mesmo pode ser convertido em metano no rúmen (OLIVEIRA et al., 2011). Pol e Demeyer (1988) verificaram que a infusão ruminal de metanol não afetou a produção e composição de ácidos graxos de cadeia curta e que 77% do metanol foi convertido à metano (*in vitro*) no meio de cultivo com inóculo de ovinos adaptados.

2.2. Desempenho e digestibilidade aparente de nutrientes em cordeiros

O desempenho animal é avaliado pelo consumo de alimentos, ganho médio de peso diário e conversão alimentar (PILAR et al., 2003). Em qualquer sistema de criação de ruminantes, extensivo ou intensivo, o consumo de alimentos determinará o aporte de nutrientes para atender as exigências de manutenção e de ganho (DETMANN et al., 2003). Segundo Mertens (1983), o consumo está relacionado ao peso corporal, nível de produção, condição fisiológica, tipo de alimento e manejo alimentar. Conforme Van Soest (1994), o consumo de alimentos é fundamental para a determinação do nível de nutrientes ingeridos, visando determinada resposta animal.

O ganho de peso é uma variável importante do desempenho produtivo do animal e, associado à faixa etária em que ocorre a maior taxa de crescimento, pode ser um indicativo econômico do momento para o abate dos animais (MACEDO, 1998; OSÓRIO et al., 1998b; SIQUEIRA, 2000; SUSIN, 2001; PILAR et al., 2002).

Portanto, o início da redução da velocidade de ganho de peso pode ser uma referência para a determinação do momento adequado de abate dos animais, evitando aqueles com idade avançada e/ou alta deposição de gordura na carcaça (PILAR et al., 2003), pois o consumidor moderno evita carnes com elevados teores de gordura (WESSEL, 2000; MONTEIRO, 2001; OSÓRIO, 2001; SILVA SOBRINHO, 2001).

A conversão alimentar dos animais piora à medida que aumenta o peso corporal, resultado da elevação do consumo de matéria seca, associado ao menor ganho de peso, sendo esse, um importante parâmetro para o produtor aferir o custo de produção e determinar o momento adequado para o abate (PILAR et al., 2003). É importante salientar que, além de a gordura excessiva ser uma característica indesejável na carne, a partir do instante em que sua deposição começa a se acentuar, a eficiência de conversão alimentar dos animais começa a ser reduzida (RAY; KROMAN, 1971; ESPEJO; COLOMER-ROCHER, 1972).

A digestão pode ser definida como um processo de conversão de macromoléculas dos nutrientes em compostos mais simples, que podem ser absorvidos no trato gastrintestinal (MURTA et al., 2011). Medidas de digestibilidade servem para qualificar os alimentos quanto ao seu valor nutritivo e são expressas pelo coeficiente de digestibilidade, indicando a quantidade percentual de cada nutriente do alimento que o animal potencialmente pode aproveitar (VAN SOEST, 1994). De acordo com Cardoso et al. (2000), o principal objetivo em determinar o valor nutricional dos alimentos é, ajustar a quantidade e qualidade da dieta, baseando-se nas exigências dos animais.

2.3. Balanço aparente de nitrogênio

Entre os componentes dietéticos para ovinos, o nitrogênio expresso como proteína, seja na forma verdadeira ou nitrogênio não proteico, notabiliza-se por custos elevados, sendo que a minimização de seu uso reduz os custos de produção (TEIXEIRA, 1996). As proteínas são os principais compostos nitrogenados presentes nos alimentos dos ruminantes, no entanto, sua concentração e degradação ruminal variam amplamente entre os diferentes tipos de alimentos (KOZLOSKI, 2011).

Em animais de alta produção, nos quais as necessidades proteicas são elevadas, parte da proteína dietética pode ser perdida, pela maior degradação ruminal (BATISTA, 1996). Geralmente, a maior parte dos compostos nitrogenados que chegam ao rúmen é degradada pelos micro-organismos, liberando aminoácidos, peptídios e, principalmente, amônia, sendo que uma proporção altamente variável desses compostos é incorporada às células microbianas ruminais (proteína microbiana), de modo que suas concentrações no fluido ruminal normalmente são muito baixas (KOZLOSKI, 2011). Entretanto, quando a velocidade de degradação ruminal da proteína excede a velocidade de utilização dos compostos nitrogenados para a síntese microbiana, o excesso de amônia produzida no rúmen atravessa a parede ruminal e pode ser perdida via urina na forma de ureia, enquanto os peptídeos e aminoácidos podem passar para o duodeno e serem absorvidos (SANTOS; PEDROSO, 2011).

Uma medida do aproveitamento proteico é o nitrogênio retido pelo organismo, obtida pela diferença entre o nitrogênio absorvido e o excretado na urina, por meio de coleta das fezes, e comparando a proteína ingerida com a excretada, chega-se por diferença à quantidade absorvida e colhendo-se urina, quantifica-se a fração que, absorvida, não foi aproveitada no metabolismo (LUCCI, 1997). Assim, a avaliação da resposta metabólica deste nutriente faz-se necessária, sendo o nitrogênio retido ou balanço aparente de nitrogênio positivo, indicador que os animais estão retendo proteína, que repercutirá no crescimento e desenvolvimento dos mesmos (GENTIL et al., 2007).

2.4. Produção de gases *in vitro*

Estudos e técnicas como a produção de gases *in vitro*, que caracterizam o metabolismo ruminal, são necessários para identificação de potenciais coprodutos passíveis de serem utilizados com eficiência na dieta de ruminantes em substituição a ingredientes convencionais (MIZUBUTI et al., 2011), pois, sendo o rúmen uma câmara de fermentação, é importante avaliar possíveis interferências da inclusão de glicerina na produção de gases.

A técnica de produção de gases *in vitro*, baseada na simulação das fermentações ruminais em frascos de vidro inoculados com microrganismos ruminais tem sido utilizada com a finalidade de estudar o efeito de alimentos que possuem fatores bioativos na fermentação ruminal e degradabilidade da matéria orgânica (BUENO et al., 2008).

Diversos ensaios *in vitro* foram realizados nos últimos anos visando avaliar os efeitos da adição de glicerol sobre o metabolismo ruminal (DONKIN, 2008; EL-NOR et al., 2010; KRUEGER et al., 2010; LEE et al., 2011). De maneira geral a adição de até 15% de glicerol (base da matéria seca) não afetou a digestibilidade da fibra e da matéria orgânica e a produção de gases; aumentou a produção de propionato e/ou butirato, com pequeno efeito sobre a produção de acetato; reduziu a produção de metano por unidade de matéria orgânica digerida, indicando melhor eficiência de utilização da energia disponível (OLIVEIRA et al., 2011).

Santos (2013) em avaliações *in vitro* de dietas constituídas de feno de Tifton e concentrado a base de milho, farelo de soja e mistura mineral, observou que a substituição do milho pela glicerina bruta até o nível de 50% promoveu aumento na produção de gases, com redução a partir de 75% de substituição.

2.5. Medidas morfológicas *in vivo*

Medidas objetivas (peso corporal e medidas biométricas como, comprimento corporal, alturas do anterior e posterior, perímetro torácico e largura de garupa), e subjetivas (condição corporal e conformação), podem estimar a proporção de músculo, osso e gordura nas carcaças ovinas (OSÓRIO; OSÓRIO, 2005). Estes autores salientam ainda que o peso corporal ao abate é uma importante característica *in vivo* na padronização das carcaças, que combinado com medidas morfológicas permitem descrever melhor o crescimento diferenciado de cada animal.

A condição corporal indica a proporção entre os tecidos muscular e adiposo em relação ao ósseo, é uma avaliação subjetiva realizada nos ovinos vivos (JARRIGE, 1988), com a finalidade de se obter carcaças com bom acabamento, orientando a melhor época de abate. Mediante a palpação das apófises transversas espinhosas, atribui-se escores de 1 (extremamente magro) a 5 (excessivamente

gordo), conforme metodologia descrita por SILVA SOBRINHO (2001), permitindo observar o estado nutricional do animal.

Algumas medidas *in vivo* analisadas isoladamente não definem características da carcaça, entretanto, quando associadas, permitem estimar algumas características produtivas como peso, rendimento e conformação da carcaça, assim como o rendimento dos cortes (MANZI, 2012). Associando-se o comprimento corporal ao peso corporal ao abate, obtêm-se informações sobre a compactidade corporal (kg/cm), que quanto mais elevada, indica maior proporção de músculo e gordura no animal (YÁÑEZ et al., 2009).

A avaliação da carcaça por estimativas *in vivo* pode proporcionar economia no processo produtivo, possibilitando determinar o grau de terminação e de desenvolvimento muscular dos animais indicando o momento ideal para o abate (ROSA et al., 2005).

2.6. Avaliações na carcaça

A conformação e a cobertura de gordura das carcaças são critérios relacionados à qualidade da carne, e admite-se que são os fatores que mais incidem sobre o valor final de sua comercialização (SILVA SOBRINHO, 2001). Conforme Osório et al. (1998b), a conformação pode ser estimada de forma objetiva (medidas e índices) e de forma subjetiva (pontuações, visualmente). A conformação da carcaça avaliada visualmente, segundo metodologia de Colomer-Rocher, Delfa e Sierra (1988), atribui escores de 1 (magra) a 5 (excelente), e segundo Silva Sobrinho (2006), visa a harmonia entre as partes, devendo ser observada a convexidade das massas musculares. Uma conformação adequada indica desenvolvimento proporcional das distintas regiões anatômicas que integram a carcaça, de modo que as melhores conformações são alcançadas quando as partes de maior valor comercial estão bem pronunciadas (PIRES et al., 2006). A conformação estimada objetivamente é feita através de medidas de comprimento, largura, espessura e profundidade da carcaça, com a finalidade de expressar o desenvolvimento das diferentes partes e da carcaça como um conjunto (OSÓRIO et al., 1998b).

Segundo Sainz (1996), na espécie ovina, a gordura é o componente de maior variabilidade na carcaça. Os altos teores de gordura depreciam o valor comercial das carcaças, entretanto faz-se necessário certo teor de tecido adiposo nas mesmas, contribuindo para boas características sensoriais da carne e também para reduzir perdas de água durante o resfriamento (OSÓRIO et al., 1995a). Carcaças com pouca e desuniforme cobertura de gordura ressecam mais rapidamente no processo de resfriamento, causando depreciação ao produto (BUENO et al., 2000).

Segundo Silva Sobrinho, Kadim e Purchas (2003), a mensuração da quantidade de gordura é realizada na parte externa do músculo *Longissimus thoracis*, na altura da 13ª vértebra torácica, e as carcaças podem ser classificadas quanto à cobertura de gordura atribuindo-lhes escores de 1 a 5, sendo: escore 1 (gordura ausente); escore 2 (gordura escassa, de 1 a 2 mm de espessura); escore 3 (gordura mediana, de 2 a 5 mm de espessura); escore 4 (gordura uniforme, 5 a 10 mm de espessura) e escore 5 (gordura excessiva, acima de 10 mm de espessura).

2.7. Características quantitativas da carcaça

A avaliação das características quantitativas da carcaça é de fundamental importância para o processo produtivo da carne ovina (CÉZAR, 2004), pois nesta está contida a porção comestível (XIMENES; MARTINS; MORAIS, 2010). O peso ideal de abate é aquele que determina uma quantidade uniforme de gordura subcutânea e a máxima proporção de músculos adequados ao mercado consumidor (BUENO et al., 2000).

O principal fator que confere valor à carcaça é o rendimento, que está diretamente relacionado à comercialização e, geralmente, é um dos primeiros índices a ser considerado, pois expressa a relação percentual entre o peso da carcaça e o peso corporal do animal, o qual depende do conteúdo do trato gastrointestinal (SILVA SOBRINHO; OSÓRIO, 2008). A espécie ovina apresenta rendimentos de carcaça que variam de 40 a 50%, sendo influenciados por fatores intrínsecos: idade, sexo, raça, cruzamento, peso ao nascer e peso ao abate; extrínsecos: nível nutricional, época de nascimento, condição sanitária e manejo; e

da carcaça propriamente dita: peso, comprimento corporal e da perna, área de olho de lombo, conformação, etc (SILVA SOBRINHO, 2006).

Conforme o peso corporal e a idade do animal aumentam, o rendimento da carcaça também aumenta, porém em proporção menor que no animal jovem, pois esse aumento no rendimento está relacionado à maior deposição de gordura na carcaça, e não mais à deposição de músculo, o que acaba depreciando a qualidade da carcaça (OSÓRIO et al., 1995b). O rendimento de carcaça fria ou comercial, obtido após 24 horas da carcaça em câmara frigorífica de 2 a 6°C, pela relação peso da carcaça fria/peso corporal ao abate, é um importante indicador da disponibilidade de carne ao consumidor (SILVA SOBRINHO, 2006).

Perdas de peso por resfriamento são perdas de umidade das superfícies musculares durante a refrigeração da carcaça, dependentes da quantidade de gordura de cobertura, condições atmosféricas da câmara frigorífica e do tempo de armazenamento (SILVA SOBRINHO; OSÓRIO, 2008). Influenciada principalmente pelo sistema de terminação, é necessário um mínimo de espessura de gordura de cobertura (2 a 5 mm) para proteção da carcaça, capaz de minimizar a perda de água e queimaduras no processo de congelamento e conservação; sendo assim, carcaças pobres em gordura apresentam maior quebra por resfriamento (SANTOS, 1999; MACEDO et al., 2000), ou seja, perdem mais peso durante o resfriamento.

Zeola, Silva Sobrinho e Manzi (2011), em estudo com cordeiros Ile de France criados em sistema convencional e orgânico e alimentados com cana-de-açúcar, relataram rendimentos de carcaça quente e fria e perdas de peso ao resfriamento de 45,8; 44,0 e 3,8%, respectivamente. Moreno et al. (2010b) ao avaliarem a relação volumoso:concentrado (40:60 e 60:40) e o tipo de volumoso (silagem de milho ou cana-de-açúcar) na dieta de cordeiros, reportaram rendimentos de carcaça quente de 48,5%, de carcaça fria de 47,2% e perdas de peso por resfriamento de 2,7%.

As carcaças podem ser comercializadas inteiras, em componentes regionais ou em forma de cortes cárneos, sendo que para estes, o valor agregado proporciona preços diferenciados entre as diversas partes da carcaça e permitem o aproveitamento racional, evitando desperdícios (SILVA SOBRINHO; SILVA, 2000). As carcaças ovinas normalmente são divididas longitudinalmente e separadas em quartos traseiro e dianteiro, sendo esta a maneira mais simples e usual de comércio

mundial, entretanto para carcaças pequenas recomenda-se a divisão em paleta, perna, lombo, costelas e pescoço (SILVA SOBRINHO; OSÓRIO, 2008). O rendimento dos diferentes cortes da carcaça possui distintos valores econômicos e a proporção dos mesmos constitui um importante índice para avaliação da qualidade comercial da mesma, além de originar peças de menor tamanho, a fim de proporcionar melhor aproveitamento da carcaça, na culinária, e facilitar sua comercialização (COSTA, 1998; OLIVEIRA et al., 1998).

A área de olho de lombo, por ser uma medida objetiva, é útil na predição da quantidade de músculo da carcaça, sendo os músculos de maturidade tardia, os que apresentam melhor desenvolvimento do tecido muscular, como o *Longissimus dorsi*, utilizado na determinação da área de olho de lombo, por ter maturação tardia e ser de fácil mensuração, estimando com confiabilidade o desenvolvimento muscular do animal (SAINZ, 1996; SILVA SOBRINHO; KADIM; PURCHAS, 2003), entretanto, o aumento no peso do animal pode reduzir a área de olho de lombo proporcionalmente à maior deposição de gordura e conseqüentemente, diminuir a proporção de músculos presentes na carcaça (MALDONADO; QUEIROZ; ALLEONI, 2002).

2.8. Componentes não-carcaça

Na produção de carne ovina, geralmente se considera apenas a carcaça como unidade de comercialização, desprezando outras partes comestíveis, conhecidas como componentes não-carcaça, que podem ser fontes adicionais de renda, colaborando com parte das despesas no processo de abate, além de contribuir na alimentação de populações (SILVA SOBRINHO, 2006).

Osório (1992) definiu os componentes não-carcaça como os constituintes do peso do corpo vazio, exceto a carcaça, ou seja, o conjunto de órgãos, vísceras e outros subprodutos obtidos após o abate dos animais. Silva Sobrinho (2006) descreveu como órgãos (pulmões+traqueia, coração, fígado, pâncreas, timo, rins, baço, diafragma, testículos+pênis e bexiga+vesícula), trato gastrointestinal (esôfago, estômago e intestinos delgado e grosso) e outros subprodutos (sangue, pele, cabeça, extremidades e depósitos adiposos: gorduras omental, mesentérica, pélvica

e perirrenal). Dentre estes, as vísceras, fígado, rins e coração são utilizados principalmente no Nordeste do Brasil em pratos típicos da culinária regional, como a buchada e o sarapatel (MORENO, 2008). Em estudo realizado por Costa et al. (2003), a buchada ovina ou caprina pode atingir 57,5% de receita adicional em relação ao valor da carcaça.

Gastaldi et al. (2000) reportaram que os componentes não-carcaça podem representar até 40% do peso corporal dos ovinos, dependendo da raça, peso corporal e nutrição. A pele e o conteúdo do trato gastrointestinal destacam-se como os que contribuem com maior porcentagem em relação ao peso corporal ao abate dos ovinos, sendo a pele, a mais importante e que recebe maior preço, atingindo entre 20 a 30% do valor do animal. Os demais componentes não-carcaça têm menor valor, em torno de 5% do total do animal abatido, sendo o fígado e a gordura, depois da pele, as partes mais valiosas (FRASER; STAMP, 1989). Bengtsson e Holmqvist (1984) estimaram que 7 a 12% da renda obtida no abate foi proveniente dos componentes não-carcaça.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa seguiu os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), protocolo nº 005962/12.

3.1. Local

O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (Unesp), Câmpus de Jaboticabal, SP, localizada a 21°15'22" de latitude Sul e 48°18'58" de latitude Oeste, com altitude de 595 m. Os ensaios de desempenho, de digestibilidade de nutrientes e análises quantitativas foram realizadas nas dependências do Laboratório de Produção Ovina, e as análises de fezes, urina, químico-bromatológicas das dietas e a produção de gases *in vitro* no Laboratório de Nutrição Animal, ambos pertencentes ao Departamento de Zootecnia. As análises de glicose no Laboratório Central do Hospital Veterinário desta unidade Universitária, as de insulina no Laboratório São Lucas, em Jaboticabal, SP, e as de ácido fórmico na urina no Laboratório Maricondi, em São Carlos, SP.

3.2. Animais e dietas experimentais

Foram utilizados 30 cordeiros machos não castrados da raça Ile de France, recém-desmamados, com aproximadamente 60 dias de idade e com $15,1 \pm 0,146$ kg de peso corporal inicial. Do nascimento a desmama, os cordeiros permaneceram com as mães a pasto, recebendo aleitamento materno e suplementados com ração balanceada, com 18% de proteína bruta, em *creep feeding*. Na desmama, os cordeiros foram pesados sem jejum, distribuídos por sorteio entre os tratamentos, identificados, desverminados, vacinados com vacina polivalente contra clostridioses e suplementados com ferro e vitaminas A, D e E, sendo então alojados em baias individuais, com aproximadamente 1,0 m², com piso ripado e suspenso, equipadas com comedouro e bebedouro individuais e instaladas em galpão coberto.

As dietas foram sem e com inclusão de 10 e 20% de glicerina de média pureza na matéria seca, sendo a relação volumoso:concentrado 50:50 (Tabela 1). A cana-de-açúcar utilizada foi da variedade forrageira IAC 86-2480, no segundo ano de corte de cana-soca, proveniente do canavial do Laboratório de Produção Ovina da FCAV, foi colhida manualmente com facão (em dias alternados) e picada (partículas de 1 cm) em picadeira estacionária, imediatamente antes do fornecimento aos animais, sendo fornecida *in natura*. A glicerina (83,90% de glicerol, 12,01% de umidade, 3,79% de minerais e 0,28% de matéria orgânica não glicerínica - MONG), coproduto da produção do biodiesel, proveniente da empresa Biobrotas Oleoquímica Ltda, Brotas, SP, foi pesada e misturada ao concentrado no momento do fornecimento aos cordeiros. As dietas foram calculadas para atender as exigências de cordeiros em crescimento com ganho médio de peso diário de 250 g, de acordo com as recomendações preconizadas pelo NRC (2007).

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas experimentais fornecidas a cordeiros Ile de France

Composição	Glicerina (% MS)		
	0	10	20
Ingrediente (% MS)			
Cana-de-açúcar	50,00	50,00	50,00
Glicerina	0,00	10,00	20,00
Milho em grão moído	25,43	13,40	1,04
Farelo de soja	21,77	24,00	26,50
Fosfato bicálcico	0,28	0,22	0,18
Calcário calcítico	0,57	0,43	0,33
Suplementos mineral e vitamínico ¹	0,95	0,95	0,95
Ureia	1,00	1,00	1,00
Químico-bromatológica			
Matéria seca (MS) ²	38,17	35,96	34,58
Matéria orgânica ³	94,66	93,28	91,83
Matéria mineral ³	5,34	6,72	8,17
Proteína bruta ³	16,53	16,74	16,90
Extrato etéreo ³	1,96	1,10	0,63
Fibra em detergente neutro ³	29,37	29,53	29,04
FDNcp ^{3,4}	22,53	23,17	20,37
Fibra em detergente ácido ³	12,34	13,17	12,05
Lignina ³	1,20	1,07	0,84
Carboidratos totais ³	78,87	75,98	72,11
Carboidratos não fibrosos ³	56,35	52,81	51,74
Energia bruta (Mcal/kg MS)	3,88	3,99	3,72

¹Níveis de garantia por kg do produto: cálcio 120g, cloro 90g, sódio 62g, magnésio 54g, fósforo 50g, enxofre 34g, zinco 1600mg, manganês 1500mg, ferro 1064mg, Flúor (Max) 730mg, cobre 50mg, iodo 25mg, selênio 20mg, cobalto 10mg e vitamina A 100.000 UI, vitamina D3 40.000 UI e vitamina E 600 UI; ²%; ³% da MS; ⁴FDNcp - Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Durante o período de confinamento, amostras das dietas e das sobras foram colhidas quinzenalmente, formando uma amostra composta ao fim do confinamento dos cordeiros, sendo posteriormente pré-secas em estufa com circulação de ar forçada a 55 °C por 72 horas, moídas em moinho tipo Willey com peneira de crivos de 1 mm e armazenadas para posteriores análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e nitrogênio (N) total, conforme metodologias preconizadas pela AOAC (1995), métodos 930,15; 942,05; 920,39 e 942,05, respectivamente. A proteína bruta (PB) foi determinada multiplicando-se o N total pelo fator 6,25. A matéria orgânica (MO) das amostras foi obtida por diferença (100 – MM) e a energia bruta (EB) pela combustão das amostras em bomba calorimétrica adiabática (PARR Instruments). Os componentes da parede celular, fibra em detergente neutro (FDN) corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas utilizando-se sacos da ANKON (F57) e o aparelho ANKON 200 (Ankom Technology Corp., Fairport, NY, USA), com uso de alfa-amilase termoestável, e a lignina (sa) com os resíduos da FDA, submetidos à digestão com solução concentrada de ácido sulfúrico a 72%, conforme Van Soest (1994). Os carboidratos totais (CHOT) foram calculados pela equação: $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$, e os carboidratos não fibrosos (CNF) pela diferença entre CHOT e FDNcp, propostas por Sniffen et al. (1992).

3.3. Ensaio de desempenho

O confinamento dos cordeiros ocorreu entre os meses de maio e setembro de 2013, com um período experimental de 106 dias, sendo 14 dias de adaptação dos animais às instalações e dietas, dentro do período experimental. Para o fornecimento das dietas, a cana-de-açúcar, o concentrado e a glicerina foram pesadas e misturadas manualmente em baldes plásticos, sendo fornecidas *ad libitum* em duas refeições diárias, às 7 e 17 h, de forma a permitir no mínimo 10% de sobras na matéria natural. As sobras das dietas foram recolhidas diariamente, pesadas e subtraídas do total fornecido, para quantificar o consumo individual de alimento pelos cordeiros, o qual foi expresso em g/dia, g/kg de peso metabólico (g/kg PM) e em porcentagem do peso corporal final (%PC). Os cordeiros foram

pesados semanalmente, pela manhã, sem jejum, antes do fornecimento das dietas, para acompanhar o ganho médio de peso diário (GMPD), e posteriormente calcular a conversão alimentar (CA), relacionando o consumo de matéria seca com o ganho médio de peso. O GMPD do período experimental foi calculado pela diferença entre o peso corporal final e inicial sem jejum, dividido pelo tempo de confinamento (dias).

3.4. Ensaio de digestibilidade aparente de nutrientes, balanço aparente de nitrogênio e ácido fórmico na urina

Para o ensaio de digestibilidade aparente de nutrientes, balanço aparente de nitrogênio e concentração de ácido fórmico na urina foram utilizados 15 dos 30 cordeiros do ensaio de desempenho quando atingiram 23 kg de peso corporal, sendo colocados em gaiolas de metabolismo que permitiram a coleta separada de fezes e urina e equipadas com comedouro e bebedouro individuais. Foram adotados sete dias de adaptação dos cordeiros às gaiolas de metabolismo e cinco dias de colheita total de fezes e urina (EZEQUIEL; SAMPAIO; OLIVEIRA, 1995). Após este período os cordeiros retornaram para o ensaio de desempenho no confinamento.

As fezes foram colhidas em bacias plásticas e a urina em baldes plásticos, cortados em forma de bisel e cobertos com tela fina, contendo 100 mL de solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) a 20%, para acidificar a urina e evitar perdas de amônia por volatilização, sendo esta quantidade descontada posteriormente do volume total diário de urina. Quando os animais defecavam as sibalas caíam sobre a tela do balde e rolavam para dentro da bacia plástica que acondicionava as fezes separadamente da urina. Diariamente, 10% do total de fezes e urina excretadas foram amostradas e armazenadas a -18 °C, e ao final do ensaio de digestibilidade formada uma amostra composta por cordeiro.

Nas amostras de urina foram determinados os teores MS e nitrogênio total e nas fezes os teores de MS, MO, PB, EE, FDN, FDA, CHOT, CNF e EB, de acordo com metodologias citadas anteriormente (SNIFFEN et al., 1992; VAN SOEST, 1994; AOAC, 1995), para posteriores determinações do consumo diário e da digestibilidade aparente dos nutrientes. O balanço aparente de nitrogênio (BN) foi calculado pelas seguintes fórmulas: BN ou $N_{\text{retido}} = N_{\text{ingerido}} - (N_{\text{fezes}} + N_{\text{urina}})$; $N_{\text{absorvido}}$

= $N_{\text{ingerido}} - N_{\text{fezes}}$ e $N_{\text{ingerido}} = N_{\text{ofertado}} - N_{\text{sobras}}$, sendo expresso em g/dia e em $\text{g/kg}^{0,75}/\text{dia}$.

Para determinação da concentração de ácido fórmico na urina, foi realizada coleta *spot* de urina de cada animal, durante micção espontânea, sem adição de ácido sulfúrico, sendo a urina congelada imediatamente após a coleta. A técnica utilizada para a determinação foi “Headspace” e cromatografia gasosa com detector de captura electrónica (GC-ECD), segundo metodologia descrita por Estevinho (2005).

3.5. Concentrações de glicose e insulina plasmática

Amostras de sangue (10 mL) foram coletadas, após antissepsia local, por meio de venopunção da jugular de todos os cordeiros, com agulhas descartáveis (25mm x 0,8mm), utilizando-se sistema de pressão negativa em tubos de Vacutainer® contendo agente antiglicolítico (fluoreto de sódio) e anticoagulante (heparina), para avaliação plasmática de glicose, e em tubos de vidro siliconizados sem anticoagulante para as determinações séricas de insulina, em três momentos do experimento: início (pré-tratamento, quando os cordeiros entraram no experimento, aos 15 kg de PC), meio (fase intermediária, aos 24 kg de PC) e fim (pré-abate, aos 32 kg de PC), sendo as coletas realizadas às 7 horas da manhã, antes do fornecimento da alimentação.

Todas as amostras foram transportadas sob refrigeração ao Laboratório Clínico Veterinário do Centro Universitário Vila Velha (UVV), onde foram imediatamente centrifugadas (2500 rpm) durante 15 minutos (Centrífuga modelo TDL80-2B, Marca Centribio) para separação do plasma, que imediatamente foi congelado.

As concentrações de glicose no plasma foram determinadas pelo teste de glicose-oxidase (glicose-específica método enzimático; Labtest Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, Brasil), utilizando analisador de glicose semi-automático (Labquest modelo BIO-2000; Labtest diagnóstico S.A.), e os níveis de insulina no plasma quantificados utilizando kit disponível comercialmente (Siemens, Los Angeles, CA, EUA).

3.6. Avaliações e medidas morfológicas *in vivo*

Ao atingirem o peso corporal final médio de $32,2 \pm 0,207$ kg foi avaliada a condição corporal dos cordeiros, sempre pelo mesmo avaliador, com palpação da região dorsal da coluna vertebral, por meio da quantidade de gordura e músculo encontrada no ângulo formado pelos processos dorsais e transversos, atribuindo-se notas de 1 a 5, em que 1 representou um animal com condição corporal inferior (muito magro), 2 (magro), 3 (normal), 4 (gordo) e 5 (excessivamente gordo), de acordo com Silva Sobrinho (2006).

Os cordeiros foram posicionados em superfície plana e com auxílio de fita métrica, régua e compasso procederam-se as avaliações *in vivo* das seguintes medidas morfológicas: 1) comprimento corporal - distância entre a base do pescoço, articulação cérvico-torácica e a base da cauda, primeira articulação intercoccígea, tomada horizontalmente no plano dorsal do animal; 2) altura do anterior - distância entre a região da cernelha e a extremidade distal do membro anterior; 3) altura do posterior - distância entre a tuberosidade sacral, na garupa, e a extremidade distal do membro posterior, tomada vertical e paralelamente a face lateral do membro; 4) altura do fêmur - distância entre o trocânter maior do fêmur e a articulação femorotibial; 5) largura da garupa - distância máxima entre as tuberosidades coxais; 6) largura do tórax - distância entre as faces laterais das articulações escápulo-umerais; 7) perímetro torácico - distância tomada contornando-se a caixa torácica, tendo como ponto de passagem o dorso, o cilhadoiro e o costado, medido após a escápula; 8) perímetro da perna - distância máxima tomada contornando-se a perna; e 9) comprimento da perna - distância entre o trocânter maior do fêmur e o bordo lateral da articulação tarso-metatarsiana (OSÓRIO et al., 1998ab). As medidas foram realizadas sempre pelo mesmo avaliador, objetivando minimizar os erros. A compacidade corporal (kg/cm) foi calculada pela relação entre o peso corporal ao abate (PCA) e o comprimento corporal.

3.7. Abate, características quantitativas da carcaça e seus não componentes

Quando os cordeiros atingiam peso corporal médio de $32,2 \pm 0,207$ kg (sem jejum) eram submetidos a jejum de sólidos de 16 horas, pesados para obtenção do PCA e abatidos. O abate foi realizado nas dependências do Laboratório de Produção Ovina, sendo os cordeiros insensibilizados por eletronarcose com descarga elétrica de 250 V por dois segundos, utilizando-se insensibilizador Imafrig Modelo Futura e, em seguida, seccionadas as veias jugulares e as artérias carótidas para a sangria, respeitando os procedimentos que caracterizam o abate humanitário (MONTEIRO JÚNIOR, 2000). Após a esola e a evisceração, o conteúdo do trato gastrointestinal (mensurado pela diferença entre o trato gastrointestinal cheio e vazio) foi utilizado na determinação do peso do corpo vazio ($PCV = PCA - \text{conteúdo gastrointestinal}$) e os componentes não carcaça: sangue, pele, cabeça, extremidades dos membros, trato gastrointestinal, esôfago, língua, baço, coração, aparelho respiratório com traqueia, aparelho reprodutor com bexiga, fígado, rins e gordura perirrenal, pâncreas e gorduras omental e mesentérica (SILVA SOBRINHO, 2006) foram quantificados e expressos em porcentagem em relação ao PCV.

Terminada a evisceração, as carcaças foram pesadas, obtendo-se o peso da carcaça quente (PCQ) para determinação do rendimento da carcaça quente ($RCQ = (PCQ/PCA) \cdot 100$) e transferidas para câmara frigorífica à temperatura de 6 °C (ICMSF, 1997), onde permaneceram por 24 horas, penduradas pelos tendões do músculo *Gastrocnemius*, em ganchos apropriados, distanciados em 17 cm. Em seguida, pesou-se a carcaça fria (PCF), calculando-se a porcentagem de perda de peso por resfriamento ($PR = [(PCQ-PCF)/PCQ] \cdot 100$), e o rendimento de carcaça fria ($RCF = (PCF/PCA) \cdot 100$) e verdadeiro ($RV = (PCQ-PCV) \cdot 100$).

3.8. Avaliações e medidas na carcaça

A conformação, que considera a distribuição das massas musculares sobre a base óssea, foi avaliada sempre pela mesma pessoa de forma subjetiva, segundo Colomer-Rocher, Delfa e Sierra (1988), atribuindo-se notas de 1 a 5, sendo: 1 - inferior, 2 - regular, 3 - boa, 4 - muito boa e 5 - excelente, assim como o grau de

acabamento ou gordura de cobertura, também com notas de 1 a 5, em que: 1 - excessivamente magra, 2 - magra; 3 - normal; 4 - gorda, e 5 - excessivamente gorda, ambas com escala de 0,5.

Em seguida, tomaram-se as medidas na carcaça: 1) comprimento externo da carcaça - distância entre a base do pescoço, articulação cervico-torácica e a base da cauda, primeira articulação intercoccígea; 2) comprimento interno da carcaça - distância entre o bordo anterior da sínfise ísquio-pubiana e o bordo anterior da primeira costela em seu ponto médio; 3) comprimento da perna - distância entre o períneo e o bordo lateral da articulação tarso-metatarsiana; 4) perímetro da perna - distância máxima tomada contornando-se a perna; 5) perímetro da garupa - medida que envolve os trocânteres dos fêmures; 6) largura da garupa - distância máxima entre os trocânteres dos fêmures; 7) largura do tórax - largura máxima da carcaça, na maior amplitude das costelas; 8) perímetro do tórax - medido após a escápula, considerando a maior circunferência; e 9) profundidade do tórax - distância máxima entre o esterno e o dorso, em nível da sexta vértebra torácica, de acordo com Osório et al. (1998a) e Cezar e Souza (2007). As medidas de comprimento, altura e perímetro foram tomadas com fita métrica, e as medidas de largura e profundidade, com compasso, cuja abertura registrada foi medida com régua. O índice de compacidade da carcaça ($ICC_{(kg/cm)} = PCF/\text{comprimento interno da carcaça}$) e índice de compacidade da perna ($ICP = \text{largura da garupa}/\text{comprimento da perna}$), foram calculados conforme Santello et al. (2006).

3.9. Cortes comerciais da carcaça e área de olho de lombo

As carcaças foram divididas longitudinalmente e a metade esquerda seccionada em cinco regiões anatômicas, as quais foram pesadas individualmente para determinação do rendimento, sendo elas: pescoço (compreende a região anatômica das sete vértebras cervicais, obtido por um corte oblíquo, entre a sétima vértebra cervical e a primeira torácica, em direção à ponta do esterno e terminando na borda inferior do pescoço), paleta (região que compreende a escápula, úmero, rádio, ulna e carpo, é obtida seccionando-se em primeiro lugar a região axilar, os músculos que unem a escápula e o úmero na parte ventral do tórax, a seguir,

contorna-se a escápula pela frente, por sua parte superior e posterior, seccionando os músculos, assim como a cartilagem de prolongação da escápula que fica sobre a quinta costela; por último, levantando-se a paleta, separam-se os tecidos conjuntivos que envolvem o músculo), costelas (compreendem as 13 vértebras torácicas com as costelas correspondentes e o esterno), lombo (região que compreende as seis vértebras lombares, obtido perpendicularmente à coluna, entre a 13^a vértebra torácica-primeira lombar e a última lombar-primeira sacra) e perna (região com base óssea nas vértebras sacras e duas primeiras vértebras coccígeas, abrange a região do íleo, ísquio e púbis, fêmur, tíbia e tarso, obtida por corte perpendicular à coluna entre a última vértebra lombar e a primeira sacra), segundo Osório e Osório (2005) e Silva Sobrinho e Osório (2008).

Posteriormente, no músculo *Longissimus thoracis* na altura da 12^a e 13^a vértebras torácicas, foram tomadas quatro medidas (Figura 1) com auxílio de paquímetro digital e fita métrica: A (comprimento máximo do músculo, em cm), B (profundidade máxima do músculo, em cm), EGC (espessura mínima de gordura de cobertura sobre o músculo, em mm) e GR - Grade rule (espessura máxima de gordura de cobertura sobre a superfície da 13^a costela, a 11 cm da linha média, lateralmente à coluna vertebral, em mm). A área de olho de lombo (AOL) foi calculada utilizando-se a fórmula da elipse $(A/2 \times B/2) \times \pi$, citada por Silva Sobrinho, Kadim e Purchas (2003).



Figura 1. Medidas no músculo *Longissimus thoracis*: A (comprimento máximo do músculo, em cm), B (profundidade máxima do músculo, em cm), C (espessura mínima de gordura de cobertura sobre o músculo, em mm) e GR (espessura máxima de gordura de cobertura sobre a 13^a costela, em mm).

3.10. Produção de gases *in vitro*

A produção de gases *in vitro* foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Menke e Steingass (1988) e modificada por Mauricio et al. (1999). Para incubação foram pesadas 10 amostras (200 mg) de cada dieta e colocadas em garrafas de vidro com capacidade de 115 mL. No dia anterior à incubação preparou-se o meio tamponado (Tabela 2), obtendo uma solução de cor azul que foi mantida em banho-maria a 39 °C, e no dia da incubação foi adicionado o agente redutor (Tabela 2), sendo a mistura obtida gazeada com CO₂ até que saturasse (solução de cor rosa). Em seguida, foram adicionados 990 mL de líquido ruminal, coletado na manhã do dia da incubação de quatro carneiros fistulados e canulados no rúmen, sendo que dois carneiros receberam dietas sem glicerina e outros dois receberam dietas com inclusão de 20% de glicerina. O conteúdo retirado do rúmen foi filtrado em duas camadas de gaze, sendo o líquido ruminal dos quatro carneiros misturado e armazenado em garrafas térmicas, previamente aquecidas a 39 °C.

Tabela 2. Composição do meio tamponado e agente redutor para a produção de gases *in vitro*

Ingrediente	(g/L)	Quantidade (mL)
Meio tamponado		
Água destilada		945,00
Solução tampão		472,5
NH ₄ HCO ₃	4,0	
NaHCO ₃	35,0	
Solução de macrominerais		472,5
Na ₂ HPO ₄	5,7	
KH ₂ PO ₄	6,2	
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,6	
Solução de microminerais		0,237
CaCl ₂ .2H ₂ O	132,0	
MnCl ₂ .4H ₂ O	100,0	
CoCl ₂ .6H ₂ O	10,0	
FeCl ₃ .6H ₂ O	80,0	
Resazurina	1 ^a	2,4
Agente redutor		100
Água destilada	95,0 ^b	
NaOH 1N	4,0 ^b	
Cysteine HCL	625,0 ^a	
Na ₂ SO ₃	328,13 ^a	

^amg; ^bmL

Em cada frasco, já contendo amostra das dietas, foi adicionado 30 mL de solução completa, composta de meio tamponado, agente redutor e líquido ruminal. Os frascos foram vedados com tampas de borracha e selados com lacres de alumínio e colocados em banho-maria a 39 °C. A pressão originada pelos gases acumulados na parte superior dos frascos foi medida por transdutor de pressão conectado a leitor digital (Figura 2). As leituras foram efetuadas às 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 26, 28, 30, 32, 36, 48, 52, 56, 60 e 72 horas de incubação.



Figura 2. Amostras incubadas de dietas sem e com inclusão de 10 e 20% de glicerina e produção de gases *in vitro*.

A pressão formada no interior dos frascos foi medida pela inserção de agulha, acoplada ao transdutor, à tampa de borracha e posteriormente transformada em volume (mL), segundo a equação $Y = 5,5452X - 0,1569$ ($r^2 = 0,9997$, em que Y é o volume de gás e X a pressão), obtida com leituras de pressão de diferentes volumes conhecidos de gases para as condições do laboratório. Os resultados foram corrigidos para o branco (garrafa contendo fluido ruminal tamponado, sem a

presença de amostra) e para o padrão (feno de capim tifton 85), às 24 h de incubação.

3.11. Análise estatística

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos (0, 10 e 20% de glicerina na MS das dietas) e dez repetições para todas as variáveis analisadas, exceto para consumo e digestibilidade aparente de nutrientes, balanço aparente de nitrogênio e concentração de ácido fórmico na urina, que foram cinco repetições.

Os dados de desempenho, consumo e digestibilidade aparente de nutrientes, balanço aparente de nitrogênio, concentração de ácido fórmico na urina, produção total de gases *in vitro*, avaliações *in vivo* e na carcaça, parâmetros quantitativos da carcaça e dos componentes não-carcaça foram avaliados por meio de análises de variância e regressão, com os graus de liberdade desdobrados em efeitos linear ou quadrático, de acordo com as porcentagens de glicerina. A significância da regressão foi obtida pelo teste F a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2010) e o modelo matemático: $Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$, em que: Y_{ij} = valor observado da variável estudada no indivíduo j , alimentado com a dieta i ; μ = média geral comum a todas as observações; T_i = efeito do tratamento i ; ϵ_{ij} = erro aleatório residual associado a cada observação.

As concentrações plasmáticas de glicose e insulina foram analisadas como medidas repetidas no tempo, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados de produção total de gases *in vitro* estão apresentados na forma de gráfico de dispersão com linhas retas (XY).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes

A inclusão de glicerina nas dietas de cordeiros ocasionou redução linear ($P < 0,05$) nos consumos de extrato etéreo e de carboidratos totais (Tabela 3), sem afetar o consumo dos demais nutrientes. A digestibilidade aparente dos nutrientes (Tabela 3) não variou ($P > 0,05$) com a inclusão de glicerina nas dietas de cordeiros, com exceção do extrato etéreo, com efeito linear decrescente.

Tabela 3. Consumo voluntário diário de nutrientes (g) e de energia bruta (Mcal) e digestibilidade aparente de nutrientes (%) em cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta

Variável	Glicerina (%)			EPM	P Trat.	Efeito (P<0,05)	
	0	10	20			L	Q
Consumo voluntário diário							
Matéria seca	926,00	883,00	821,25	32,39	0,4558	0,225	0,896
Matéria mineral	51,25	61,50	69,75	4,14	0,1967	0,080	0,905
Matéria orgânica	875,00	821,50	751,75	30,90	0,2866	0,125	0,900
Proteína bruta	160,50	154,00	142,50	6,90	0,6043	0,335	0,874
Extrato etéreo	19,25	10,25	4,50	1,91	0,0000	<0,001 ¹	0,243
FDN	243,50	221,75	215,50	7,56	0,3105	0,154	0,631
FDA	95,75	93,50	93,25	3,63	0,9614	0,804	0,909
Carboidratos totais	720,00	656,25	576,75	29,08	0,1258	0,048 ²	0,888
CNF	535,25	489,75	435,00	22,55	0,2004	0,081	0,919
Energia bruta	3,95	3,98	3,63	1,37	0,5554	0,375	0,550
Digestibilidade aparente (%)							
Matéria seca	78,33	77,56	79,52	0,57	0,3966	0,409	0,283
Matéria orgânica	79,42	78,66	80,37	0,52	0,4436	0,479	0,295
Proteína bruta	75,29	73,96	75,44	0,71	0,6894	0,944	0,403
Extrato etéreo	84,12	73,64	48,26	4,91	0,0002	<0,001 ³	0,122
FDN	55,80	53,12	57,18	1,71	0,6598	0,762	0,402
FDA	40,27	40,98	45,78	3,47	0,8118	0,563	0,802
Carboidratos totais	80,90	79,74	80,72	0,51	0,6533	0,892	0,374
CNF	92,25	90,21	92,86	0,61	0,1885	0,672	0,081
Energia bruta	77,15	78,87	79,80	0,58	0,1629	0,067	0,725

EPM - erro padrão da média; P - probabilidade; L - linear; Q - quadrático; FDN - Fibra em detergente neutro; FDA - Fibra em detergente ácido; CNF - Carboidratos não fibrosos; $^1Y = 18,708333 - 0,7375x$ ($r^2 = 0,9841$); $^2Y = 722,625 - 7,1625x$ ($r^2 = 0,9960$); $^3Y = 86,60125 - 1,792875x$ ($r^2 = 0,9456$).

A redução nos consumos de extrato etéreo e carboidratos totais observados em cordeiros alimentados com glicerina está diretamente relacionado com a

diminuição da concentração de milho nas dietas (Tabela 1), pois a glicerina pouco contribui com EE, tendo baixo teor de hidratos de carbono. A redução na digestibilidade do extrato etéreo pode estar relacionada ao baixo teor de ácidos graxos presentes na glicerina utilizada neste estudo, pois, Barros (2012) presumiu que maiores teores de ácidos graxos na glicerina podem facilitar a formação de micelas e a absorção da gordura no intestino delgado. O autor relatou aumento na digestibilidade do extrato etéreo com a adição de até 10% de glicerina na dieta. Além disso, a glicerina contém sais e álcool, que podem alterar ou reduzir o microbiota intestinal (PASCHOALOTO, 2012), como a relacionada a digestão da gordura, reduzindo, assim, a digestibilidade do extrato etéreo.

De acordo com o NRC (2007), cordeiros com moderado GMPD (250 g/dia) e peso corporal acima de 30 kg necessitam consumir 110 g de PB por dia. Neste estudo os cordeiros consumiram PB acima deste teor em todos os tratamentos, sem diferenças significativas, proporcionando condições adequadas para o bom desempenho dos cordeiros. Lage et al. (2010) relataram uma redução de 30% no consumo voluntário de MS com a adição de 12% de glicerina bruta, o que resultou em aportes significativamente mais baixos de MO, PB, FDN e CNF, havendo redução no desempenho dos cordeiros. Estes autores utilizaram menor inclusão de glicerina, entretanto com alto teor de ácidos graxos (46,48%) e baixa concentração de glicerol (36,2%), diferentemente do presente estudo, em que a glicerina utilizada continha alto teor de glicerol (83,9%) e baixa quantidade de matéria orgânica não glicerínica (0,28%), na qual pode se encontrar ácidos graxos. Esta diferença na composição da glicerina explica os diferentes resultados e aponta para a importância da origem e pureza da glicerina a ser utilizada.

Campos et al. (2010), ao avaliarem ovinos Santa Inês alimentados com dietas compostas por feno de coast-cross e concentrado (milho e farelo de soja) sem e com inclusões de 4, 8 e 12% de glicerol na dieta total (50% volumoso e 50% concentrado), reportaram semelhanças nas digestibilidades da MS, FDA e PB, e, diferentemente deste estudo, efeito quadrático para os coeficientes de digestibilidade do FDN e dos CNF. Esta diferença pode estar relacionada às distintas composições químico-bromatológica dos volumosos utilizados, haja vista

que o feno de coast-cross possui valores de FDN superiores aos da cana-de-açúcar *in natura*.

4.2. Balanço aparente de nitrogênio

As quantidades de nitrogênio ingerido, excretado nas fezes e na urina, absorvido e retido (balanço de nitrogênio) pelos cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta ($P>0,05$) pela inclusão de glicerina nas dietas (Tabela 4).

Tabela 4. Balanço aparente de nitrogênio (BN) em cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta

Variável	Glicerina (%)			EPM	P Trat.	Efeito ($P<0,05$)	
	0	10	20			L	Q
N ingerido							
g/animal/dia	25,18	24,63	22,82	1,11	0,7026	0,434	0,808
g/kg ^{0,75} /dia	2,34	2,31	2,13	0,10	0,6966	0,438	0,766
N fezes							
g/animal/dia	6,36	6,45	5,48	0,35	0,5104	0,346	0,513
g/kg ^{0,75} /dia	0,59	0,61	0,51	0,03	0,4964	0,360	0,464
% N ingerido	25,27	26,04	24,22	0,86	0,7256	0,650	0,522
N urina							
g/animal/dia	0,81	0,82	0,79	0,06	0,9817	0,913	0,879
g/kg ^{0,75} /dia	0,08	0,08	0,08	0,01	0,9785	0,861	0,919
% N ingerido	3,33	3,34	3,49	0,27	0,9700	0,829	0,916
N absorvido							
g/animal/dia	19,32	18,18	17,34	0,85	0,6744	0,390	0,940
g/kg ^{0,75} /dia	1,80	1,70	1,62	0,08	0,6784	0,392	0,972
% N ingerido	76,88	73,95	75,78	1,03	0,5491	0,684	0,320
N retido ou BN							
g/animal/dia	18,01	17,36	16,55	0,83	0,8047	0,522	0,967
g/kg ^{0,75} /dia	1,68	1,62	1,54	0,08	0,7987	0,518	0,929
N retido/N ingerido	71,40	70,62	72,30	0,84	0,7567	0,696	0,537
N retido/N absorvido	93,77	95,41	95,37	0,56	0,4350	0,277	0,503

EPM - erro padrão da média; P - probabilidade; L - linear; Q - quadrático; N - Nitrogênio.

O balanço aparente de nitrogênio constitui uma ferramenta importante na determinação da eficiência de utilização do nitrogênio pelos ruminantes (GENTIL et al., 2007). A quantidade de nitrogênio excretada nas fezes aumenta com a fermentação no intestino grosso, o que, por sua vez, aumenta quando os animais são alimentados com dietas ricas em grãos (Kozloski, 2002). A substituição destes

grãos, incluindo o milho, por glicerina pode potencialmente reduzir a fermentação e a contribuição de nitrogênio nas fezes. No presente estudo, os cordeiros que receberam dietas com glicerina tiveram balanço positivo de nitrogênio, assim como os cordeiros do grupo controle, sem diferenças significativas.

Moreno et al. (2010a) relataram que o balanço de nitrogênio é altamente influenciado pelo teor de concentrado da dieta, sendo necessário um sincronismo entre PB e energia, para que haja o melhor aproveitamento do nitrogênio. De acordo com Lucci (1997), a síntese de proteína microbiana no rúmen depende, por um lado, da presença de energia (ATP), proveniente da fermentação da matéria orgânica digestível no rúmen, e por outro, da amônia oriunda de proteína degradada no rúmen, ou de aminoácidos intactos que também formariam proteína microbiana. Neste estudo houve adequado aporte de energia, advindo da glicose oriunda da fermentação da glicerina, e de proteína, proveniente da dieta, possibilitando máximo aproveitamento do nitrogênio disponível.

4.3. Desempenho dos cordeiros

A inclusão de glicerina nas dietas não influenciou ($P>0,05$) o desempenho de cordeiros Ile de France terminados em confinamento (Tabela 5), que levaram em torno de 73 dias para atingirem o peso corporal final de 32,25 kg, quando consumiam aproximadamente 652,67 g/dia de matéria seca da dieta, ou seja, 61,12 g de matéria seca por unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}/\text{dia}$), representando consumo de 2,78% do peso corporal, com conversão alimentar de 2,80 kg de matéria seca ingerida por kg de ganho de peso corporal.

O semelhante desempenho é relacionado às semelhanças nos consumos e digestibilidades dos nutrientes e ao positivo balanço aparente de nitrogênio, que propiciaram similar aporte nutricional aos cordeiros. De acordo com Sniffen et al. (1993), o consumo de matéria seca tem relação direta com o aporte de nutrientes para atender as exigências de ganho de peso dos cordeiros. O ganho médio de peso diário e as ingestões de matéria seca em kg por dia e em relação ao peso corporal ficaram abaixo do previsto pelo NRC (2007), que para esta categoria animal, com GMPD de 0,250 kg, preconiza consumo diário de 1,2 kg de matéria

seca e 3,99% do peso corporal. As inclusões de 10 e 20% de glicerina nas dietas reduziram, respectivamente, 9 e 13% o consumo de MS (kg/dia) e 12 e 16% o GMPD dos cordeiros, prejudicando consequentemente a conversão alimentar e aumentando o tempo de confinamento necessário para os animais atingirem o peso de abate.

Tabela 5. Desempenho de cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta

Variável	Glicerina (% MS)			EPM	P Trat.	Efeito (P<0,05)	
	0	10	20			L	Q
Peso corporal inicial (kg)	15,12	15,02	15,12	0,03	0,4900	0,998	0,242
Peso corporal final (kg)	32,32	32,18	32,24	0,04	0,3123	0,382	0,211
Dias de confinamento	68	74	78	2,80	0,6521	0,370	0,895
IMS kg/dia	0,703	0,642	0,613	0,02	0,2512	0,109	0,740
% PC	2,99	2,74	2,60	0,07	0,2564	0,111	0,766
g/kg ^{0,75} /dia	65,79	60,23	57,33	1,45	0,2583	0,112	0,761
GMPD (kg)	0,264	0,233	0,221	0,01	0,3943	0,193	0,744
CA (kg MS/ kg ganho peso)	2,78	2,80	2,82	0,09	0,9921	0,904	0,981

EPM - erro padrão da média; P - probabilidade; L - linear; Q - quadrático; IMS - Ingestão de matéria seca; PC - Peso corporal; GMPD - Ganho médio de peso diário; CA - Conversão alimentar.

4.4. Concentrações de glicose, insulina plasmática e ácido fórmico na urina

Houve interação (P<0,05) entre o momento de avaliação e os tratamentos experimentais para as concentrações plasmáticas de glicose e insulina (Tabela 6). No tratamento sem inclusão de glicerina na dieta, houve redução de 9,7% na concentração plasmática de glicose no fim do experimento em relação ao início, não havendo interações nos demais tratamentos. A concentração plasmática de insulina aumentou 75% do meio para o fim do experimento no tratamento com 20% de glicerina na dieta, com valor semelhante ao início do experimento. As demais dietas testadas não apresentaram interação. A inclusão de glicerina nas dietas não influenciou (P>0,05) as concentrações plasmáticas de glicose e insulina (Tabela 6), com valor médio de 66,38 mg/dL para glicose e 0,116 µUI/mL para insulina. As concentrações plasmáticas de glicose e insulina foram semelhantes (P>0,05) em todos os momentos avaliados (Tabela 6), com valor médio de 66,38 mg/dL para glicose e 0,116 µUI/mL para insulina.

Tabela 6. Concentrações de glicose e insulina plasmática em cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta, em três momentos de avaliação

Variável	Glicerina (% MS)			Média
	0	10	20	
Glicose (mg/dL)				
Início (Pré-tratamento - 15 kg)	71,24A	60,29	68,33	66,62
Meio (Fase intermediária - 24 kg)	68,21AB	65,68	67,60	67,16
Fim (Pré-abate - 32 kg)	64,31B	61,51	70,24	65,35
Média	67,92	62,49	68,72	
CV (%) = 12,16				
Teste F (T) = 2,786 ^{NS}				
Teste F (M) = 0,200 ^{NS}				
Teste F (T x M) = 6,658*				
Insulina (µUI/mL)				
Início (Pré-tratamento - 15 kg)	0,152	0,066	0,126AB	0,115
Meio (Fase intermediária - 24 kg)	0,130	0,092	0,044B	0,089
Fim (Pré-abate - 32 kg)	0,134	0,124	0,176A	0,145
Média	0,139	0,094	0,115	
CV (%) = 61,20				
Teste F (T) = 1,382 ^{NS}				
Teste F (M) = 2,260 ^{NS}				
Teste F (T x M) = 4,762*				

a, b - Médias, seguidas de letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, nas linhas letras minúsculas e nas colunas letras maiúsculas; CV - Coeficiente de variação; T - Tratamento; M - Momento de avaliação; ^{NS} - Não significativo (P>0,05); * - Significativo (P<0,05).

Esperava-se que a inclusão de glicerina na dieta alterasse os níveis de glicose e insulina, pois o glicerol é um substrato para a gliconeogênese, entretanto, neste estudo isto não ocorreu. As concentrações de glicose plasmática ficaram dentro dos valores de referência descritos por Kaneko; Harvey e Brum (2008), de 50 a 80 mg/dL para ovinos. De acordo com Reece (2006), necessários de 30 a 60 mg/dL de glicose sanguínea para os processos fisiológicos normais em ruminantes, sendo que, abaixo deste limite, cetose e sinais clínicos tornam-se evidentes, o que não ocorreu neste estudo pois o limiar foi atendido.

Gomes et al. (2011) também não verificaram diferenças nos teores sanguíneos de glicose e insulina. A ausência de alterações nestes teores pode ser justificada, de acordo com Reece (2006), pelo eficiente controle realizado pelo fígado, que evita que as concentrações sanguíneas de glicose se tornem excessivamente elevadas (captando a glicose e convertendo-a em glicogênio ou em ácidos graxos) ou baixas (liberando glicose no sangue, oriunda da degradação do

glicogênio). O aumento da glicose (hiperglicemia) é relacionado com o estresse do animal e a diminuição (hipoglicemia) com o déficit de energia (CONTRERAS; WITTEWER; BOHMWALD, 2000). As células em que a insulina aumenta a captação de glicose são as musculares (esqueléticas, lisas e cardíacas) e as adiposas, promovendo aumento na formação de glicogênio, na captação de aminoácidos e síntese proteica, na captação de ácidos graxos e síntese de gordura, bem como na captação de cetonas e de potássio (REECE, 2006).

A inclusão de glicerina nas dietas promoveu efeito linear crescente ($P < 0,05$) nas concentrações de ácido fórmico na urina (Figura 3). O metanol é altamente tóxico e é usado no processo de produção de biodiesel; por isso, a intoxicação dos animais é uma preocupação. O ácido fórmico é metabolito da biotransformação de metanol, e as concentrações no sangue e na urina podem servir como indicador de intoxicação (LARINI, 1997). Houve aumento de 24,2 e 114,8% na concentração de ácido fórmico na urina para as inclusões de 10 e 20% de glicerina, respectivamente, em comparação à dieta controle, entretanto, não foram observados sintomas de toxicidade nos cordeiros. Não há na literatura dados que indiquem os limiares de toxidez do ácido fórmico para ovinos, no entanto, os valores foram abaixo dos relatados por Neumark (1967), que indica teor de tolerância. Liu (1990) verificou, em ovelhas, excreções diárias de ácido fórmico variando de 52,4 a 67,8 $\mu\text{mol/kg}$.

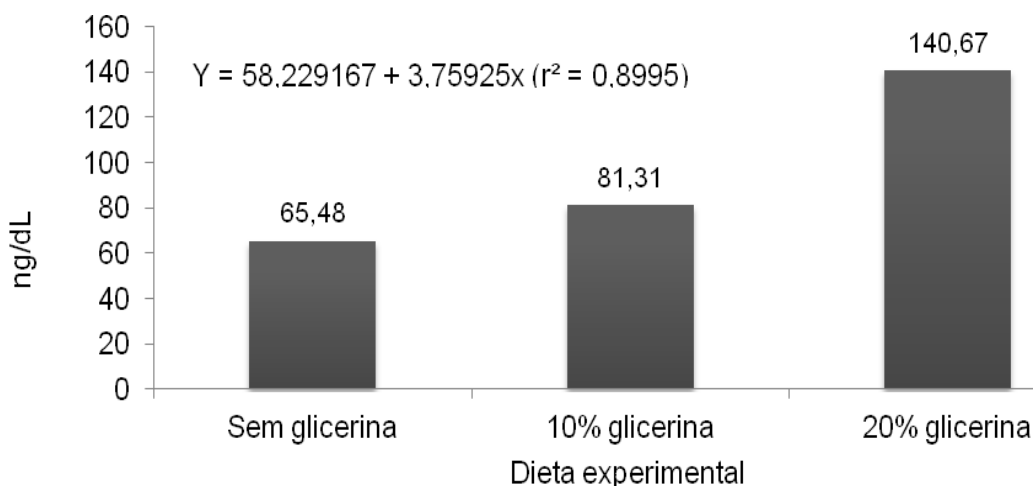


Figura 3. Concentração de ácido fórmico na urina de cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta.

4.5. Produção de gases *in vitro*

A produção de gases *in vitro* reduziu linearmente ($P < 0,05$) 5 e 9% com a inclusão de 10 e 20% de glicerina nas dietas, respectivamente, após 24 horas, 6 e 14% após 48 horas e 3 e 11% após 72 horas de incubação, em relação a dieta sem glicerina (Figura 6).

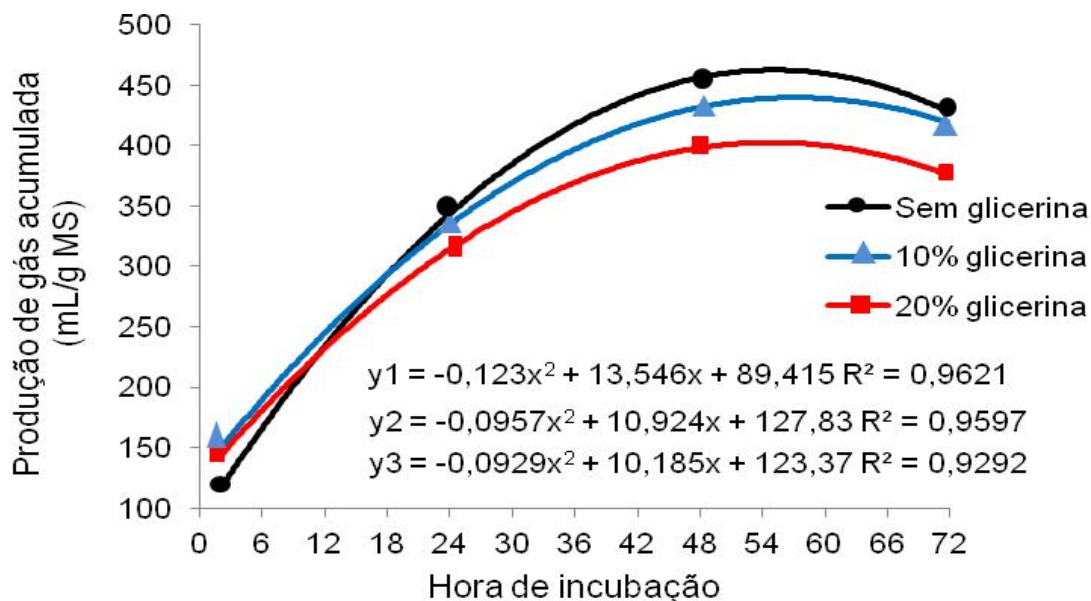


Figura 4. Produção de gás acumulada *in vitro* de dietas sem ou com inclusão de glicerina.

A redução na produção total de gases *in vitro* pode estar diretamente relacionado com a troca do milho pela glicerina, que não contribui com carboidratos solúveis. Com efeito, Wascheck et al. (2010), observaram que, no final de um período de 96 h de incubação com fluidos ruminais, a dieta composta por 100% de milho produziu mais gás do que as dietas com menos hidratos de carbono solúveis. Em conjunto, esses resultados estão de acordo com trabalhos anteriores que indicam que dietas com teores elevados de carboidratos aumentam a fermentação ruminal e produção de gases (Blummel e Orskov, 1993). Além disso, a fermentação da glicerina favorece o aumento na proporção de propionato em relação ao acetato, podendo deprimir a produção de metano, haja vista que acetato e butirato produzem metano, enquanto que o propionato retira hidrogênio do meio, diminuindo, assim, a

produção desse gás no rúmen (REIS, MORAIS, SIQUEIRA, 2006). O aumento na formação de ácido fórmico também pode ter contribuído para a redução na produção de gases, captando hidrogênios livres no rúmen.

4.6. Avaliações e medidas *in vivo* e na carcaça

Dentre as avaliações e medidas morfológicas *in vivo*, apenas a largura da garupa apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$) com inclusão de glicerina nas dietas (Tabela 7). Os valores médios das demais medidas biométricas foram: 55,39 cm para comprimento corporal, 56,09 cm para altura do anterior, 56,70 cm para altura do posterior, 51,75 cm para altura do fêmur, 22,49 cm para largura do peito, 75,49 cm para perímetro torácico, 38,73 cm para perímetro da coxa, 30,28 cm para comprimento da perna e 2,83 pontos para condição corporal, sem efeito da inclusão de glicerina nas dietas.

Tabela 7. Avaliações e medidas morfológicas *in vivo* em cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta

Variável	Glicerina (% MS)			EPM	P Trat.	Efeito ($P < 0,05$)	
	0	10	20			L	Q
Comprimento corporal (cm)	54,67	55,75	55,75	0,82	0,6253	0,375	0,603
Altura do dorso (cm)	56,20	55,82	56,25	1,17	0,9649	0,977	0,787
Altura da garupa (cm)	57,40	56,47	56,22	1,37	0,8481	0,560	0,845
Altura do fêmur (cm)	51,67	51,57	52,00	1,10	0,9632	0,835	0,852
Largura do peito (cm)	22,73	23,30	21,45	0,64	0,1629	0,189	0,157
Largura da garupa (cm)	22,07	23,70	23,20	0,38	0,0330	0,061	0,045 ¹
Perímetro torácico (cm)	76,67	74,65	75,15	1,72	0,6719	0,547	0,556
Perímetro da coxa (cm)	40,20	37,50	38,50	1,03	0,2936	0,275	0,238
Comprimento da perna (cm)	30,60	29,00	31,25	0,70	0,1149	0,529	0,052
Condição corporal (pontos) ^a	3,0	2,87	2,62	0,28	0,6474	0,373	0,861
Compacidade corporal ^b	0,57	0,56	0,55	0,008	0,1898	0,076	0,961

EPM - erro padrão da média; P - probabilidade; L - linear; Q - quadrático; ^a - (1 - muito magro; 2 - magro; 3 - normal; 4 - gordo; 5 - excessivamente gordo); ^b - kg/cm; ¹Y=22,0675+0,269875x-0,010662x² ($r^2 = 1,00$).

Quanto às avaliações e medidas na carcaça (Tabela 8), somente a profundidade do tórax, o comprimento externo e a conformação da carcaça tiveram alterações com a inclusão de glicerina nas dietas ($P < 0,05$).

Tabela 8. Avaliações e medidas na carcaça de cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta

Variável	Glicerina (% MS)			EPM	P Trat.	Efeito (P<0,05)	
	0	10	20			L	Q
Comp. externo carcaça (cm)	51,97	53,80	52,50	0,53	0,0924	0,497	0,040 ¹
Comp. interno carcaça (cm)	54,03	56,12	54,35	1,10	0,3874	0,842	0,184
Comprimento da perna (cm)	31,57	31,88	30,50	0,74	0,4253	0,337	0,380
Perímetro da coxa (cm)	39,00	39,75	39,12	0,78	0,7730	0,912	0,490
Perímetro da garupa (cm)	61,33	61,67	61,22	0,55	0,8355	0,893	0,570
Largura da garupa (cm)	22,33	22,72	22,25	0,32	0,5481	0,858	0,292
Largura do tórax (cm)	24,13	23,22	24,02	0,35	0,1873	0,832	0,076
Profundidade do tórax (cm)	22,83	23,82	22,60	0,36	0,0826	0,656	0,032 ²
Perímetro do tórax (cm)	67,00	62,95	65,87	0,97	0,4667	0,284	0,563
Conformação carcaça ^a	2,50	2,87	2,25	0,16	0,0636	0,302	0,032 ³
Grau de acabamento ^b	3,00	3,12	2,87	0,10	0,2740	0,409	0,168
Compacidade da carcaça ^c	0,263	0,253	0,248	0,01	0,3436	0,162	0,769
Compacidade da perna ^c	0,708	0,715	0,730	0,01	0,4088	0,200	0,796

EPM - erro padrão da média; P - probabilidade; L - linear; Q - quadrático; ^a - pontos (1 - inferior; 2 - regular; 3 - boa; 4 - muito boa; 5 - excelente); ^b - pontos (1 - muito magra; 2 - magra; 3 - normal; 4 - gorda; 5 - muito gorda); ^c - kg/cm; ¹Y=51,97+0,339875x-0,015662x² (r²=1,0000); ²Y=22,83+23,82x+22,6x² (r²=1,0000); ³Y = 2,5+0,0875x-0,005x² (r²=1,0000).

O fato de não haver significância na maioria das medidas *in vivo* e na carcaça pode estar relacionado à padronização do abate em função do peso corporal, pois animais da mesma raça e idade, com peso corporal similar também apresentam características biométricas e de carcaça semelhantes. Bottini Filho (2012), com inclusão de até 7,5% de glicerina bruta, contendo 39,40% de glicerol, na MS da dieta, obteve semelhanças nas medidas *in vivo*, compacidade corporal e medidas na carcaça (comprimentos externo e interno da carcaça, comprimento, largura e profundidade da perna e profundidade do peito).

4.7. Características quantitativas da carcaça

A inclusão de glicerina nas dietas não influenciou (P>0,05) os pesos e rendimentos da carcaça de cordeiros (Tabela 9). O peso da carcaça e o rendimento variam em função do peso corporal. Os rendimentos de carcaça foram adequados, estando dentro dos valores médios para ovinos, que varia de 40 a 50% (SILVA SOBRINHO, 2006). Gomes et al. (2011), usando até 30% glicerina, também não encontrou diferenças entre os pesos de carcaça quente e fria, rendimento de

carcaça fria e perdas de peso no resfriamento, no entanto, a produção biológica reduziu 4,8% em comparação com a dieta controle. Gunn et al. (2010) também encontraram peso da carcaça quente semelhantes ao incluir até 45% de glicerina na MS da dieta. As perdas de peso no resfriamento tiveram valores normais, pois de acordo Pardi et al. (2001), as perdas de peso podem variar de 0,3 a 3%, tendo relação com fatores inerentes a carcaça (quantidade e uniformidade da gordura de cobertura) e ao ambiente na câmara frigorífica (temperatura e umidade relativa do ar).

Tabela 9. Pesos e rendimentos da carcaça de cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta

Variável	Glicerina (% MS)			EPM	P Trat.	Efeito (P<0,05)	
	0	10	20			L	Q
Peso corporal ao abate (kg)	31,17	31,10	30,48	0,228	0,1136	0,061	0,344
Peso do corpo vazio (kg)	26,48	26,25	25,71	0,367	0,3644	0,177	0,741
Peso da carcaça quente (kg)	14,63	14,57	13,85	0,252	0,1028	0,056	0,317
Peso da carcaça fria (kg)	14,19	14,17	13,47	0,246	0,1176	0,070	0,288
Rendimento carcaça quente (%)	46,94	46,86	45,45	0,750	0,3336	0,194	0,492
Rendimento de carcaça fria (%)	45,51	45,57	44,21	0,736	0,3768	0,242	0,453
Rendimento verdadeiro (%)	55,30	55,53	53,86	0,838	0,3524	0,254	0,377
Perdas ao resfriamento (%)	3,06	2,74	2,74	0,122	0,1585	0,094	0,330

EPM - erro padrão da média; P - probabilidade; L - linear; Q - quadrático.

As medidas no músculo *Longissimus thoracis* não foram afetadas ($P>0,05$) pelas dietas (Tabela 10), com média de 5,58 cm de comprimento máximo (A), 3,04 cm de profundidade máxima (B), 13,31 cm² de área de olho de lombo (AOL), 2,52 mm de espessura mínima de gordura de cobertura (EGC) e 4,06 mm de espessura máxima de gordura sobre o perfil do lombo (GR).

A espessura de gordura subcutânea média foi 2,52 milímetros, classificada como mediana (SILVA SOBRINHO et al., 2003). A inclusão de glicerina na dieta de ovinos pode acarretar na redução da gordura de cobertura, devido a alterações no perfil de ácidos graxos de cadeia curta formados durante a fermentação ruminal. Em ovinos, a gordura é o componente de maior variabilidade na qualidade da carcaça (SAINZ, 1996). Carcaças com pouca e desigual gordura subcutânea podem ressecar mais rapidamente no processo de resfriamento, causando desvalorização do produto (BUENO et al., 2000). O tecido adiposo é o último a ser depositado, e,

portanto, o conteúdo de gordura nos aumentos da carcaça com a idade do animal (FRIESEN et al., 1995).

Tabela 10. Medidas no músculo *Longissimus thoracis* de cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta

Variável	Glicerina (% MS)			EPM	P Trat.	Efeito (P<0,05)	
	0	10	20			L	Q
A (cm)	5,61	5,42	5,71	0,220	0,6533	0,749	0,399
B (cm)	3,04	3,08	2,99	0,091	0,7748	0,666	0,582
EGC (mm)	2,34	2,56	2,65	0,208	0,5783	0,322	0,800
GR (mm)	4,61	4,27	3,31	0,563	0,2869	0,136	0,665
AOL (cm ²)	13,47	13,09	13,38	0,769	0,9348	0,938	0,727

EPM - erro padrão da média; P - probabilidade; L - linear; Q - quadrático; A - comprimento máximo do músculo; B - profundidade máxima do músculo; EGC - espessura mínima de gordura de cobertura sobre o músculo; GR - espessura máxima de gordura de cobertura sobre o perfil do lombo (11 cm); AOL - área de olho de lombo.

A espessura GR foi inferior a considerada ótima, de 7 a 12 mm; quando GR é menor que 7 mm, a carcaça é considerado mal acabado (CORDÃO et al., 2012). Este fato está relacionado ao abate de animais ainda muito jovens e leves. A área de olho de lombo é uma medida objetiva para prever a quantidade de músculo na carcaça (PINHEIRO et al., 2009), e a energia na dieta pode influenciar a deposição de músculo e gordura na carcaça (SÁ & OTTO DE SÁ, 2001). A glicerina propiciou maior aporte de glicose aos cordeiros, entretanto os teores energéticos das dietas foram semelhantes, não havendo diferenças nesta medida. Gomes et al. (2011), também observaram semelhantes medidas no músculo *Longissimus thoracis*, utilizando até 30% de glicerina. Gunn et al. (2010) também não encontraram diferenças na área de olho de lombo, com inclusão de até 45% de glicerina; no entanto, verificaram redução na espessura de gordura subcutânea.

4.8. Cortes comerciais da carcaça

A inclusão de glicerina nas dietas não afetou ($P>0,05$) os pesos e rendimentos dos cortes comerciais da carcaça (Tabela 11), exceto para o peso do lombo, que teve efeito quadrático ($P<0,05$) com a inclusão de glicerina. Os pesos dos cortes comerciais estão diretamente relacionados ao peso da carcaça, que, por sua vez, tem relação com o peso corporal ao abate (LAGE et al., 2009), justificando

a semelhança no peso dos cortes devido à padronização do abate pelo peso corporal. Lage et al. (2009), com até 12% de glicerina bruta, encontraram reduções nos pesos do lombo, paleta, costela e da perna, mas sem influência sobre o rendimento dos cortes. Gomes et al. (2011) também não encontraram nenhuma influência sobre o peso e rendimento dos cortes comerciais da carcaça.

Tabela 11. Peso e rendimento de cortes comerciais da carcaça de cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta

Variável	Glicerina (% MS)			EPM	P Trat.	Efeito (P<0,05)	
	0	10	20			L	Q
Peso em meia carcaça (kg)							
Perna	2,393	2,474	2,391	0,055	0,5118	0,980	0,260
Paleta	1,562	1,581	1,524	0,044	0,6594	0,559	0,496
Lombo	0,768	0,880	0,753	0,041	0,1117	0,794	0,043 ¹
Costelas	1,680	1,679	1,631	0,054	0,7752	0,541	0,736
Pescoço	0,523	0,538	0,505	0,031	0,7677	0,689	0,556
Rendimento (%)							
Perna	33,45	34,55	34,75	0,779	0,4765	0,268	0,650
Paleta	21,84	22,08	22,15	0,691	0,9455	0,756	0,921
Lombo	10,72	12,30	10,92	0,539	0,1324	0,804	0,051
Costelas	23,52	23,45	23,65	0,671	0,9782	0,898	0,873
Pescoço	7,36	7,51	7,30	0,441	0,9397	0,932	0,740

EPM - erro padrão da média; P - probabilidade; L - linear; Q - quadrático; ¹Y=0,76825+0,023137x-0,001196x² (r² = 1,0000).

4.9. Componentes não-carcaça

A inclusão de glicerina nas dietas de cordeiros alterou o peso e a porcentagem de alguns componentes não-carcaça (Tabela 12). Houve decréscimo linear (P<0,05) no peso do aparelho reprodutor com bexiga e coração, acréscimo linear (P<0,05) no peso e porcentagem do pâncreas e efeito quadrático (P<0,05) no peso do aparelho respiratório com traqueia, assim como na porcentagem do aparelho respiratório com traqueia, que aumentou com a inclusão de 10% de glicerina, mas diminuiu quando a glicerina foi aumentada para 20%.

Essas poucas alterações não foram suficientes para interferir no peso e rendimento das carcaças. Animais alimentados com dietas com altos teores de concentrado podem aumentar o tamanho e peso dos órgãos e de gordura interna, podendo diminuir o peso e rendimento da carcaça (FERREIRA et al., 1998), fato não verificado neste estudo. O aumento no pâncreas pode indicar uma sobrecarga neste

órgão, podendo estar relacionado ao aumento na concentração de ácido fórmico e a maior demanda de suco pancreático, que contém enzimas digestivas, e de hormônios, como insulina e glucagon, que regulam os teores sanguíneos de glicose.

Tabela 12. Peso e porcentagem dos componentes não-carcaça de cordeiros Ile de France alimentados sem ou com inclusão de glicerina na dieta

Componente não-carcaça	Glicerina (% MS)			EPM	P Trat.	Efeito (P<0,05)	
	0	10	20			L	Q
Peso (kg)							
Esôfago	0,04	0,04	0,04	0,002	0,4565	0,225	0,897
Língua	0,07	0,07	0,07	0,004	0,7518	0,492	0,789
Sangue	1,17	1,18	1,29	0,088	0,6112	0,377	0,685
Pele	2,70	2,72	3,02	0,136	0,2222	0,124	0,425
AR + B	0,27	0,24	0,20	0,022	0,1253	0,048 ¹	0,827
Baço	0,06	0,06	0,06	0,005	0,9760	0,998	0,830
Fígado	0,63	0,59	0,60	0,029	0,5484	0,404	0,490
Coração	0,22	0,19	0,18	0,011	0,0561	0,024 ²	0,418
AR + T	0,69	0,73	0,60	0,021	0,0053	0,017	0,008 ³
Rins +G	0,19	0,17	0,16	0,016	0,4067	0,192	0,998
Cabeça	1,70	1,59	1,54	0,069	0,2702	0,120	0,776
Extr. membros	0,83	0,81	0,80	0,028	0,8566	0,589	0,972
Pâncreas	0,02	0,03	0,04	0,004	0,0333	0,012 ⁴	0,660
GM + GO	0,47	0,39	0,35	0,051	0,3184	0,151	0,710
TGI vazio	2,14	2,21	2,06	0,079	0,4136	0,476	0,267
Porcentagem em relação ao PCV (%)							
Esôfago	0,15	0,15	0,17	0,010	0,3779	0,178	0,857
Língua	0,28	0,28	0,27	0,015	0,8752	0,648	0,831
Sangue	4,44	4,51	5,00	0,351	0,4853	0,280	0,630
Pele	10,17	10,36	11,77	0,525	0,1159	0,060	0,363
AR + B	1,02	0,92	0,78	0,077	0,1383	0,054	0,846
Baço	0,21	0,21	0,21	0,017	0,9467	0,780	0,872
Fígado	2,38	2,24	2,32	0,101	0,6301	0,670	0,401
Coração	0,84	0,71	0,69	0,048	0,1093	0,053	0,405
AR + T	2,59	2,77	2,33	0,080	0,0120	0,047	0,012 ⁵
Rins +G	0,71	0,66	0,61	0,053	0,4477	0,217	0,978
Cabeça	6,42	6,07	5,97	0,213	0,3415	0,170	0,668
Extr. Membros	3,11	3,10	3,12	0,113	0,9883	0,956	0,890
Pâncreas	0,09	0,11	0,16	0,016	0,0310	0,011 ⁶	0,612
GM + GO	1,77	1,47	1,37	0,194	0,3648	0,182	0,688
TGI vazio	0,57	0,58	0,53	0,023	0,2891	0,249	0,277

EPM - erro padrão da média; P - probabilidade; L - linear; Q - quadrático; AR + B - aparelho reprodutor (pênis + testículo) + bexiga; AR + T - aparelho respiratório (pulmão + diafragma) + traqueia; Rins + G - rins + gordura perirrenal; Extr. membros - extremidade dos membros; GM + GO - gordura mesentérica + omental; TGI - trato gastrointestinal (estômago, intestinos delgado e grosso); ¹Y=0,27375-0,003525x (r²=0,9904); ²Y=0,216042-0,002188x (r²=0,9106); ³Y=0,685+0,01275x-0,00085x² (r²=1,0000); ⁴Y=0,0225+0,0009x (r²=0,9796); ⁵Y=2,59325+0,048362x-0,003069x² (r²=1,0000); ⁶Y=0,084792+0,003638x (r²=0,9736).

5. CONCLUSÕES

A glicerina demonstrou ser um eficiente alimento alternativo ao milho na dieta de cordeiros Ile de France em terminação. A utilização de dietas contendo cana-de-açúcar da variedade IAC 86-2480 associada a concentrados com inclusão de até 20% de glicerina proporcionou adequado desempenho aos cordeiros, sem prejudicar o consumo e a digestibilidade das dietas e as características quantitativas da carcaça desses animais, além de não apresentarem quaisquer sinais evidentes de toxicidade.

6. REFERÊNCIAS

ADA. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. **Diabetes Care**, New York, v. 33, suppl. 1, p. S62–S69, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2337/dc10-S062>>.

AEB. Anuário Estatístico do Brasil. **Seção 3 - Aspectos das atividades agropecuária e extração vegetal**: efetivos. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2013. v. 73, p. 203. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/20/aeb_2013.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2014.

ALMEIDA JÚNIOR, G. A.; COSTA, C.; MONTEIRO, A. L. G.; GARCIA, C. A.; MUNARI, D. P.; NERES, M. A. Qualidade da carne de cordeiros criados em *creep feeding* com silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 1039-1047, 2004.

ALVES, L. G. C.; OSÓRIO, J. C. S.; FERNANDES, A. R. M.; RICARDO, H. A.; CUNHA, C. M. Produção de carne ovina com foco no consumidor. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 2399-2415, 2014. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/AGRARIAS/producao%20de%20carne.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2014.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **O biodiesel obrigatório**. 2012. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=46827&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1332436377294>>. Acesso em: 22 mar. 2013.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16. ed. Arlington, 1995. 1011 p.

BANKS, W. A.; OWEN, J. B.; ERICKSON, M. A. Insulin in the brain: there and back again. **Pharmacology & Therapeutics**, Oxford, v. 136, n. 1, p. 82-93, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.pharmthera.2012.07.006>>.

BARROS, M. C. C. **Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados**. 2012. 81 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2012.

BATISTA, A. M. V. Degradação ruminal e síntese de proteína microbiana no rúmen de ovinos. In: SILVA SOBRINHO, A. G.; BATISTA, A. M. V.; SIQUEIRA, E. R.; ORTOLANI, E. L.; SUSIN, I.; SILVA, J. F. C.; TEIXEIRA, J. C. BORBA, M. F. S. **Nutrição de ovinos**. Jaboticabal: Funep, 1996. p. 69-80.

BENGTSSON, O.; HOLMQVIST, O. By-products from slaughtering: a short review. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v. 64, n. 3, p. 334-348, 1984.
BIODIESELBR.COM. **Biodiesel**. Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel.htm>>. Acesso em: 05 jun. 2014.

BLÜMMEL, M.; ØRSKOV, E. R. Comparison of "*in vitro*" gas production and nylon degradability of roughage in predicting feed intake in cattle. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 40, n. 2-3, p. 109-119, 1993. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401\(93\)90150-I](http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401(93)90150-I)>.

BOTTINI FILHO, F. D. E. **Glicerina bruta na alimentação de cordeiros pantaneiros confinados**. 2012. 35 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2012. Disponível em: <<http://www.ufgd.edu.br/fca/mestrado-zootecnia/dissertacoes>>. Acesso em: 06 ago. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 23 mar. 2013.

BUENO, M. S.; CUNHA, E. A.; SANTOS, L. E.; RODA, D. S.; LEINZ, F. F. Características de carcaças de cordeiros Suffolk abatidos em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1803-1810, 2000.

BUENO, I. C. S.; VITTI, D. M. S. S.; LOUVANDINI, H.; ABDALLA, A. L. A new approach for in vitro bioassay to measure tannin biological effects based on a gas production technique. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 141, n. 1-2, p. 153-170, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.04.011>>.

CABRAL, L. S.; SANTOS, J. W.; ZERVOUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L.; ABREU, J. G.; REVERDITO, R.; PEREIRA, G. A. C. Consumo e conversão alimentar em ovinos confinados. In: CONGRESSO ZOOTEC, 2007, Londrina. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/artigos-cientificos/nutricao-ruminantes/3500-Consumo-converso-alimentar-ovinos-confinados.html>>. Acesso em: 23 mar. 2013.

CALDEIRA, R. M. Monitorização da adequação do plano alimentar e do estado nutricional em ovelhas. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 100, n. 555-556, p. 125-139, 2005. Disponível em: <http://www.fmv.utl.pt/spcv/PDF/pdf6_2005/100_125-139.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2014.

CAMPOS, B. M.; BAGALDO, A. R.; SANTOS, F. J. O.; ROCHA, N. B.; NUNES, H. F. P. Digestibilidade de nutrientes em ovinos alimentados com glicerol oriundo da produção de biodiesel. In: REUNIÃO REGIONAL DA SBPC NO RECÔNCAVO DA BAHIA, 2010, Cruz das Almas. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<http://www.sbpcnet.org.br/livro/reconcavo/resumos/468.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2014.

CARDOSO, R. C.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CECOM, P. R.; COSTA, M. A. L.; OLIVEIRA, R. V. Consumo e digestibilidade aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 830-833, 2000.

CÉZAR, M. F. **Características de carcaça e adaptabilidade fisiológica de ovinos durante a fase de cria**. 2004. 99 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2004. Disponível em: <<http://www.cca.ufpb.br/ppgz/www/files/teses2004/MarcilioFontesCezar-04.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2014.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. Uberaba, MG: Editora Agropecuária Tropical, 2007. v. 1.

COLOMER-ROCHER, F.; DELFA, R.; SIERRA, I. Método normalizado para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales ovinas producidas en el area mediterranea, segun los sistemas de produccion. In: COLOMER-ROCHER, F.; MORAND-FEHR, P.; KIRTON, A. H.; DELFA, R.; SIERRA, I. **Método normalizado para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas**. Madrid: INIA, 1988. v. 17, p. 19-41. Disponível em: <http://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/1424/1/10532-1411_1.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2013.

CONTRERAS, P. A.; WITTEWER, F.; BÖHMWALD, H. Uso dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional dos ovinos. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J.; PATIÑO, H. O.; RIBEIRO, L. A. (Ed.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p. 75-88. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/perfil%20nutricional%20ruminantes.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2014.

CORDÃO, M. A.; CÉZAR, M. F.; SILVA, L. S.; BANDEIRA, P. A. V.; MORAES, F. F. A. Acabamento de carcaça de ovinos e caprinos - revisão bibliográfica. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 8, n. 2, p. 16-23, 2012. Disponível em: <<http://150.165.111.246/ojs-patos/index.php/ACSA/article/viewFile/196/pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2015.

COSTA, J. C. C. **Produção de carne em ovinos de quatro genótipos em campo nativo**. 1998. 95 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1998.

COSTA, R. G.; MEDEIROS, A. N.; MADRUGA, M. S.; SANTA CRUZ, S. E. S. B.; MELO, L. S. Rendimento de vísceras para “buchada” em caprinos Saanen alimentados com diferentes níveis de volumoso e concentrado. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/73480/1/RAC-Sincorte2-SP308.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2014.

DETMANN, E.; QUEIROZ, A. C.; CECON, P. R.; ZERVOUDAKIS, J. T.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; CABRAL, L. S.; LANA, R. P. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 2, n. 6, p. 1763-1777, 2003.

DONKIN, S. S. Glycerol from biodiesel production: The new corn for dairy cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, supl., p. 280-286, 2008.

DONKIN, S. S.; DOANE, P. Glycerol as a feed ingredient in dairy rations. In: TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 2007, Ft. Wayne. **Proceedings...** Ft. Wayne: The Ohio State University, Michigan State University, 2007. p. 97-103. Disponível em: <<http://tristatedairy.osu.edu/Proceedings%202007/Donkin%20paper.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2014.

EL-NOR, S. A.; ABUGHAZALEH, A. A.; POTU, R. B.; HASTINGS, D.; KHATTAB, M. S. A. Effects of differing levels of glycerol on rumen fermentation and bacteria. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 162, n. 3-4, p. 99-105, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.09.012>>.

ESPEJO, M.; COLOMER-ROCHER, F. The effects of sex and slaughter weight on the efficiency of feed in fattening lambs of Rasa Aragonesa breed. In: CONGRESSO MUNDIAL DE NUTRITIO ANIMAL, 1972, Madrid. **Anais...** p. 352-363.

ESTEVINHO, B. M. A. N. **Tecnologias alternativas para remoção de clorofenóis em matrizes aquosas**. 2005. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2005. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10216/12589>>. Acesso em: 17 abr. 2013.

EZEQUIEL, J. M. B.; SAMPAIO, A. A. M.; OLIVEIRA, M. D. S. Efeito do período de coleta sobre a digestibilidade de alguns nutrientes, em ensaios com ovinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 261-269, 1995.

FAHEY, Jr. G. C.; BERGER, L. L. Carbohydrate nutrition of ruminants. In: CHURCH, D. C. (ed.). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall, 1988. p. 269-297.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Production**. Roma, 2013. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/*/E>. Acesso em: 18 abr. 2013.

FAPESP. Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo. **Na rota dos biocombustíveis para aviões**. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://agencia.fapesp.br/15303>>. Acesso em: 22 mar. 2013.

FDA. Food and Drug Administration. Code of Federal Regulations Food and Drug Administration Department of Health and Human Services. **Animal drugs, feeds and related products**. 2006. chapt. 1, subchapt. E, tit. 21, p. 582-1320. Disponível em: <<http://www.law.cornell.edu/cfr/text/21/chapter-I/subchapter-E>>. Acesso em: 22 mar. 2013.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: sistema de análise de variância para dados balanceados. Versão 5.3. Lavras: DEX/UFLA, 2010.

FERREIRA, M. A., VALADARES FILHO, S. C., SILVA, J. F. C., PAULINO, M. F., VALADARES, R. F. D., CECON, P. R., MUNIZ, E. B. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 352-360, 1998.

FRANÇA, A. F. S.; MELLO, S. Q. S.; ROSA, B.; BORJAS, A. R.; MUNDIM, S. P.; MAGALHÃES, M. R. F.; MATOS, T. R. A.; REIS, J. G. Avaliação do potencial produtivo e das características químico-bromatológicas de nove variedades de cana-de-açúcar irrigada. **Livestock Research for Rural Development**, Cali, v. 17, n. 1, 2005. Disponível em: <<http://www.lrrd.org/lrrd17/1/souz17007.htm>>. Acesso em: 27 mar. 2013.

FRASER, A.; STAMP, J. T. **Ganado ovino: producción y enfermedades**. Madrid: Mundi-Prensa, 1989. 358 p.

FRIESEN K. G.; NELSEN, J. L.; GOODBAND, R. D.; TOKACH, M. D.; UNRUH, J. A.; KROPF, D. H.; KERR, B. J. The effect of dietary lysine on growth, carcass composition and lipid metabolism in highlean growth gilts fed from 72 to 136 kg. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 11, p. 3392-3401, 1995.

GASTALDI, K. A.; SILVA SOBRINHO, A. G.; GARCIA, C. A.; MACHADO, M. R. F. Influência de diferentes relações volumoso:concentrado e pesos de abate de cordeiros confinados. 3. Componentes do peso vivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p. 653-656.

GENTIL, R. S.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L. G.; MENDES, C. Q.; MOURÃO, G. B. Digestibilidade aparente de dietas contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivo químico ou microbiano para cordeiros. **Acta Scientiarum: Animal Science**, Maringa, v. 29, n. 1, p. 63-69, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v29i1.260>>.

GIANLORENÇO, V. K. **Produção de carne ovina pode ser mais rentável que bovina**. São Paulo: SEBRAE, 2013. Disponível em: <<http://www.sebraesp.com.br/index.php/165-produtos-online/administracao/publicacoes/artigos/8030-producao-de-carne-ovina-pode-ser-mais-rentavel-que-bovina>>. Acesso em: 31 jul. 2014.

GOMES, M. A. B.; MORAES, G. V.; MATAVELI, M.; MACEDO, F. A. F.; CARNEIRO, T. C.; ROSSI, R. M. Performance and carcass characteristics of lambs fed on diets supplemented with glycerin from biodiesel production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 10, p. 2211-2219, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011001000022>>.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: GONZÁLEZ, F. H. D. (Ed.). **Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluidos corporais (sangue, leite, urina)**. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS, 2002. p. 73-89. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13177/000386508.pdf?...>>. Acesso em: 05 ago. 2014.

GUNN, P. J.; SCHULTZ, A. F.; VAN EMON, M. L.; NEARY, M. K.; LEMENAGER, R. P.; RUSK, C. P.; LAKE, S. L. Effects of elevated crude glycerin concentrations on feedlot performance, carcass characteristics and serum metabolite and hormone concentrations in finishing ewe and wether lambs. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 26, n. 3, p. 298-306, 2010. Disponível em: <<http://pas.fass.org/content/26/3/298.full.pdf+html>>. Acesso em: 15 abr. 2013.

ICMSF. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. **APPCC na qualidade e segurança microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997. 377 p

IDF. International Diabetes Federation. **Diabetes atlas**. 5th. ed. Brussels: International Diabetes Federation, 2012.

INCA. Instituto Nacional de Câncer. **Formol ou formaldeído**. Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/conteudo_view.asp?ID=795>. Acesso em: 25 mar. 2013.

IUPAC. International Union of Pure and Applied Chemistry. **A guide to IUPAC nomenclature of organic compounds, recommendations 1993**. North Carolina, 1993.

JARRIGE, R. **Alimentação dos bovinos, ovinos e caprinos**. Mem Martins: Europa-América, 1988. 460 p.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUM, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6. ed. New York: Academic Press, 2008. 916 p.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2011. 3 ed. 216p.

KREHBIEL, C. R. Ruminal and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, suppl., p. 392, 2008.

KRISTENSEN, N. B.; RAUN B. M. L. Ruminal fermentation, portal absorption, and hepatic metabolism of glycerol infused into the rumen of lactating dairy cows. In: ORTIGUES- MARTY, I.; MIRAUX, N.; BRAND-WILLIAMS, W. (Ed.). **Energy and protein metabolism and nutrition**. Vichy: Academic Publishers, 2007. p. 355-356. (EAAP Publication, 124).

KRUEGER, N. A.; ANDERSON, R. C.; TEDESCHI, L. O.; CALLAWAY, T. R.; EDRINGTON, T. S.; NISBET, D. J. Evaluation of feeding glycerol on free-fatty acid production and fermentation kinetics of mixed ruminal microbes *in vitro*. **Bioresource Technology**, Essex, v. 101, n. 21, p. 8469-8472, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2010.06.010>>.

LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L. G. R.; MONNERAT, J. P. I. S.; DUARTE, M. S.; BENEDETI, P. D. B.; VALADARES FILHO, S. C. Glicerina bruta na alimentação de cordeiros em confinamento e seus efeitos sobre o peso e rendimento de cortes comerciais da carcaça. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 19., 2009, Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Águas de Lindóia, SP: Associação Brasileira de Zootecnia, 2009. 1 CD-ROM.

LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L. G. R.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, A. S.; DETMANN, E.; SOUZA, N. K. P.; LIMA, J. C. M. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 9, p. 1012-1020, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v45n9/a11v45n9.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2013.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; RODRIGUES, A. A.; CRUZ, G. M.; BATISTA, L. A. R.; FIGUEIREDO, P.; SILVA, M. A.; BIDOIA, M. A. P.; ROSSETO, R.; MARTINS, A. L.; GALLO, P. B.; KANTHACK, R. A. D.; CAVICHIOLI, J. C.; VASCONCELOS, A. C. M.; XAVIER, M. A. **A variedade IAC 86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal**. Campinas: IAC, 2002. 36 p. (Boletim Técnico IAC 193, Série Tecnologia APTA).

LARINI, L. Compostos voláteis. In: _____. **Toxicologia**. 3. ed. São Paulo: Manole, 1997. cap. 4, p. 83.

LEE, S. Y.; LEE, S. M.; CHO, Y. B.; KAM, D. K.; LEE, S. C.; KIM, C. H.; SEO, S. Glycerol as a feed supplement for ruminants: In vitro fermentation characteristics and methane production. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 166-167, p. 269-274, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.070>>.

LEUNG, D. Y. C.; WU, X.; LEUNG, M. K. H. A review on biodiesel production using catalyzed transesterification. **Applied Energy**, v. 87, n. 4, p. 1083-1095, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.10.006>>.

LIMA, N. L. L.; SILVA SOBRINHO, A. G.; ALMEIDA, F. A.; ENDO, V.; ZEOLA, N. M. B. L.; ALMEIDA, A. K.; SAMPAIO, A. A. M. Quantitative and qualitative characteristics of the non-carcass components and the meat of lambs fed sunflower seeds and vitamin E. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 42, n. 1, p. 51-60, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982013000100008>>.

LIU, H. J. **Volatile fatty acid and formic acid metabolism in sheep**. 1990. 158 p. Thesis (Masters in Agricultural Science), University of Adelaide, South Australia, 1990. Disponível em: <<https://library.adelaide.edu.au/theses/09A/09a1783.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2014.

LUCCI, C. S. Nitrogênio e metabolismo. In: _____. **Nutrição e manejo de bovinos leiteiros**. São Paulo: Manole, 1997. cap. 2, p. 19-41.

MACEDO, F. A. F. **Desempenho e características de carcaça de cordeiros Corriedale e mestiços Bergamácia x Corriedale e Hampshire Down x Corriedale, terminados em pastagem e confinamento**. 1998. 72 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

MACEDO, F. A. F.; SIQUEIRA, E. R.; MARTINS, E. N.; MACEDO, R. M. G. Qualidade de carcaça de cordeiros Corriedale, Bergamácia x Corriedale e Hampshire Down x Corriedale, terminados em pastagem ou confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1520-1527, 2000.

MACEDO, F. A. F.; SIQUEIRA, E. R.; MARTINS, E. L.; MACEDO, F. G.; MACEDO, V. P.; YAMAMOTO, S. M. Características quantitativas das carcaças de cordeiros Corriedale, Bergamácia-Corriedale e Hampshire Down-Corriedale, terminados em pastagem ou em confinamento. **Acta Scientiarum: Animal Science**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 339-344, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v28i3.51>>.

MALDONADO, F.; QUEIROZ, A. C.; ALLEONI, G. F. Características de carcaça de bovinos de três grupos genéticos terminados em confinamento e abatidos em três categorias de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.

MANZI, G. M. **Desempenho e características quantitativas in vivo e da carcaça de cordeiros alimentados com cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol e vitamina E**. 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.

MAURICIO, R. M.; MOULD, F. L.; DHANOA, M. S.; OWEN, E.; CHANNA, K. S.; THEODOROU, M. K. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 79, n. 4, p. 321-330, 1999. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401\(99\)00033-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401(99)00033-4)>.

MENKE, K. H., STEINGASS, H. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. **Animal Research and Development**, Tubingen, v. 28, n. 1, p. 7-55, 1988.

MENTEN, J. F. M.; MIYADA, V. S.; BERENCHTEIN, B. **Glicerol na alimentação animal**. Avi Site, 2009. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/cet/img/20090313_glicerol.pdf>. Acesso em: 15 maio 2013.

MERTENS, D. R. Using neutral detergent fibre to formulate dairy ration and estimative the net energy content of feeds. In: CORNELL NUTRIENT CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES, 1983, Syracuse. **Proceedings...** p. 60-68.

MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; PEREIRA, E. S.; PINTO, A. P.; FRANCO, A. L. C.; SYPERRECK, M. A.; DÓREA, J. R. R.; CUNHA, G. E.; CAPELARI, M. G. M.; MUNIZ, E. B. Cinética de fermentação ruminal *in vitro* de alguns co-produtos gerados na cadeia produtiva do biodiesel pela técnica de produção de gás. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, supl. 1, p. 2021-2028, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n4Sup1p2021>>.

MONTEIRO, E. M. Biossegurança da carne ovina. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE OVINOCULTURA, 1., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 49-62.

MONTEIRO JÚNIOR, L. A. **Avaliação das técnicas de insensibilização de ovinos abatidos na região de Botucatu**. 2000. 166 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

MORENO, G. M. B. **Desempenho e características quantitativas *in vivo* e da carcaça de cordeiros recebendo dietas contendo silagem de milho ou cana-de-açúcar em dois níveis de concentrado**. 2008. 106 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

MORENO, G. M. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; LEÃO, A. G.; LOUREIRO, C. M. B.; PEREZ, H. L.; ROSSI, R. C. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 853-860, 2010a.

MORENO, G. M. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; LEÃO, A. G.; LOUREIRO, C. M. B.; PEREZ, H. L. Rendimentos de carcaça, composição tecidual e musculabilidade da perna de cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar em dois níveis de concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 3, p. 686-695, 2010b.

MURTA, R. M.; CHAVES, M. A.; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; SILVA, F. F.; ROCHA NETO, A. L.; EUSTÁQUIO FILHO, A.; SANTOS, P. E. F. Desempenho e digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo bagaço de cana-de-açúcar tratado com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 6, p. 1325-1332, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000600022>>.

MUSSELMAN, A. F.; VAN EMON, M. L.; GUNN, P. J.; RUSK, C. P.; NEARY, M. K.; LEMENAGER, R. P.; LAKE, S. L. Effects of crude glycerin on feedlot performance and carcass characteristics of market lambs. **Proceedings...** Western Section, American Society of Animal Sciences, v. 59, 2008.

NEUMARK, H. On the areas of the stomach of sheep that are sensitive to formic acid and histamine. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 69, n. 2, p. 297-303, 1967. Disponível em: <http://journals.cambridge.org/article_S0021859600018724>. Acesso em: 26 ago. 2014.

NRC. National Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and a new word camelids**. Committee on Nutrition Requirements of Small Ruminants, Board on Agriculture and Natural Resources, Division on Earth and Life Studies, National Research Council of the National Academies. Washington: National Academies Press, 2007. 362 p.

OLIVEIRA, N. M.; OSÓRIO, J. C. S.; VILLARROEL, A. S.; OJEDA, D. B.; BORBA, M. F. S. Produção de carne em ovinos de cinco genótipos: Estimativas de qualidade e peso de carcaça através do peso vivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 4, p. 537-724, 1998. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84781998000400021>>.

OLIVEIRA, A. S.; OLIVEIRA, M. R. C.; SOUZA, J. G.; GABRIEL, J. A.; ALESSI, K. C.; SOUZA, M. C.; SCHWAMBACH, T. I. **Perspectiva da utilização dos co-produtos do biodiesel na produção de bovinos de corte**. Amazônia Phos, 2011. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/110346269/Perspectiva-da-Utilizacao-dos-Co-produtos-do-Biodiesel-na-Producao-de-Bovinos-de-Corte-Amazonia-Phos>>. Acesso em: 21 jul. 2014.

OSÓRIO, J. C. S. **Estudio de la calidad de canales comercializadas em el tipo ternasco segun la procedencia**: bases para la mejora de dicha calidad em Brasil. 1992. 335 f. Tese (Doutorado em Veterinaria) – Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 1992.

OSÓRIO, J. C. S. Sistemas de avaliação de carcaças no Brasil. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE OVINOCULTURA, 1., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 49-62.

OSÓRIO, J. C. S. e OSÓRIO, M. T. M. **Produção de carne ovina: técnicas de avaliação *in vivo* e na carcaça**. 2. ed. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, UFPEL, 2005. 83 p.

OSÓRIO, J. C. S.; SIERRA, I.; SAÑUDO, C.; GUERREIRO, J. L.; JARDIM, P. O. Componentes do peso vivo em cordeiros e borregos Polwarth e cruzas Texel Polwarth. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 139-143, 1995a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84781995000100026>>.

OSÓRIO, J. C. S.; SIERRA I.; SAÑUDO C.; GUERREIRO, J. L.; JARDIM, P. O. **Estudio de la calidad de canales comercializadas en el tipo ternasco según la procedencia**. Zaragoza: Universidad de Zaragoza, 1995b.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; JARDIM, P. O. C.; PIMENTEL, M. A.; POUEY, J. L. O.; LÜDER, W. E.; CARDELLINO, R. A.; OLIVEIRA, N. M.; GULARTE, M. A.; BORBA, M. F.; MOTTA, L.; ESTEVES, R.; MONTEIRO, E.; ZAMBIAZI, R. **Métodos para avaliação da produção de carne ovina: *in vivo*, na carcaça e na carne**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, UFPEL, 1998a. 107p.

OSÓRIO, J. C. S.; ASTIZ, C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; ALFRANCA, I. S. **Produção de carne ovina: alternativa para o Rio Grande do Sul**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, UFPEL, 1998b. 166 p.

PARDI, M. C.; SANTOS, J. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. Conservação da carne pelo frio artificial. In: _____. Ciência, higiene e tecnologia da carne. UFG; Goiânia. p. 547-559, 2001.

PASCHOALOTO, J. R. **Glicerina associada a volumosos na dieta de bovinos**. 2012. 43 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.

PILAR, R. C.; PÉREZ, J. R. O.; SANTOS, C. L.; PEDREIRA, B. C. **Considerações sobre produção de cordeiros**. Lavras: UFLA, 2002. 24 p. (Boletim Técnico Agropecuário, 53). Disponível em: <<http://editora.ufla.br/upload/boletim/tecnico/boletim-tecnico-53.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2014.

PILAR, R. C.; PÉREZ, J. R. O.; TEIXEIRA, J. C.; MUNIZ, J. A. Desempenho de cordeiros merino australiano e cruza ile de france x merino australiano. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. esp., p. 1652-1661, 2003. Disponível em: <<http://www.editora.ufla.br/index.php/revistas/ciencia-e-agrotecnologia/artigos-publicados/10-volumes-revista/16-volume-27-numero-e>>. Acesso em: 15 ago. 2014.

PINHEIRO, R. S. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; ANDRADE, E. M. Características quantitativas da carcaça de ovinos de diferentes categorias. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, n.4, p. 939-948, 2009.

PINTO, A. C.; GUARIEIRO, L. L. N.; REZENDE, M. J. C.; RIBEIRO, N. M.; TORRES, E. A.; LOPES, W. A.; PEREIRA, P. A. P.; ANDRADE, J. B. Biodiesel: An overview. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 16, n. 66, p. 1313-1330, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/50103-50532005000800003>>.

PIRES, C. C.; SILVA, L. F.; SCHILCK, F. E.; GUERRA, D. P.; BISCAINO, G.; CARNEIRO, R. M. Características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 2058-2065, 2006.

POL, A.; DEMEYER, D. I. Fermentation of methanol in the sheep rumen. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 54, n. 3, p. 832-834, 1988. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC202551/>>. Acesso em: 07 mar. 2014.

RAY, E. E.; KROMAN, R. P. Effects of sex, age of lamb and length of feeding upon energy metabolism and carcass traits of lamb. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 32, n. 4, p. 721-725, 1971. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/32/4/721.abstract>>. Acesso em: 05 ago. 2014.

REECE, W. O. Endocrinologia, reprodução e lactação. In: _____. (Ed.) **DUKES: fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. sec. 5, cap. 37, p. 611-613.

REIS, R. A.; MORAIS, J. A. S.; SIQUEIRA, G. R. Aditivos alternativos para a alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL (CLANA), 2., 2006, São Paulo. **Anais...** Disponível em: <http://www.unb.br/posgraduacao/stricto_sensu/editais/12008/artigos_cienciasanimais_1_2008/ADITIVOS%20ALTERNATIVOS%20PARA%20A%20ALIMENTA%C3%87%C3%83O%20DE.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2014.

RÉMOND, B., SOUDAY, E., JOUANY, J. P. In vitro and in vivo fermentation of glycerol by rumen microbes. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 41, n. 2, p. 121-132, 1993. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401\(93\)90118-4](http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401(93)90118-4)>.

ROSA, G. T.; SIQUEIRA, E. R.; GALLO, S. B.; MORAES, S. S. S. Determinação da área de olho de lombo e espessura de gordura de cobertura de cordeiros abatidos aos 30 kg de peso vivo através de ultra-sonografia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. 1 CD-ROM.

SÁ, J. L.; OTTO DE SÁ, C. Carcaças e carnes ovinas de alta qualidade: revisão. **CRISA** - Desenvolvimento em Pecuária Ovina. 2001. Disponível em: <http://www.crisa.vet.br/publi_2001/carcaca.htm>. Acesso em: 18 de fev. 2015.

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.

SANTELLO, G. A.; MACEDO, F. A. F.; MEXIA A. A.; SAKAGUTI, E. S.; DIAS, F. J.; PEREIRA, M. F. Características de carcaça e análise do custo de sistemas de produção de cordeiras $\frac{1}{2}$ Dorset Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, supl. 0, p. 1852-1859, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000600037>>.

SANTOS, C. L. **Estudo do desempenho, das características da carcaça e do crescimento alométrico de cordeiros das raças Santa Inês e Bergamácia**. 1999. 143 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

SANTOS, P. P. **Uso de glicerina bruta e farelo de algodão na alimentação de ovinos**. 2013. 66 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

SANTOS, F. A. P.; PEDROSO, A. M. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.) **Nutrição de ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2011. cap. 9, p. 265-297.

SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K. H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in Diets for ruminants. In: INTERNATIONAL RAPESEED CONGRESS, 10, 1999, Canberra, Austrália. **Proceedings...** Canberra, Austrália: The Regional Institute, 1999. Disponível em: <<http://regional.org.au/au/gcirc/1/241.htm>>. Acesso em: 02 abr. 2013.

SILVA, C. L. S. **Glicerina proveniente da produção de biodiesel como ingrediente de ração para frangos de corte**. 2010. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-08022011-155718/pt-br.php>>. Acesso em: 02 abr. 2013.

SILVA, T. M.; OLIVEIRA, M. D. S.; SAMPAIO, A. A. M.; ANDRADE, A. T.; BARBOSA, J. C.; FERNANDES, A. R. M.; CALDEIRÃO, E.; RIBEIRO, G. M.; FAZOLO, B. Efeito da hidrólise de diferentes variedades de cana-de-açúcar sobre a digestibilidade ruminal *in vitro*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. 1 CD-ROM.

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...** Brasília: SBZ, 2001. p. 425-446.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos**. 3 ed. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 149-192.

SILVA SOBRINHO, A. G.; OSÓRIO, J. C. S. Aspectos quantitativos da produção de carne ovina. In: SILVA SOBRINHO, A. G.; SAÑUDO, C.; OSÓRIO, J. C. S.; ARRIBAS, A. D. M. C.; OSÓRIO, M. T. M. **Produção de carne ovina**. Jaboticabal: Funep, 2008. p.1-68.

SILVA SOBRINHO, A. G.; SILVA, A. M. A. Produção de carne ovina. **Revista Nacional da carne**, São Paulo, v. 24, n. 285, p. 32-44, 2000.

SILVA SOBRINHO, A. G.; KADIM, I. T.; PURCHAS, R. W. Effect of genotypes and age on carcass and meat quality characteristics of RAM lambs. **Agricultural and Marine Sciences**, Sultanate of Oman, v. 8, n. 2, p. 73-78, 2003.

SIQUEIRA, E. R. Confinamento de Ovinos. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE OVINOCULTURA E ENCONTRO INTERNACIONAL DE OVINOCULTURA, 5., 1999, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 1999. p. 52-59.

SIQUEIRA, E. R. Sistemas de confinamento de ovinos para corte do sudeste do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, SINCORTE, 1., 2000, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA, 2000. p. 107-126.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets. II Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/70/11/3562.full.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2013.

SNIFFEN, C. J.; BEVERLY, R. W.; MOONEY, C. S.; ROE, M. B.; SKIDMORE, A. L.; BLACK, J. R. Nutrient requirement versus supply in dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 10, p. 3160-3178, 1993. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77655-9](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77655-9)>.

STORCK BIODIESEL. **Biodiesel**. Curitiba, 2014. Disponível em: <http://www.storck.com.br/site_biodiesel/index3.htm>. Acesso em: 05 jun. 2014.

SÜDEKUM, K. H. Co-products from biodiesel production. In: GARNSWORTHY, P.C.; WISEMAN, J. (Ed.). **Recent advances in animal nutrition**. Nottingham: Nottingham University Press, 2008. p. 210-219.

SUSIN, I. Confinamento de cordeiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Brasília: SBZ, 2001. p. 454-467.

SUSIN, I.; ROCHA, M. H. M.; PIRES, A. V. Efeito do uso de bagaço de cana-de-açúcar *in natura* ou hidrolisado sobre o desempenho de cordeiros confinados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ, 2000.

TEIXEIRA, J. C. Minimização das perdas de nitrogênio em ovinos. In: SILVA SOBRINHO, A. G.; BATISTA, A. M. V.; SIQUEIRA, E. R.; ORTOLANI, E. L.; SUSIN, I.; SILVA, J. F. C.; TEIXEIRA, J. C. BORBA, M. F. S. **Nutrição de ovinos**. Jaboticabal: Funep, 1996. p. 81-117.

TERRÉ, M.; NUDDA, A.; CASADO, P.; BACH, A. The use of glycerine in rations for light lamb during the fattening period. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 164, n. 3, p. 262-267, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.12.008>>.

THOMPSON, J. C.; HE, B. B. Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstocks. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 22, n. 2, p. 261-265, 2006. Disponível em: <<http://www.webpages.uidaho.edu/~bhe/pdfs/Glycerol.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VILELA, H. **Cana forrageira c.v. IAC 86-2480**. Portal Agronomia, 2014. Disponível em: <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_cana_forrageira.htm>. Acesso em: 10 jun. 2014.

VITO, S. E. **Glicerina bruta na alimentação de vacas leiteiras**. 2010. 31 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

WASCHECK, R. C.; REZENDE, P. L. P.; MOREIRA, P. C.; REIS, R. B.; ROSA, S. R. A.; MENDONÇA, A. C. Degradabilidade e produção de gases *in vitro* de fontes energéticas alternativas na alimentação de ruminantes. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 425-430, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i4.8835>>.

WESSEL, I. Comercialização de cortes especiais de carne caprina e ovina. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, SINCORTE, 1., 2000, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA, 2000. p. 261-265.

XIMENES, L. J. F.; MARTINS, G. A.; MORAIS, O. R. **Ciência e tecnologia na pecuária de caprinos e ovinos**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2010. p. 732.

YÁÑEZ, E. A.; RESENDE, K. T.; FERREIRA, A. C. D.; PEREIRA FILHO, J. M.; MEDEIROS, A. N.; TEIXEIRA, I. A. M. A. Relative development of tissues, commercial meat cuts and live weight components in Saanen goats. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 366-373, 2009.

ZANETTE, P. M.; NEUMANN, M. Confinamento como ferramenta para incremento na produção e na qualidade da carne de ovinos. **Ambiência**, Guarapuava, v. 8, n. 2, p. 415-426, 2012. Disponível em: <<http://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/890>>. Acesso em: 06 mar. 2014.

ZEN, S.; SANTOS, M. C.; MONTEIRO, C. M. **Evolução da caprino e ovinocultura**. Ativos da pecuária de caprino e ovinocultura. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil - CNA, v. 1, n. 1, 2014. Disponível em: <http://www.canaldo produtor.com.br/sites/default/files/ativos_ovcapr_01_0.pdf>. Acesso em: 12 set. 2014.

ZEOLA, N. M. B. L.; SILVA SOBRINHO, A. G.; MANZI, G. M. Desempenho e características da carcaça de cordeiros submetidos aos modelos de produção orgânico e convencional. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 1, p. 180-187, 2011.

7. IMPLICAÇÕES

De modo geral, os cordeiros alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar associadas à concentrados com inclusão de até 20% de glicerina, tiveram redução de 10% no consumo de MS, redução de 16% no ganho médio de peso diário e redução de apenas 5% no peso de carcaça quente e fria. Estes dados indicam que os cordeiros alimentados com maior teor de glicerina foram mais eficientes, com maior ganho em músculos, resultando em melhor eficiência produtiva. A mudança no perfil fermentativo ruminal e redução na produção de gases *in vitro* podem contribuir para a melhor eficiência dos cordeiros alimentados com dietas contendo glicerina.

Assim sendo, a glicerina proveniente da produção do biodiesel pode ser utilizada na alimentação de ovinos devido às suas características nutricionais que proporcionam alta densidade energética, substituindo os carboidratos rapidamente fermentescíveis, como o amido presente no milho.

A escolha dos alimentos que serão utilizados na terminação de cordeiros em confinamento, assim como suas proporções na dieta, devem considerar aspectos técnicos, nutricionais e, principalmente, econômicos. Portanto, faz-se necessário primar pela qualidade dos alimentos que serão utilizados, levando-se em conta o custo dos ingredientes, para que a substituição resulte em maiores ganhos de carcaça a menores custos de produção, sendo que a substituição do milho pela glicerina pode ser uma alternativa economicamente viável, uma vez que em algumas épocas do ano, o milho pode ter preços exacerbados.

Os resultados obtidos, juntamente com outras pesquisas nessa área, contribuirão para o aproveitamento deste alimento alternativo na produção de ovinos, proporcionando carcaças de qualidade e tornando a atividade mais competitiva.