

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

**MILHO, AMIDO OU CAROÇO DE ALGODÃO
ASSOCIADOS A GLICERINA BRUTA EM DIETAS PARA
OVINOS**

Henrique Leal Perez

Zootecnista

2015

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

**MILHO, AMIDO OU CAROÇO DE ALGODÃO
ASSOCIADOS A GLICERINA BRUTA EM DIETAS PARA
OVINOS**

Henrique Leal Perez

Orientadora: Profa. Dra. Jane Maria Bertocco Ezequiel

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia (Produção Animal)

2015

P438m Perez, Henrique Leal
Milho, amido ou caroço de algodão associados a glicerina bruta em dietas para ovinos / Henrique Leal Perez. -- Jaboticabal, 2015
vi, 87 p. : il ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015

Orientadora: Jane Maria Bertocco Ezequiel

Banca examinadora: André Gustavo Leão, Antônio Carlos Homem Junior, Márcia Helena Machado da Rocha Fernandes, Eric Haydt Castello Branco Van Cleef

Bibliografia

1. Cordeiro. 2. Desempenho. 3. Consumo. 4. Digestibilidade. 5. Carcaça. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.3:636.087.2

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


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


TÍTULO: “MILHO, AMIDO OU CAROÇO DE ALGODÃO ASSOCIADOS A GLICERINA BRUTA EM DIETAS PARA OVINOS”

AUTOR: HENRIQUE LEAL PEREZ

ORIENTADORA: Profa. Dra. JANE MARIA BERTOCCO EZEQUIEL

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA , pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. JANE MARIA BERTOCCO EZEQUIEL
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. ANDRÉ GUSTAVO LEÃO
Universidade Federal de Mato Grosso / Rondonópolis/MT


Prof. Dr. ANTÔNIO CARLOS HOMEM JUNIOR
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga / Taquaritinga/SP


Profa. Dra. MÁRCIA HELENA MACHADO DA ROCHA FERNANDES
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. ERIC HAYDT CASTELLO BRANCO VAN CLEEF
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 14 de agosto de 2015.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

HENRIQUE LEAL PEREZ - nasceu em 22 de setembro de 1978, na cidade de Santo André – SP. Em 1994, ingressou no Colégio Técnico Agrícola “José Bonifácio” da Unesp de Jaboticabal, SP, concluindo o Curso Técnico em Agropecuária em dezembro de 1996. Trabalhou com lavoura de plantas ornamentais no período de janeiro de 1997 a junho de 1998 na cidade de Atibaia - SP. Em agosto de 1998, ingressou na Universidade São Marcos, em São Paulo, SP, onde graduou-se em Zootecnia em junho de 2005. Em março de 2006, iniciou o Curso de Mestrado sob a orientação do Prof. Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho, no programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Produção Animal) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Unesp, Campus de Jaboticabal, SP, defendendo dissertação em julho de 2008, em que foi bolsista pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). De agosto de 2008 a julho de 2009 foi consultor técnico da PlanGesPec – Planejamento e Gestão Pecuária. Em agosto de 2009 a abril de 2011 participou de projetos de extensão junto ao Departamento de Engenharia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Unesp, Campus de Jaboticabal, SP, onde foi bolsista CNPq. Em 2011 foi aprovado no concurso para professor de criações III no Colégio Técnico Agrícola “José Bonifácio” da Unesp de Jaboticabal, SP, exercendo o cargo no ano letivo de 2011. Em agosto do mesmo ano iniciou o Curso de Doutorado sob a orientação da Profa. Dra. Jane Maria Bertocco Ezequiel, no programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Produção Animal) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Unesp, Campus de Jaboticabal, SP, onde foi bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (processo FAPESP 2012/06008-0). De novembro de 2014 a fevereiro de 2015 realizou doutorado estágio – Sanduíche no International Sheep Research Centre da Massey University em Palmerston North, Nova Zelândia (processo FAPESP 2014/21011-3), onde participou de pesquisas na área de nutrição de ruminantes, em especial ovinos, sob a orientação do Prof. Dr. Paul R. Kenyon.

Tocando em Frente

*Ando devagar
Porque já tive pressa
E levo esse sorriso
Porque já chorei demais*

*Hoje me sinto mais forte
Mais feliz, quem sabe
Só levo a certeza
De que muito pouco sei
Ou nada sei*

*Conhecer as manhas
E as manhãs
O sabor das massas
E das maçãs*

*É preciso amor
Pra poder pulsar
É preciso paz pra poder sorrir
É preciso a chuva para florir*

*Penso que cumprir a vida
Seja simplesmente
Compreender a marcha
E ir tocando em frente*

*Como um velho boiadeiro
Levando a boiada
Eu vou tocando os dias
Pela longa estrada, eu vou
Estrada eu sou...*

*...Todo mundo ama um dia
Todo mundo chora
Um dia a gente chega
E no outro vai embora*

*Cada um de nós compõe a sua história
Cada ser em si
Carrega o dom de ser capaz
E ser feliz...*

*...Ando devagar
Porque já tive pressa
E levo esse sorriso
Porque já chorei demais*

*Cada um de nós compõe a sua história
Cada ser em si
Carrega o dom de ser capaz
E ser feliz*

Almir Sater

Aos meus pais, Edna e José Carlos,
Aos meus irmãos, Carlos Eduardo e Vinicius e a
Minha filha Lívia,
Por todo Amor, Carinho e Confiança
DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder e preservar a vida dando-me coragem para superar as dificuldades.

A Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

A FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, por toda a contribuição em minha formação pessoal e profissional, concedendo bolsa de estudo de doutorado, processo 2012/06008-0 e bolsa BEPE processo 2014/21001-3.

A Professora Dra. Jane Maria Bertocco Ezequiel, pela orientação, amizade, conselhos, paciência e confiança e por tudo que me ensinou. Muito obrigado!

Aos meus amigos de trabalho Marco Túlio (Kpão), Andre (Mamaki), Antonio Carlos (Beijo), David (Sarrafo), Josimari (Raxinha), Elisa, Vanessa, Tati e Vanessa (Macarena) que contribuíram muito em todas as etapas deste trabalho!

Ao Sr. Edson funcionário da Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos, muito obrigado !

Aos estagiários Homer, Babaka, Malhada, Guanabara, Vitelo. Édipo e Carol, que muitas vezes sacrificaram finais de semana e feriados para trabalhar no manejo diário dos animais.

Aos amigos da República Mata Bixeira.

A Caramuru Alimentos pelo fornecimento da glicerina utilizado neste experimento.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO -	III
ABSTRACT -	V
CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVOS GERAIS.....	2
REVISÃO DA LITERATURA.....	2
USO DE COPRODUTOS NO CONFINAMENTO DE CORDEIROS.....	2
CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA.....	6
METABOLISMO E FERMENTAÇÃO RUMINAL DA GLICERINA.....	8
EMISSÃO DE METANO.....	9
REFERÊNCIAS.....	11
CAPITULO 2 - CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E DESEMPENHO DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM MILHO, AMIDO OU CAROÇO DE ALGODÃO ASSOCIADOS A GLICERINA BRUTA.....	18
RESUMO -	18
INTRODUÇÃO.....	20
MATERIAL E MÉTODOS.....	21
LOCAL E INSTALAÇÕES.....	21
ANIMAIS, MANEJO E TRATAMENTOS (DIETAS).....	21
DESEMPENHO, CONSUMO E DIGESTIBILIDADE.....	24
ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	26
RESULTADOS.....	26
DISCUSSÃO.....	29
CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS.....	32
CAPITULO 3 - PARÂMETROS RUMINAIS E PRODUÇÃO DE GASES EM CORDEIROS ALIMENTADOS COM MILHO, AMIDO OU CAROÇO DE ALGODÃO ASSOCIADOS A GLICERINA BRUTA.....	35
RESUMO -	35
INTRODUÇÃO.....	37
MATERIAL E MÉTODOS.....	38
LOCAL E INSTALAÇÕES.....	38
MANEJO E TRATAMENTOS (DIETAS).....	39

PARÂMETROS RUMINAIS (PH E N-NH ₃)	41
PRODUÇÃO DE GÁS METANO E DIÓXIDO DE CARBONO	42
DEGRADAÇÃO <i>IN VITRO</i> DAS DIETAS	43
ANÁLISE ESTATÍSTICA	44
RESULTADOS.....	44
DISCUSSÃO	47
CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS.....	51
CAPITULO 4 - CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DA CARÇAÇA E QUALITATIVAS DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM MILHO, AMIDO OU CAROÇO DE ALGODÃO ASSOCIADOS A GLICERINA BRUTA ...	56
RESUMO - ..	56
INTRODUÇÃO	58
MATERIAL E MÉTODOS	59
LOCAL E INSTALAÇÕES.....	59
ANIMAIS, MANEJO E TRATAMENTOS (DIETAS).....	59
ABATE E CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA.....	63
ANÁLISE ESTATÍSTICA	67
RESULTADOS.....	68
DISCUSSÃO	73
CONCLUSÃO	79
REFERÊNCIAS.....	79
CAPITULO 4 - IMPLICAÇÕES	86

MILHO, AMIDO OU CAROÇO DE ALGODÃO ASSOCIADOS A GLICERINA BRUTA EM DIETAS PARA OVINOS

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da associação da glicerina bruta, resíduo da produção de biodiesel, com o amido de milho, caroço de algodão ou milho sobre o desempenho, parâmetros ruminais e as características da carcaça, da carne. O experimento foi conduzido na Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Campus de Jaboticabal. Foram utilizados 39 cordeiros contemporâneos não castrados, com aproximadamente 70 dias de idade e peso corporal médio de $19,08 \pm 1,5$ kg. A proporção volumoso concentrado foi de 30:70. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com três dietas e 13 repetições. Não houve efeito ($P > 0,05$) para ganho de peso diário, com média de 0,160 kg/dia, dias de confinamento com média de 101,26 dias e eficiência alimentar de 0,183 kg, ganho/kg, MS. Para o consumo de matéria seca houve efeito ($P < 0,05$) redutivo para o tratamento glicerina bruta associada ao caroço de algodão (CA). No consumo de nutrientes foi observado efeito ($P < 0,05$) para as variáveis consumo de proteína bruta, fibra em detergente ácido e extrato etéreo, não tendo efeito ($P > 0,05$) no consumo fibra em detergente neutro. Houve efeito ($P < 0,05$) redutivo na digestibilidade da matéria seca e digestibilidade do extrato etéreo para o tratamento CA, para a fibra em detergente ácido a maior digestibilidade ($P < 0,05$) foi observada no tratamento CA e para digestibilidade da proteína bruta e fibra em detergente neutro não houve efeito ($P > 0,05$). Para os parâmetros ruminais, foi utilizado o delineamento em Quadrado Latino, triplo 3x3, utilizando nove animais canulados no rúmen. A produção de metano foi avaliada pela incubação *in vitro* das dietas durante 24 horas a 39°C. Não houve efeito ($P > 0,05$), para os valores de pH do líquido ruminal, com médias de 6,22; 6,26 e 6,31 para as dietas A, CA e M respectivamente. Para as concentrações de N-NH₃, foram observados maiores valores nas duas primeiras horas após a alimentação. Para a produção de gases metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂), houve diferença ($P < 0,05$) para a produção expressa em volume total de gases, a dieta CA foi a que resultou em menor valor. Para a produção de CH₄ e CO₂ em mL/g de matéria seca (MS) incubada, menores valores foram observados para a dieta M. Para a degradação da MS a dieta CA resultou em menor degradação. No estudo das características da carcaça e qualidade da carne, o delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com três dietas e 13 repetições. Ao atingir 35 kg de peso corporal os animais foram abatidos. Foram obtidos os pesos de carcaça quente, e o rendimento de carcaça. As carcaças foram divididas longitudinalmente e a meia carcaça esquerda foi seccionada em cinco regiões anatômicas. No músculo Longissimus lumborum foram feitas às mensurações para determinação da área de olho de lombo (AOL), pH (0h), pH (24h), cor, capacidade de retenção de água (CRA), perdas por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), colesterol e perfil de ácidos graxos da carne. O peso vivo ao abate, peso de carcaça quente e fria, perda por resfriamento, rendimento de carcaça quente e os

pesos e rendimentos dos cortes comerciais da carcaça não diferiram ($P>0,05$). A AOL, espessura de gordura subcutânea, pH(0H), pH(24H) e cor do músculo Longissimus lumborum, não foram influenciados ($P>0,05$) pelos tratamentos, assim como, CRA, PPC, FC. Para a concentração de ácido graxos saturados, insaturados e poliinsaturados houve diferença ($P<0,05$) entre os tratamentos. A quantidade de 30 % de glicerina bruta na matéria seca, associada ao caroço de algodão, pode reduzir o consumo e a digestibilidade da matéria seca. O desempenho foi mantido quando a glicerina bruta foi associada aos ingredientes amido de milho, caroço de algodão ou na substituição parcial ou total do milho em dietas de cordeiros confinados. Os parâmetros ruminiais (pH e N-NH₃) não foram alterados, podendo levar a redução na produção de gases de efeito estufa. Com relação a qualidade da carne, a glicerina bruta associada ao amido de milho, caroço de algodão e na substituição parcial do milho, mostrou que pode proporcionar carne mais saudável aos consumidores.

Palavras-chave: carcaça, cordeiro, consumo, desempenho, digestibilidade,

CORN, STARCH OR COTTONSEED ASSOCIATED WITH CRUDE GLYCERIN IN SHEEP DIETS

ABSTRACT - The objective of this work was to evaluate the effects of the combination of crude glycerin, waste from the production of biodiesel, with the cottonseed, corn or starch on the carcass characteristics, meat, performance, ruminal parameters and production of methane gas and carbon dioxide. Were used 39 lambs contemporaries not castrated, with approximately 70 days of age and average body weight of 19 kg. The proportion roughage concentrated was 30:70. The statistical design was completely randomized with three diets and 13 replicates. There was no effect ($P > 0.05$) for average daily gain, with an average 0.160 kg / day, days of feedlot with an average of 101.26 days and feed conversion to 5.65. For dry matter intake effect was observed ($P < 0.05$) reductive for diet with cottonseed. For nutrient intake effect was observed ($P < 0.05$) for the variable intake of crude protein, acid detergent fiber and extract ethereal not having effect ($P > 0.05$) on intake only for neutral detergent fiber. There was a significant ($P < 0.05$) reductive digestibility of dry matter and ether extract digestibility for treatment CA and greatest digestibility for acid detergent fiber ($P < 0.05$). Crude protein and neutral detergent fiber had no effect ($P > 0.05$). For the determination of ammonia nitrogen and pH, the design was used in Latin Square, triple 3x3 using nine cannulated animals in the rumen. Methane production was evaluated per in vitro incubation of the diets for 24 hours at 39°C. There was no effect ($P > 0.05$) to pH values of rumen fluid, with averages of 6.22; 6.26 and 6.31 for diets A, CA and M respectively. For N-NH₃ concentrations were observed greatest values on the first two hours after feeding. For the production of methane gas (CH₄) and carbon dioxide (CO₂), there was difference ($P < 0.05$) for the production expressed as total volume of gas, the CA diet has resulted in the lowest value. For the production of CH₄ and CO₂ on mL/g dry matter (DM) incubated CH₄ MS per gram of digested and neutral detergent fiber (NDF) digested the lowest values were observed for diet M. For the degradation of DM and NDF, the diet CA resulted on less degradation. On the study of carcass characteristics and meat quality, the statistical design was completely randomized with three diets and 13 repetitions. With 35 kg body weight the animals were slaughtered. The hot carcass weight and carcass yield were obtained. The carcasses were divided lengthwise and left half-carcass was sectioned on five anatomical regions. In Longissimus lumborum the measurements to determine the loin eye area (LEA), pH (0H), pH (24H), color, water holding capacity (WHC), cooking losses (CL), shear force (SF), cholesterol and fatty acid of the meat. The live weight at slaughter, hot and cold carcass weight loss by cooling, hot carcass yield and weights and yields of carcass commercial cuts did not differ ($P > 0.05$). The LEA, fat thickness, pH (0H), pH (24H) and color of the Longissimus lumborum muscle, were not influenced ($P > 0.05$) between treatments, as well as WHC, PL, SC. For the concentration of saturated fatty acid, unsaturated and polyunsaturated difference ($P < 0.05$) between treatments. The amount of 30% crude glycerin on dry matter, associated with the

cottonseed, can reduce intake and digestibility of dry matter. The performance was maintained when the crude glycerin was associated with corn starch, cottonseed or in partial or total substitution of corn in feedlot lambs diets. The Ruminant parameters (pH and N-NH₃) have not changed, leading to reduced production of greenhouse gases. The quality of meat, the crude glycerin associated with corn starch, cottonseed and partial substitution of corn, showed that can provide healthier meat to consumers.

Keywords: carcass, digestibility, intake, lamb, performance

CAPITULO 1 – Considerações gerais

Introdução

A intensificação do sistema produtivo na ovinocultura se faz necessária para buscar qualidade na carcaça e na carne a ser disponibilizada ao mercado consumidor, que se mostra exigente quanto ao sistema de criação, aspectos sanitários e qualidade do produto oferecido. Nesse sentido, é crescente a intensificação dos sistemas de produção de carne ovina na busca de animais com reduzida idade de abate e carcaças de qualidade.

A geração de coproduto da agroindústria existente em todo o planeta encontra dificuldades para o destino dos resíduos produzidos, sem que prejudique o ambiente e a saúde do homem e dos animais. A utilização de subprodutos e coprodutos da agroindústria na alimentação animal pode ser uma alternativa nutricional e economicamente viável (SANTOS et al., 2008). Para balancear uma ração que atenda a exigência dos animais em energia e proteína, os nutricionistas se atentam também para o custo final da dieta.

A viabilização econômica e ambiental do uso do biodiesel em substituição gradual ao diesel de petróleo depende, dentre outros fatores, do aproveitamento dos coprodutos gerados na sua cadeia produtiva. Os principais coprodutos são obtidos após a extração do óleo de sementes oleaginosas (tortas e farelos) e após o processo de conversão de triglicerídeos em biodiesel por meio de transesterificação (glicerina bruta), os quais em conjunto, representam mais de 50% da massa inicial de sementes utilizada na cadeia agroindustrial. Assim, faz-se necessário desenvolver formas de utilização destes produtos a fim de agregar renda à cadeia produtiva do biodiesel e minimizar impactos ambientais (Oliveira et al, 2010). A utilização na alimentação animal apresenta-se como uma das opções para o aproveitamento econômico e em larga escala desses coprodutos, notadamente para animais ruminantes.

Normalmente a glicerina é utilizada nas dietas em substituição ao milho por possuir energia semelhante (DONKIN, 2008). Porém, ao se retirar o milho das dietas retira-se com ele o amido (normalmente corresponde a 60 a 70% do peso do grão de milho). Com isso pode haver um déficit temporário de energia prontamente disponível proveniente deste amido retirado, pois a glicerina contém quantidade ínfima de amido, o que poderia de alguma forma prejudicar o desempenho dos ruminantes.

Objetivos gerais

Os objetivos deste trabalho foram verificar o efeito dos ingredientes energéticos (caroço de algodão, amido de milho ou milho) da dieta associados à elevada concentração de glicerina bruta, sobre o desempenho, parâmetros ruminais e produção de gases metano e dióxido de carbono e as características da carcaça e da carne.

Revisão da literatura

Uso de coprodutos no confinamento de cordeiros

Alguns alimentos alternativos tem se destacado como bons componentes energéticos e proteicos para ração de ruminantes (CUNHA et al., 2008).

A produção do algodão gera uma série de coprodutos como o caroço de algodão, a torta e o farelo de algodão, que são utilizados na alimentação de ruminantes e possuem nutrientes e preços atraentes. O caroço de algodão ganhou espaço entre os nutricionistas por apresentar, ao mesmo tempo, altas concentrações de óleo, proteína e fibra permitindo a substituição de alimentos volumosos sem prejudicar a fermentação ruminal (NRC, 1989; DELGADO, 1994).

Poucos alimentos conseguem reunir estes nutrientes em altas concentrações e possuir fibra de alta degradabilidade como o caroço de algodão (COPPOCK et al., 1987; ARIELI, 1998), o que poderia contribuir para fornecer energia ao rúmen nas primeiras horas após a alimentação. De acordo com Arieli (1998), a proteína do caroço de algodão apresenta alta degradabilidade ruminal tanto em grandes quanto em pequenos ruminantes.

Rogério et al. (2004) realizaram estudo com teores crescentes de caroço de algodão na dieta de ovinos, com o objetivo de investigar a digestibilidade da fibra dietética do feno de Tifton 85. As quantidades utilizadas foram 0, 12, 24, 35 e 45% de inclusão de caroço de algodão e concluíram que a utilização do caroço de algodão em dietas para ovinos deve ser limitada a 12 e 24% do total das rações em razão do maior consumo de extrato etéreo e proteína bruta e, ao mesmo tempo, ao menor efeito sobre a digestibilidade das frações fibrosas.

Segundo Anderson et al., (1980) e Villela et al., (1996), a inclusão do caroço de algodão em até 30 % da dieta total, aumenta linearmente o consumo de extrato etéreo sem influenciar o consumo de outros nutrientes. Teixeira e Borges (2005) adicionaram de 12 a 49% de caroço de algodão ao feno de braquiaria e constataram que a inclusão do caroço de algodão proposta não alterou o consumo de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e a digestibilidade da FDN. Entretanto não foram benéficos quanto à digestibilidade da FDA na dieta com 49% de inclusão do caroço de algodão.

Outro coproduto originário da indústria de biocombustíveis que tem ganhado espaço no Brasil como opção de ingrediente para dieta animal, é a glicerina bruta sobretudo para ruminantes.

Os dois principais biocombustíveis líquidos usados no Brasil são o etanol extraído da cana-de-açúcar e, em escala crescente, o biodiesel, produzido a partir de óleos vegetais ou de gorduras animais e adicionado ao diesel de petróleo em proporções variáveis. Cerca de 45% da energia e 18% dos combustíveis consumidos no Brasil já são renováveis. Pioneiro mundial no uso de biocombustíveis, o Brasil alcançou uma posição almejada por muitos países que

buscam fontes renováveis de energia como alternativas estratégicas ao petróleo (ANP, 2015).

O biodiesel é definido como um mono-álquil éster de ácidos graxos, derivado de fontes renováveis, tais como óleos vegetais e gorduras animais, obtido através de um processo de transesterificação de óleos vegetais com álcoois (metanol ou etanol). Tendo como subproduto a glicerina bruta, com teores de glicerol variando de 80 a 95 % (RAMOS et al., 2000). Em 2014, a produção de biodiesel no Brasil foi de aproximadamente 3,1 bilhões de litros, sendo gerados cerca de 313 mil litros de glicerina bruta. Em 2015 a tendência é de aumento pois a obrigatoriedade da adição de biodiesel no diesel passou de 6% para 7% em novembro de 2014, segundo a Agência Nacional do Petróleo (2015).

O glicerol está presente nos organismos vegetais e animais, associado a três ácidos graxos de cadeia longa sob a forma de triacilglicerol, sendo desta maneira armazenado nos animais (gorduras) e vegetais (óleos e azeites) (POND et al., 2005).

Nas indústrias, quando purificada, várias são as aplicações da glicerina, entre as quais se destacam os usos em tabaco, alimentos, bebidas e cosméticos (PERES et al., 2005). No entanto, são necessários processos complexos e de alto custo para que essa matéria-prima alcance as exigências em grau de pureza necessárias para estes fins (DINIZ, 2005).

A glicerina possui três graus de pureza (baixa, média e alta) onde as variações mais pronunciadas que ocorrem são as concentrações de água, glicerol, fósforo e metanol, sendo classificadas pelo teor de glicerol como glicerina de baixa pureza (50 a 70% de glicerol), glicerina de média pureza (80 a 90% de glicerol) e glicerina de alta pureza (acima de 99% de glicerol). A glicerina bruta (de baixa pureza) pode ser usada na alimentação animal, como demonstrado em ruminantes por Schröder e Südekum (1999) porém, a glicerina de média pureza, além de possuir maior teor de glicerol possui menores teores de água, metanol, ácidos graxos livres e ésteres o que a torna mais interessante do ponto de vista nutricional segundo o mesmo autor.

O glicerol pode ser utilizado pelos ruminantes de três maneiras, absorvido diretamente pelo epitélio ruminal ou no intestino delgado, sendo o precursor da glicose em vias gliconeogênicas no fígado. A terceira maneira é quando o glicerol é fermentado a propionato no rúmen e, no fígado será metabolizado a oxalacetato podendo também ser utilizado na gliconeogênese (KREHBIEL, 2008). Estudos mostram que o desaparecimento do glicerol no rúmen acontece em até 4 horas proporcionando alta quantidade de energia prontamente disponível quando os animais são alimentados com glicerina bruta (DONKIN, 2008).

Os microrganismos existentes no rúmen, necessitam de energia e proteína que sejam degradadas em velocidades similares, assim o seu crescimento e a degradação de outros compostos como as fibras não serão prejudicados. A inclusão da glicerina bruta na dieta de ruminantes tem sido relatada em bovinos de corte em até 20% da MS (MACH et al., 2009; PARSONS et al., 2009; RAMOS e KERLEY, 2011) bem como na alimentação de vacas e novilhas (DONKIN et al., 2008). De acordo com PARSONS et al. (2009), a inclusão de pequena proporção de glicerina bruta, até 5% da matéria seca, pode ser benéfica ao crescimento dos animais, porém, quando utilizada acima disso, esta pode criar um ambiente ruminal desfavorável, devido à inibição do crescimento e diminuição da atividade celulolítica das bactérias e fungos ruminais. Além disso, o aumento da produção de lactato e propionato pelo rúmen, devido ao uso da glicerina bruta, pode retardar a fermentação do glicerol e contribuir para a saciedade, o que pode alterar o consumo. Van Cleef et al. (2010) não obtiveram diferenças para estas variáveis e justificam não haver alteração no ambiente ruminal com a utilização da glicerina bruta em até 30% na matéria seca total na dieta de bovinos. Pellegrin et al. (2011) realizaram estudo utilizando a inclusão de 30% de glicerina bruta na suplementação de cordeiros lactantes em comedouros privativos, concluindo que a inclusão de glicerina bruta em 30% na matéria seca da dieta, não influenciou o consumo do suplemento, o ganho de peso médio diário e nos dias de abate dos cordeiros.

Para Terré et al. (2011), a inclusão de glicerina até 10% em concentrados para cordeiros não afetou os parâmetros de desempenho entre 15 e 25 kg de

peso vivo. Anteriormente, Gunn et al., (2010) observaram melhoras no crescimento e consumo quando incluíram 20% de glicerina. Entretanto, estudos com maiores inclusões de glicerina (30 e 45%), mostraram efeitos negativos no crescimento e no consumo (MUSSELMAN et al., 2008). Pethick et al., (2000) sugeriram que na dieta de ovelhas a suplementação com glicerina poderia melhorar a qualidade da carne. Gomes et al., (2011) realizaram estudo utilizando glicerina na dieta de cordeiros confinados e concluíram que a glicerina pode ser utilizada em dietas para cordeiros em terminação até os valores de 30% da matéria seca, sem haver efeitos negativos.

Alguns relatos também tem sido feitos sobre a inclusão da glicerina bruta na dieta de cordeiros avaliando consumo, desempenho, características de carcaça e qualidade de carne, permitindo inclusão de 12 a 21% da MS (GUNN et al., 2010a; TERRÉ et al., 2011; AVILA-STAGNO, et al., 2013; MEALE et al., 2013). No entanto, nenhum desses trabalhos sugerem a substituição total do milho pela glicerina bruta.

Características da carcaça

As medidas realizadas na carcaça permitem comparações entre tipos raciais, pesos e idades ao abate, sistemas de alimentação e o estabelecimento de correlações com outras medidas ou tecidos constituintes da carcaça, possibilitando a estimativa de suas características (SILVA e PIRES, 2000). De acordo com Osório e Osório (2005), é necessário avaliar os componentes corporais e da carcaça, tanto em quantidade como em qualidade, para que se obtenha o valor do animal como um todo.

O rendimento comercial, obtido pela relação peso da carcaça quente/peso corporal ao abate, é um importante indicador da disponibilidade de carne ao consumidor (SILVA SOBRINHO, 2001). Nos estudos envolvendo produção de carne ovina, a composição da carcaça afeta os rendimentos, nos quais devem primar por maior proporção de músculos e quantidades adequadas de gordura

(GONZAGA NETO et al., 2006). O componente de maior importância na carcaça é o músculo, constituindo a carne magra disponível aos consumidores. Sabe-se que o peso e a idade ideal de abate variam muito entre as raças ovinas e são fundamentais para a qualidade da carne produzida, pois quanto mais velho o animal, maior será o teor de gordura saturada e menor o de proteína na carcaça (MACEDO, SIQUEIRA e MARTINS, 2000). O mínimo de espessura de gordura (2 a 5 mm) para proteger a carcaça e minimizar a perda de água no resfriamento, se faz necessário. Dentre os componentes teciduais, a quantidade de gordura é a que está mais relacionada com a evolução dos aspectos quantitativos e qualitativos da carcaça e dos cortes cárneos (SANTOS, PERES e MUNIZ, 2001) e, de acordo com Sainz, (1996), na espécie ovina a gordura é o componente de maior variabilidade na carcaça.

O músculo *Longissimus lumborum* é de maturidade tardia e de fácil mensuração, o que o torna preferencial para determinação da área de olho de lombo, definida como uma medida objetiva para predição da quantidade de músculo da carcaça (PINHEIRO et al., 2009). A mensuração da quantidade de gordura externa do músculo *Longissimus lumborum*, na altura da 12ª e 13ª vértebra torácica, constitui-se outro parâmetro importante que determina a qualidade das carcaças ovinas. Os altos teores de gordura depreciam o valor comercial das carcaças; entretanto, faz-se necessário a presença de tecido adiposo, como determinantes das boas características sensoriais da carne e também para prevenir maiores perdas de água durante o resfriamento, que causa ressecamento da carne (OSÓRIO et al., 2002). Carcaças com cobertura de gordura desuniforme ressecam mais rapidamente no processo de armazenamento ao frio, causando depreciação ao produto (BUENO, CUNHA e SANTOS, 2000).

Gomes et al. (2011) incluíram 15 e 30% de glicerina na dieta de cordeiros da raça Santa Inês e os resultados demonstraram que a glicerina pode ser utilizada na terminação de cordeiros confinados em até 30% na matéria seca da dieta, sem causar efeito prejudicial sobre as características da carcaça.

Metabolismo e fermentação ruminal da glicerina

Por meio da atividade física e microrganismos presentes no rúmen é que ocorre o processo de fermentação dos componentes da dieta, que são transformados em componentes úteis para os animais (ácidos graxos de cadeia curta, proteína microbiana e vitaminas do complexo B), substâncias que não são utilizadas pelos animais (gases metano e carbônico) e substâncias que podem ser nocivas para os microrganismos do rúmen, como amônia e nitrato (OWENS e GOETSCH, 1993).

A glicerina bruta é composta principalmente por glicerol que é absorvido pelo epitélio ruminal ou fermentado a ácidos graxos de cadeia curta no rúmen e/ou, metabolizado no fígado e convertido em glicose. KREHBIEL (2008) relata que cerca de 13% do glicerol que chega ao rúmen desaparece por passagem direta com a digesta, 44% por fermentação e 43% por absorção pelo epitélio ruminal. O glicerol presente na glicerina, pode ser utilizado como precursor gliconeogênico pelos ruminantes, para manutenção dos níveis plasmáticos de glicose (CHUNG et al., 2007). O glicerol absorvido pelo epitélio ruminal será convertido à glicose no fígado e a enzima glicerol quinase converte glicerol e ATP em glicerol-3-fosfato e ADP à triose fosfato, direcionando o glicerol para a gliconeogênese (KREHBIEL, 2008). O glicerol também poderá ser utilizado para a síntese de gordura, através da ação da enzima glicerol-cinase, sendo o glicerol livre fosforilado no fígado a glicerol-3-fosfato. Porém, segundo Zawadski et al. (2010), o direcionamento do glicerol para a formação de gordura só ocorrerá em função das concentrações adequadas de glicose circulante, resultando em aumento da deposição de gordura e destinado à formação de gordura.

O glicerol desaparece do rumem em quatro horas, levando ao aumento na produção de propionato (DONKIN, 2008). E em estudos mais recentes Zawadski et al. (2010) verificaram que o glicerol também pode ser convertido a ácido acético e butírico. Anteriormente aos autores citados acima, (GARTON, LOUGH e VIOQUE, 1961) não detectaram glicerol no meio de cultura após 24 horas de incubação *in vitro* em fluido ruminal de ovelhas e o ácido graxo de cadeia curta

predominante foi propionato. Bactérias anaeróbias facultativas fermentam o glicerol, mas as mais importantes fermentadoras de glicerol parecem ser estritamente anaeróbias como *Selenomonas ruminantium*, produtoras de propionato (HOBSON, 1969)

KREHBIEL (2008), baseado em observações *in vitro*, corrobora com os autores acima relatando que as bactérias que mais metabolizaram glicerol no rúmen foram as *Selenomonas* e os produtos finais foram propionato, lactato, succinato e acetato. O glicerol fermentado e metabolizado no rúmen pode levar a outros produtos resultando em pequeno aumento na proporção molar de propionato e aumento na concentração de butirato, diferentemente de estudos clássicos onde foi observado apenas aumento de propionato (JOHNS, 1953; GARTON, LOUGH e VIOQUE, 1961). Sendo assim quando ocorre aumento de butirato no rúmen, também ocorre aumento de β -HO-butirato no sangue.

Emissão de metano

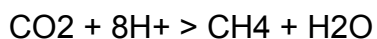
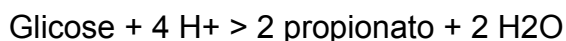
A agricultura e a pecuária contribuem para as emissões antrópicas de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e óxido nitroso (N₂O) à atmosfera. As principais fontes de emissão de gases de efeito estufa (GEE) do Brasil: O uso do solo, que contribuem com 55%. A agropecuária, responsável por outros 25% da emissão total (BRASIL, 2004). O aumento da concentração desses gases provoca o aquecimento da superfície terrestre e destruição da camada de ozônio na estratosfera (PRIMAVESI et al., 2004).

Atividades microbiológicas em ambientes anaeróbios (áreas inundadas, cultivo de arroz irrigado por inundação, fermentação entérica e processamento anaeróbio de dejetos) constituem a principal fonte de metano, além da queima de biomassa e da indústria de carvão e gás natural (LIMA e DEMARCHI, 2007).

A fermentação dos nutrientes alimentares pela microbiota ruminal (bactérias, protozoários e fungos) resulta na formação de ácidos graxos de cadeia curta, usados pelos ruminantes como fonte de energia, e produção de gases (CO₂ e CH₄), eliminados através da eructação (MARTIN, MORGAVI e DOREAU, 2009).

Bactérias metanogênicas, presentes no rúmen, obtêm energia para seu crescimento ao utilizar H₂ para reduzir CO₂ e formar metano (CH₄), o qual é eructado ou exalado para a atmosfera (COTTLE, NOLAN e WIEDEMANN, 2011). O ciclo de formação do metano pela Archaea metanogênica a partir do dióxido de carbono envolve a captação de quatro moléculas de hidrogênio: CO₂ + 4 H₂O → CH₄ + 2 H₂O. As achaeobactérias são também capazes de utilizar o H₂ na redução de moléculas de formato, acetato, metilamina e metanol para a produção de metano (MOSS, 1993; WOLIN, MILLER e STEWART, 1997).

Os diferentes produtos finais formados durante a fermentação ruminal (ácidos graxos de cadeia curta) não são equivalentes em termos de liberação de hidrogênio. Portanto, a quantidade de H₂ livre liberado no rúmen depende da concentração e proporções relativas de acetato, propionato e butirato produzidos (OWENS E GOETSCH, 1988; EUN, FELLNER e GUMPERTZ, 2004; MARTIN, MORGAVI e DOREAU, 2009). A produção de acetato e butirato, predominante durante a fermentação de carboidratos fibrosos, resulta em liberação líquida de hidrogênio e favorece a metanogênese. Já a formação de propionato é uma via competitiva de utilização de hidrogênio no rúmen, reduzindo a disponibilidade de substrato para a metanogênese. Portanto, produção de metano, que depende do balanço de hidrogênio no rúmen, é influenciada pelas taxas de produção de acetato e propionato (HEGARTY, 2001), como descrito por (VAN SOEST, 1994):



Segundo Cottle, Nolan e Wiedemann (2011), as indicações para reduzir as emissões de metano pela pecuária estão ligadas à melhoria da dieta, à melhoria de pastagens, à suplementação alimentar, ao aumento da capacidade produtiva dos animais e à outras medidas que refletem na melhor eficiência produtiva e resultam em ciclos de produção mais curtos. Geralmente, à medida que a digestibilidade da dieta aumenta, ocorre maior variação na produção de metano. Segundo Johnson e Johnson (1995), existem duas causas principais desta

variação na produção de metano: quantidade de carboidrato fermentado no rúmen e proporções relativas de propionato e de acetato produzidos.

A glicerina bruta pode auxiliar a reduzir a produção de metano, sendo que estudos *in vitro* realizados por Lee et al., (2011) relataram que após 24 h de incubação, a adição de glicerol reduziu o acumulado total de gás produzido. A redução na produção de gás pelo glicerol foi também observada por (FERRARO et al., 2009).

REFERÊNCIAS

Agência Nacional do Petróleo. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 16 jan. 2015.

ANDERSON, M. J.; LAMB, R. C.; WALTERS, J. L. Comparison of four levels of whole cottonseed for lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.63, p.154-162, 1980.

ARIELI, A. Whole cottonseed in dairy cattle feeding: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.72. n.1-2, p.97-110. 1998.

AVILA-STAGNO, J., CHAVES, A. V., HE, M. L., HARSTAD, O. M., BEAUCHEMIN, K. A., MCGINN, S. M., & MCALLISTER, T. A. Effects of increasing concentrations of glycerol in concentrate diets on nutrient digestibility, methane emissions, growth, fatty acid profiles and carcass traits of lambs. **Journal of Animal Science**, v. 91, p. 829–837, 2013.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. Brasília,. p. 74, (Comunicação Nacional), 2004.

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**, v. 29, p. 1803-1810, 2000.

CHUNG, Y. H.; RICO, D. E.; MARTINEZ, C. M.; CASSIDY, T. W.; NOIROT, V.; AMES, A.; VARGA, G. A. Effects of feeding dry glycerin to early postpartum Holstein dairy cows on lactational performance and metabolic profiles. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 90, n. 12, p. 5682-5691, 2007.

COPPOCK, C. E.; LANHAM, J. K.; HORNER, J. L. A review of nutritive value and utilization of whole cottonseed, cottonseed meal and associated by-products by dairy cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.18, n.2 p. 89-129, 1987.

COTTLE, D.J.; NOLAN, J.V.; WIEDEMANN, S.G. Ruminant enteric methane mitigation: a review. **Animal Production Science**, v.51, p. 491-514, 2011.

CUNHA, M. G. G.; CARVALHO, F. F. R.; GONZAGA NETO, S.; CEZAR, Ma. F. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1112-1120, 2008.

DELGADO, E. F. **Caroço de algodão e milho-grão em diferentes formas físicas, na alimentação de vacas em lactação**. 1994, 89 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Nutrição de Ruminantes) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1994.

DINIZ, G. D. Coadjuvante a protagonista: Glicerina bruta obtida na produção de biodiesel pode ter muitas aplicações. **Ciência Hoje Online**, 19/10/05. disponível em <http://cienciahoje.uol.com.br/controlPanel/materia/view/3973>.

DONKIN, S. S. Glicerol from biodiesel production : the new corn for dairy cattle. **Brazilian Journal of Animal Science.**, v. 37, suppl., p. 280-286 ,2008.

EUN, J.S.; FELLNER, V.; GUMPERTZ, M.L. Methane production by mixed ruminal cultures incubated in dual-flow fermentors. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.87, p.112-121, 2004.

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

GARTON, G. A.; LOUGH, A. K.; VIOQUE, E. Glyceride Hydrolysis and Glycerol Fermentation by Sheep Rumen Contents. **Journal of General Microbiology**, v.24, p.215-225, 1961.

GOMES, M. A. B.; MORAES, G. V.; MATAVELI, M.; MACEDO, F. A. F.; CARNEIRO, T. C.; ROSSI, R. M. Performance and carcass characteristics of lambs fed on diets supplemented with glycerin from biodiesel production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 10, 2011.

GONZAGA NETO, S.; LEITE, M. L. M. V.; SOUSA, W. H. ; SOUZA JUNIOR, E. L.; PEREIRA FILHO, J. M. Características de desempenho e de carcaça de cordeiros Santa Inês : potencialidades e limitações. In : ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO DE CAPRINOS E OVINOS, 1., 2006, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: SEBRAE, INSA, ARCO, p. 394-416, 2006.

GUNN, P. J.; SCHULTZ , A. F.; VAN EMON, M. L; LEMENAGER, R. P.; RUSK, C. P.; LAKE, S. L. Effects of elevated crude glycerin concentrations on feedlot performance, carcass characteristics, and serum metabolite and hormone concentrations in finishing ewe and wether lambs. **The Professional Animal Scientist**, v.26, p.298-306, 2010.

HEGARTY, R. Greenhouse gas emissions from the Australian livestock sector what do we know, what can we do? Canberra, NSW Agriculture Australian Greenhouse Office, p. 35, 2001.

HOBSON, P. N. Rumen bacteria. *Methods Microbiology* 3B: 133–149, 1969.

JOHNS, A.T. Fermentation of Glycerol in The Rumen of The Sheep. **New Zealand Journal Science Technology**, Wellington, V.35 N. 4 P. 262-269, 1953.

JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane Emissions from Cattle. **Journal Animal Science**, v.73, p. 2483- 2492, 1995.

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

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, n. esp., p. 269-274, 2011.

LIMA, M. A.; DEMARCHI, J. J. A. A. Emissão de metano pela pecuária ruminante: quantificação e estratégias de mitigação. **Feed & Food**, ano II, nº. 07, março/abril, p. 66-68, 2007.

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**, v. 29, p. 1520-1527, 2000.

MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentration diets. **Journal of Animal Science**, v.87, p.632-638, 2009.

MARTIN, C.; MORGAVI, D.P.; DOREAU, M. Methane mitigation in ruminants: from microbes to the farm scale. **Animal**, v. 4 (3), p. 351-365, 2009.

MEALE, S. J., CHAVES, A. V., DING, S., BUSH, R. D., & MCALLISTER, T. A. Effects of crude glycerin supplementation on wool production, feeding behavior, and body condition of Merino ewes. **Journal of Animal Science**, v. 91(2), p. 878–885, 2013.

MOSS, A.R. Methane: global warming and production by animals. Kingston: Chalcombe Publications, United Kingdom, p. 105, 1993.

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. In: AMERICA SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 59., 2008, Laramie, WY. **Proceedings...** Laramie: Western Section, p.353-355, 2008.

NRC **National Research Council. Nutrient Requirements of Dairy** 6. Ed. Washington-USA: National Academy Press, 1989. 157p.

NRC Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and new world camelids (6th ed.) Washington, DC: National Academy Press, 2007.

OLIVEIRA, A.S.; PINA, D.S.; CAMPOS, J.M.S. Co-produtos do biodiesel na alimentação de ruminantes. In: V Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem, III Simpósio Internacional sobre Produção Animal em Pastejo ed. Viçosa : UFV, v. 1, p. 419-462, 2010.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M. Características quantitativas e qualitativas da carne ovina. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42. 2005, Goiânia, **Anais...** Goiânia: SBZ, p. 149-156, 2005.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; OLIVEIRA, N. M.; SIEWERDT, L. **Qualidade, morfologia e avaliação de carcaças**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, p. 196, 2002.

OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. Ruminal fermentation. In: Church, D. C. (Ed). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Waveland Press, p.145-171, 1988.

OWENS, F.N.; GESTSCH, A.L. Ruminal Fermentation. In: **The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition**. CHURCH, D.C. (Ed.) p. 145 – 171. Waveland Press, New Jersey, 1993

PARSONS, G. L.; SHELOR, M. K.; DROUILLARD, J. S. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 653-657, 2009.

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

PERES, J. R. R.; FREITAS JUNIOR, E.; GAZZONI, D. L. Bicombustíveis uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 1, p. 31-41, 2005.

PETHICK, D.W.; CUMMINS, L.; GARDNER, G.E. et al. The regulation of glycogen level in the muscle of ruminants by nutrition. New Zealand: **New Zealand Society of Animal Production**, v.60, p.94-98, 2000.

PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M.; MOURÃO, R. C.; POLIZEL NETO, A.; ANDRADE, E. N.; GOMES, H. F. B. Qualidade da carne de cordeiros confinados recebendo diferentes relações de volumoso:concentrado na dieta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 407-411, 2009.

POND, W. G.; CHURCH, D. C.; POND, K. R.; SCHOKNECHT, A. **Basic Animal Nutrition and Feeding** 5.ed. Hoboken, USA. John Wiley & Sons Inc., 580p. 2005.

PRIMAVESI, O.; FRIGHETTO, R. T. S.; PEDREIRA, M. dos S.; LIMA, M. A. de; BERCHIELLI, T. T.; BARBOSA, P. F. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 277-283, 2004.

ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; TEIXEIRA, D. A. B.; RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C. Efeito do nível de caroço de algodão sobre a digestibilidade da fibra dietética do feno de *Tifton 85* (*Cynodon* spp.) em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.5, p.665-670, 2004.

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, p.3-14, 1996.

SANTOS, C. L.; PEREZ, R. O.; MUNIZ, J. A. Desenvolvimento relativo dos tecidos ósseo, muscular e adiposo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30 (2) p. 492-497, 2001.

SANTOS, J. W.; CABRAL, L. S.; ZERUCUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L.; ABREU, J. G.; BAUER, M. O. Casca de soja em dietas para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.2049-2055, 2008.

SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM K-H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. Kiel, Germany: University of Kiel: Institute of Animal Nutrition, Physiology and Metabolism. Available on: <<http://regional.org.au/au/gc/1/241.htm>> Accessed on: Dec. 19, 2014.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos**. Jaboticabal: Funep, p. 302, 2001.

SILVA, L. F.; PIRES, C. C. Avaliações quantitativas das proporções de osso, musculo e gordura da carcaça em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 1253-1260, 2000.

TEIXEIRA, D. A. B.; BORGES, I. Efeito do nível de caroço integral de algodão sobre o consumo e digestibilidade aparente da fração fibrosa do feno de braquiária (*Brachiaria decumbens*) em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.2, p.229-233, 2005.

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

VAN CLEEF, E.H.C.B.; EZEQUIEL, J. M. B.; GONSALVEZ, J. S.; D'AUREA, A. P.; SANCANARI, J. B. D.; FAVARO, V. R. Consumo de matéria seca e desempenho de bovinos de corte alimentados com glicerina bruta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.1-3, 2010.

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

VILLELA, S. D. J.; FILHO, S. C. V.; SILVA, J. F. C. et al. Caroço de algodão para vacas leiteiras (consumo de nutrientes, produção e composição do leite). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, p.298-308, 1996.

WOLIN, M. J.; MILLER, T.L.; STEWART, C.S. Microbe-microbe interactions. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. **The rumen microbial ecosystem**. London: Blackie Academic & Professional. p. 467-491. 1997.

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

CAPITULO 2 - Consumo, digestibilidade e desempenho de cordeiros alimentados com milho, amido ou caroço de algodão associados a glicerina bruta

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da associação da glicerina bruta, resíduo da produção de biodiesel, com o caroço de algodão, milho ou amido de milho sobre o desempenho, consumo e digestibilidade. O experimento foi conduzido na Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Campus de Jaboticabal. Foram utilizados 39 cordeiros contemporâneos não castrados, com aproximadamente 70 dias de idade e peso corporal inicial de $19,0 \pm 1,5$ kg. A proporção volumoso concentrado foi de 30:70. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com três dietas e 13 repetições. Os animais foram abatidos com 35 kg de peso corporal. Não houve efeito ($P > 0,05$) para ganho de peso diário, com média de 0,160 kg/dia, dias de confinamento com média de 101,26 dias e eficiência alimentar de 0,183 kg, ganho/kg, MS. Para o consumo de matéria seca houve efeito ($P < 0,05$) redutivo para o tratamento glicerina bruta associada ao caroço de algodão (CA). No consumo de nutrientes foi observado efeito ($P < 0,05$) para as variáveis consumo de proteína bruta, fibra em detergente ácido e extrato etéreo, não tendo efeito ($P > 0,05$) no consumo fibra em detergente neutro. Houve efeito ($P < 0,05$) redutivo na digestibilidade da matéria seca e digestibilidade do extrato etéreo para o tratamento CA, para a fibra em detergente ácido a maior digestibilidade ($P < 0,05$) foi observada no tratamento CA e para digestibilidade da proteína bruta e fibra em detergente neutro não houve efeito ($P > 0,05$). A quantidade de 30 % de glicerina bruta na matéria seca, associada ao caroço de algodão, reduz o consumo e a digestibilidade da matéria seca. O desempenho foi mantido quando a glicerina bruta foi associada aos ingredientes amido de milho, caroço de algodão ou na substituição parcial ou total do milho em dietas de cordeiros confinados.

Palavras-chave: consumo, desempenho, digestibilidade, ovinos

CHAPTER 2 - Intake, digestibility and performance of lambs fed with corn, starch or cottonseed associated with crude glycerin

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effects of crude glycerin association, residue of biodiesel production, with the cottonseed, corn or corn starch on performance, intake and digestibility. The experiment was conducted in Unity Studies Animal Digestive and Metabolic Department of Animal Science, University of Agriculture and Veterinary Sciences / UNESP, Campus Jaboticabal-SP. Were used 39 contemporary lambs no castrated, approximately 70 days of age and average body weight of 19.08 ± 1.5 kg. The ratio roughage concentrated was 30:70. The statistical design was completely randomized with three diets and 13 replicates. There was no effect ($P > 0.05$) for average daily gain, with an average 0.160 kg / day, days of feedlot with an average of 101.26 days and feed conversion to 5.65. For dry matter intake effect was observed ($P < 0.05$) reductive for diet with cottonseed. For nutrient intake effect was observed ($P < 0.05$) for the variable intake of crude protein, acid detergent fiber and extract ethereal not having effect ($P > 0.05$) on intake only for neutral detergent fiber. There was a significant ($P < 0.05$) reductive digestibility of dry matter and ether extract digestibility for treatment CA and greatest digestibility for acid detergent fiber ($P < 0.05$). Crude protein and neutral detergent fiber had no effect ($P > 0.05$). The amount of 30% crude glycerin on dry matter, associated with the cottonseed, can reduce intake and digestibility of dry matter. The performance was maintained when the crude glycerin was associated with corn starch, cottonseed or in partial or total substitution of corn in feedlot lambs diets.

Keywords: intake, performance, digestibility, sheep

Introdução

Com a intensificação da produção, o custo aumenta obrigando o produtor a aderir a tecnologias que melhorem a eficiência produtiva, proporcionando assim, caminhos que possa diminuir o custo de produção. O arraçamento dos animais é o principal responsável pelo aumento do custo, portanto torna-se necessário utilizar ingredientes nas dietas com preços acessíveis e que possuam nutrientes de qualidade e quantidade suficientes para alcançar o objetivo da produção. Dessa forma, é grande o interesse pelo uso de alimentos alternativos que possam substituir parte do concentrado fornecido.

Entre os principais coprodutos agroindustriais com potencial de uso na alimentação de ruminantes, atualmente, destacam-se aqueles oriundos da produção de biodiesel, entre eles a glicerina bruta (GONÇALVES et al., 2006).

A glicerina bruta é caracterizada como um ingrediente energético, devido a quantidade de glicerol (75 a 98%) encontrada em sua composição. Dessa forma, alguns pesquisadores tem focado seus esforços em pesquisas que viabilizem o uso da glicerina bruta na nutrição de ruminantes, sobretudo em ovinos na fase de terminação, e os resultados são otimistas. De acordo com Martins et al. (2013) o consumo, ganho em peso corporal e conversão alimentar de borregas alimentadas com dietas com ou sem glicerol, não difere. Segundo os autores, esses resultados confirmam o alto valor energético do glicerol e sua palatabilidade quando adicionado em dietas para animais ruminantes, não havendo comprometimento no consumo e desempenho das borregas, podendo ser adicionado em 20% no concentrado como fonte energética.

A glicerina bruta surgiu como opção para utilização como macroingrediente na dieta de cordeiros em terminação, em substituição a concentrados energéticos (KERR, HONEYMAN, e LAMMERS, 2007). Como a glicerina bruta obtida do processo de transesterificação do óleo apresenta-se na forma bruta, com impurezas, impactos no consumo, na digestibilidade dos componentes da dieta e no desempenho animal podem ocorrer. Sendo assim, se faz necessário estudos

para esclarecer o uso de glicerina bruta em grandes quantidades na dieta de cordeiros.

Os objetivos deste trabalho foram verificar o efeito dos ingredientes energéticos (milho, amido de milho ou caroço de algodão) da dieta associados à glicerina, sobre o desempenho, consumo e digestibilidade das dietas.

Material e métodos

Local e instalações

O experimento foi conduzido na Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Campus de Jaboticabal o qual possui baias de 1,5 m² de piso suspenso ripado apropriadas para ovinos, com bebedouro e comedouro individual. As gaiolas foram dispostas lado a lado ao abrigo de um barracão coberto com telhas de barro.

Animais, manejo e tratamentos (dietas)

Foram utilizados cordeiros não castrados, da raça Santa Inês com aproximadamente 70 dias de idade e peso corporal médio inicial de 19,0±1,5 kg, contemporâneos e provenientes de um rebanho comercial. Durante o período pré-experimental de 15 dias os cordeiros foram identificados com brincos, vermifugados e receberam suplementação de vitaminas A, D e E. A dieta pré-experimental foi composta de silagem de milho e concentrado com os mesmos ingredientes das dietas experimentais. Os animais receberam duas refeições diárias, às 7 h e às 17 h, com controle da quantidade fornecida e pesagem das sobras para determinação do consumo de matéria seca, estas foram permitido a um máximo de 5% do fornecido. Os animais tiveram livre acesso a água. As

pesagens foram realizadas a cada 14 dias para controle do desenvolvimento dos animais.

As dietas experimentais foram formuladas atendendo os requerimentos para ganho de 0,250 kg/dia, de acordo com o NRC (2017), e a proporção volumoso concentrado utilizada foi 30:70. Como volumoso foi utilizado silagem de milho. Os concentrados utilizados foram compostos por milho, farelo de girassol, farelo de soja, caroço de algodão, amido, glicerina, uréia e sal mineral. Foi utilizada glicerina bruta em forma líquida, com 84,99 % de glicerol, 7,80 % de água, 5,84 % de sais e <0,10 % de metanol, proveniente da indústria do biodiesel produzido a partir de óleos vegetais de soja e girassol, pela rota metílica, na Caramuru Alimentos S/A, São Simão – GO, Brasil. Os ingredientes (Tabela 1), milho, farelo de girassol, farelo de soja e caroço de algodão foram triturados em moinho com peneira apresentando crivos de 5 mm, posteriormente as dietas foram misturadas a uréia, ao sal mineral e ao amido (dieta com amido), em misturador horizontal nas suas devidas proporções (Tabela 2). As três dietas foram misturadas no momento do fornecimento aos animais, então se pesava o volumoso, o concentrado e adicionava a quantidade de glicerina bruta correspondente ao tratamento e ao consumo de cada animal. A mistura da dieta total foi feita manualmente em baldes de 5 litros.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica e energia metabolizável dos ingredientes

INGREDIENTES	% MS						Mcal/ kg, MS
	MS	EE	AMIDO	PB	FDN	FDA	EM
Silagem de Milho	34,0	3,2	22,3	7,2	44,1	26,9	2,4
Milho moído	89,0	4,1	64,5	9,0	9,0	4,1	2,8
Amido	96,0	0,2	99,0	0,0	0,0	0,0	3,1
Glicerina	92,2	0,05	0,6	0,0	0,0	0,0	3,2
Caroço de Algodão	90,0	19,0	1,0	25,0	37,0	38,6	3,8
Farelo de Girassol	91,2	1,5	5,9	30,9	45,1	34,9	1,6
Farelo de Soja	89,0	1,6	5,8	45,0	14,1	9,9	2,5
Uréia pecuária	100,0	0,0	0,0	281,0	0,0	0,0	0,0
Sal Mineral	90,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

MS= matéria seca, EM= energia metabolizável, EE= Extrato Etéreo, PB= proteína bruta, Ca= Cálcio, P= Fósforo, FDN= fibra em detergente neutro e FDA= fibra em detergente ácido. (NRC, 2007).

Tabela 2. Composição percentual e nutricional das dietas (Tratamentos)

Ingredientes	Composição percentual (% MS) das dietas		
	A	CA	M
Silagem de Milho	30,0	30,0	30,0
Milho moído	0,0	0,0	8,0
Amido	7,0	0,0	0,0
Glicerina	30,0	30,0	30,0
Caroço de Algodão	0,0	15,0	0,0
F. Girassol	18,0	18,0	18,0
F. Soja	13,0	5,0	12,0
Ureia	1,0	1,0	1,0
Sal Mineral	1,0	1,0	1,0
	Composição nutricional (% MS)		
PB	16,4	16,6	16,6
EE	1,5	4,2	1,8
AMIDO	15,4	8,2	13,6
FDN	23,2	27,6	23,8
FDA	15,6	20,6	15,8
	Mcal/kg, MS		
EM	2,5	2,7	2,51

MS= matéria seca, EM= energia metabolizável, EE= Extrato Etéreo, PB= proteína bruta, FDN= fibra em detergente neutro e FDA= fibra em detergente ácido. (NRC, 2007). Sal mineral = Cálcio 103,00 g/Kg, Cálcio 115,00 g/kg, Cobalto 100,00 mg/kg, Cobre 600,00 mg/kg, Enxofre 30,00 g/kg, Ferro 1200,00 mg/kg, Flúor 600,00 mg/kg, Fosforo 60,00 g/kg, Iodo 130,00 mg/kg, Magnésio 10,00 g/kg, Manganês 600,00 mg/kg, Selênio 12,00 mg/kg, Sódio 175,00 g/kg, Zinco 4.000,00 mg/kg.

Desempenho, consumo e digestibilidade

Para estas avaliações foram utilizados 39 animais, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e 13 repetições. As quantidades fornecidas foram pesadas diariamente e ajustadas de acordo com o consumo permitindo-se sobras de até 5%. O consumo da dieta foi determinado descontando-se as sobras diárias do total fornecido.

Durante a fase experimental foram colhidas amostras semanais dos alimentos fornecidos (silagem e concentrado) e diárias das sobras por animal, sendo estas mantidas em freezer à -10 °C. Posteriormente, as amostras foram descongeladas e misturadas originando amostras compostas por animal que foram utilizadas para análises laboratoriais. Os dados referentes ao ganho em peso médio diário foram obtidos dividindo-se o ganho em peso pelo número total de dias em confinamento. Ao final do ensaio foram determinados o ganho em peso médio total, a eficiência alimentar e o consumo de matéria seca e dos nutrientes.

A avaliação da digestibilidade da matéria seca (MS) e dos nutrientes foi realizada quando o peso médio dos animais atingiu 30 kg. A digestibilidade aparente foi determinada indiretamente, usando a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador interno, o qual foi determinado pela técnica de incubação *in situ* do alimento, das sobras e das fezes durante 264 horas segundo Casali et al., (2008). As amostras fecais (aproximadamente 100g) foram colhidas imediatamente após a defecação, durante três dias. Amostras de alimento e sobras foram também coletadas durante os dias de coleta fecal e armazenadas a -10 °C. Posteriormente as amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 55°C por 72 horas. Após a secagem, as amostras foram devidamente identificadas e armazenadas individualmente em sacos plásticos, moídas em moinho do tipo faca a 1mm e posteriormente misturadas, para formar amostras compostas de alimentos, sobras e fezes, para posteriores análises bromatológicas.

A porcentagem de FDAi foi quantificada após 264 horas de incubação *in situ*, utilizando-se sacos de náilon, 100% poliamida, medindo 14,0 x 7,0 cm e com poros de 50 micrometros, nos quais foram pesados aproximadamente 5,5 g de matéria seca das amostras das rações, das sobras e das fezes. Após a incubação, os sacos foram imersos em água gelada por 30 minutos para interrupção da atividade microbiana e, em seguida, foram lavados em água corrente. Após essa etapa, os sacos contendo os resíduos da incubação foram mantidos em estufa de circulação e renovação de ar a temperatura de 55 °C por 72 horas.

Posteriormente, as amostras de alimentos, sobras e fezes foram analisadas para a obtenção dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), de acordo com AOAC (1995). As fibras em detergente neutro e detergente ácido corrigidas para cinzas e proteína foram analisadas utilizando as soluções propostas por VAN SOEST E WINE (1967).

Os coeficientes de digestibilidade foram calculados usando as fórmulas:

Digestibilidade da matéria seca (CDMS):

$$\text{CDMS} = \{1 - [\% \text{ FDAi ingerido} / \% \text{ FDAi fezes}]\} \times 100$$

Digestibilidade do nutriente (CDN):

$$\text{CDN} = \{1 - [\% \text{ FDAi ingerido} / \% \text{ FDAi fezes}]\} \times [\% \text{ N fezes} / \% \text{ N ingerido}] \times 100$$

Análise estatística

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com três dietas (tratamentos) e 13 repetições. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância adotando o procedimento estatístico PROC GLM (SAS, 2001). As medias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados

As rações deste experimento não apresentaram formação de pó, o que normalmente ocorre na mistura do concentrado, devido a adição de glicerina bruta. E não foi observado rejeição às rações pelos animais assim como não ocorreram problemas clínicos ou digestivos no decorrer do experimento.

As médias de pesos inicial e final, ganho de peso diário (GPD), dias de confinamento (DC), e eficiência alimentar (EA), não diferiram ($P > 0,05$). Para o

consumo de matéria seca em porcentagem do peso corporal (CPV) ocorreu diferença ($P < 0,05$) de tratamento.

Tabela 3 – Pesos iniciais e finais, ganhos de peso diário (GPD), dias de confinamento (DC), eficiência alimentar (EA), consumo de matéria seca em porcentagem do peso corporal (CPV) de cordeiros alimentados com dietas contendo 30 % glicerina bruta

Variável	Tratamentos			CV %	Valor de P
	A	CA	M		
PI (kg)	19,0	19,0	19,2	10,89	0,960
PF (kg)	34,0	34,0	34,4	4,54	0,768
GPD (kg/dia)	0,152	0,155	0,173	31,61	0,525
DC (Dias)	106,8	103,2	93,8	26,81	0,457
EA (kg, ganho/kg, MS)	0,180	0,190	0,179	25,61	0,828
CPV (%/PV)	3,3ab	3,1b	3,6a	13,180	0,049

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). CV = coeficiente de variação. A= dieta com amido de milho e 30% de glicerina bruta, CA= dieta com caroço de algodão e 30% de glicerina bruta e M=dieta com milho e 30% de glicerina bruta.

Na Tabela 4, são apresentadas as médias de tratamentos para o consumo de nutrientes. Observou-se diferença ($P < 0,05$) para o consumo de matéria seca (CMS), consumo de proteína bruta (CPB), consumo de fibra em detergente ácido (CFDA) e consumo de extrato etéreo (CEE). Para o consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) não houve diferença ($P > 0,05$) com média de 0,264 kg/dia. Houve redução ($P < 0,05$), no consumo de matéria seca (CMS) dos animais que receberam o tratamento com caroço de algodão (CA) em relação ao tratamento com milho (M). Mesmo sendo menor o consumo para o tratamento CA, observa-se pela (Tabela 3), que não houver diferença ($P > 0,05$), para as variáveis DC e GPD, resultados que chamam atenção pois com menor consumo os cordeiros mantiveram desempenho.

Tabela 4 - Consumo de nutrientes em cordeiros confinados com 30% de glicerina bruta nas dietas

Variável ¹	Tratamentos ²			CV (%)	Valor de P
	A	CA	M		
Consumo (kg/dia)					
CMS	0,881ab	0,812b	0,957a	15,19	0,032
CPB	0,184a	0,148b	0,180a	15,75	0,003
CFDN	0,248	0,271	0,270	12,63	0,154
CFDA	0,143b	0,263a	0,162b	18,07	0,001
CEE	0,009c	0,017b	0,024a	16,66	0,001

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ¹CMS = consumo de matéria seca, CPB = consumo de proteína bruta, CFDN = consumo de fibra em detergente neutro, CFDA = consumo de fibra em detergente ácido e CEE = consumo de extrato etéreo. CV = coeficiente de variação. ²A= dieta com amido de milho e 30% de glicerina bruta, CA= dieta com caroço de algodão e 30% de glicerina bruta e M=dieta com milho e 30% de glicerina bruta.

Com relação à digestibilidade, observa-se diferenças ($P < 0,05$), entre os tratamentos apenas para, digestibilidade da matéria seca (DMS), da fibra em detergente ácido (DFDA) e do extrato etereo (DEE). As medias da digestibilidade da proteína bruta (DPB) e da fibra em detergente neutro (DFDN), foram 76,1% e 51,8%, respectivamente.

Tabela 5 – Digestibilidade dos nutrientes em cordeiros confinados com 30% de glicerina bruta nas dietas

Variável ¹	Tratamentos ²			CV (%)	Valor de P
	A	CA	M		
Digestibilidade (% / MS)					
DMS	79,9a	73,3b	77,9a	2,7	0,0001
DPB	78,9	74,8	76,7	5,2	0,179
DFDN	51,4	54,2	50,6	5,7	0,303
DFDA	46,8b	62,5a	44,5b	9,5	0,0001
DEE	71,3b	81,0ab	83,6a	10,5	0,028

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ¹DMS = digestibilidade da matéria seca, DPB = digestibilidade de proteína bruta, DFDN = digestibilidade de fibra em detergente neutro, DFDA = digestibilidade de fibra em detergente ácido e DEE = digestibilidade de extrato etéreo. CV = coeficiente de variação. ²A= dieta com amido de milho e 30% de glicerina bruta, CA= dieta com caroço de algodão e 30% de glicerina bruta e M=dieta com milho e 30% de glicerina bruta

Discussão

O CPV e CMS (Tabelas 3 e 4), estão semelhantes ao indicado pelo NRC (2007) 3,04%PV e 0,610 kg/MS para a categoria animal utilizada. Observa-se que o GMD foi abaixo do esperado. Fatores como genética podem ter forte influência nesta variável, e isso ocorreu provavelmente devido ao baixo potencial do ganho de peso da genética utilizada, visto a dificuldade em obter animais com padrão genético elevado para o experimento.

O consumo expresso em porcentagem do peso vivo de 3,11 %PV para o tratamento CA, está correlacionado com o CMS, e inúmeros fatores estão aliados ao CMS, como o ganho de peso total e médio diário dos animais (CUNHA et al., 2008). Estas variáveis não foram influenciadas pelos tratamentos ($P > 0,05$) Tabela 3, portanto outros fatores existem e o efeito da glicerina sobre a digestibilidade da fibra é um forte argumento para a redução do CMS. Relatos de redução no CMS são encontrados em estudos similares, Lage et al. (2010) em estudo com diferentes concentrações de glicerina bruta na dieta (0 a 12%) de cordeiros, em sua máxima concentração de glicerina na dieta 12% da matéria seca utilizando

silagem de milho como volumoso com relação igual do presente estudo (30 % de volumoso) relatou CMS de 0,782 kg/dia. Gunn et al., (2010a), trabalharam com diferentes concentrações (0, 15, 30 e 45%) de glicerina bruta na dieta de ovinos, utilizando feno de alfafa como volumoso e relataram consumo de 1,080 e 0,900 kg/dia para dietas com 30 e 45% de glicerina bruta respectivamente. Gomes et al. (2011) relataram CMS na ordem de 1,27 kg/dia, utilizando feno de aveia como volumoso. Diante dos relatos dos autores supracitados podemos afirmar que o CMS de 0,812 kg/dia para o tratamento CA, foi influenciado com a adição do caroço de algodão, sabe-se que, entre os fatores envolvidos na regulação do consumo, estão a ingestão de energia pelo animal e a concentração de FDN da dieta, esta é considerada limitante em função de sua lenta degradação e baixa taxa de passagem pelo rúmen (CUNHA et al., 2008). Observando a formulação da dieta CA percebe-se maiores concentrações de FDN, FDA e EE para este tratamento, devido a inclusão do caroço de algodão.

Para o CPB o tratamento CA apresentou valor idêntico ao indicado pelo NRC (2007) que é de 0,148 kg/dia para cordeiros com crescimento moderado, de 0,250 kg/dia com peso corporal acima de 20 kg. E o menor CPB pode ser decorrente do menor CMS, no tratamento CA, 0,812 kg/dia, contra 0,881 e 0,957 kg/dia para os tratamentos A e M, que não diferiram entre si ($P>0,05$). O CFDA foi maior no tratamento CA pelo fato do caroço de algodão possuir em sua composição maior quantidade de fibra em detergente ácido. Também foi relatado por Cunha et al., (2008), que o consumo de EE, FDN e FDA aumentaram linearmente ($P<0,01$), refletindo o conteúdo mais alto desses nutrientes na dieta dos animais alimentados com de caroço de algodão assim, para o CEE, esperava-se maior valor do tratamento CA, devido a formulação para a dieta deste tratamento conter o caroço de algodão, como relatado acima. Entretanto, o CEE foi maior no tratamento M. A possível explicação pode estar relacionada com o menor CMS para o tratamento CA. Para o tratamento A, o menor valor no consumo de EE obtido pode ser devido à formulação apresentar quantidade inferior de EE.

A maior DMS dos tratamentos A e M, pode se relacionar ao fato das dietas conterem maior quantidade de amido em sua composição e ao amido possuir alta digestibilidade ruminal e intestinal. Esperava-se diferença na DFDN pois, devido à maior quantidade de amido combinado com a glicerina bruta nas dietas A e M, há hipótese que as bactérias celulolíticas do rúmen poderiam ser afetadas como relataram Roger et al., (1992) e Lage et al., (2010) que observaram menor digestibilidade da FDN com a inclusão de glicerina bruta, e para a dieta CA outro fator que poderia contribuir para a redução da DFDN seria a quantidade de lipídios devido a inclusão e associação da glicerina bruta com o caroço de algodão. No entanto, a não influência do lipídeo oriundo do caroço de algodão na digestibilidade dos nutrientes pode ter ocorrido pelo fato da molécula de lipídeo ficar protegida no interior da semente do caroço de algodão e aliado a isso a principal fibra do caroço de algodão, denominada linter, sendo esta de alta digestibilidade (PALMQUIST e JENKINS, 1980; COPPOCK e WILKS, 1991; ARIELI, 1998). Estas características proporcionam lenta liberação da gordura no ambiente ruminal no decorrer do dia, devido à regurgitação e remastigação das sementes. Isto permite a ação dos microrganismos ruminais em hidrogenar as ligações duplas dos ácidos graxos insaturados, impedindo o efeito inibidor da gordura sobre a digestibilidade da fibra (COPPOCK e WILKS, 1991). Para a DFDA observou-se ($P < 0,05$), maior digestibilidade para a dieta CA, isso se deve ao fato da maior quantidade de FDA na formulação e maior consumo de FDA dos animais do tratamento CA, este resultado está de acordo com Cunha et al., (2008), que demonstrando alta correlação entre consumo e digestibilidade da FDA, em estudo com níveis crescentes de caroço de algodão para cordeiros. A DEE da dieta A, foi menor em relação a dieta M, o que pode estar ligado ao consumo de EE. Observa-se na Tabela 4, menor CEE pelos cordeiros na dieta A e CA, outro fator importante que deve ser levado em consideração, é a quantidade de EE principalmente da dieta A. Quando observado o CEE (Tabela 4), dos animais na dieta CA o consumo foi menor, em relação a M, mas devido a quantidade e disponibilidade dos ácidos graxos da dieta provenientes do caroço de algodão, ao fato do processamento na fábrica de rações com a trituração, pelo ato de

ruminação dos animais pode ter contribuído para expor os lipídios do caroço de algodão da dieta CA, disponibilizando para biohidrogenação pelas bactérias ruminais e ou absorção intestinal, assim, não observa-se ($P>0,05$) diferença na DEE entre as dietas CA e M.

Conclusão

A quantidade de 30 % de glicerina bruta na matéria seca, associada ao caroço de algodão, pode reduzir o consumo e a digestibilidade da matéria seca. O desempenho foi mantido quando a glicerina bruta foi associada aos ingredientes amido de milho, caroço de algodão e ao milho.

Referências

ARIELI, A. Whole cottonseed in dairy cattle feeding: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.72, p.97-110, 1998.

AOAC – Association of official analytical chemistry. **Official methods of analysis**. 16. ed. Arlington, 1995. 102p

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADERES FILHO, S.C.; et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

COPPOCK, C.E.; WILKS, D.L. Supplemental fat in high energy ration for lactating cows: effects on intake, digestion, milk yield and composition. **Journal of Animal Science**, v.69, n.9, p.3826-3837, 1991

GOMES, M. A. B.; Moraes, G. V.; Mataveli, M.; Macedo, F. A. F.; Carneiro, T. C.; Rossi, R. M. Performance and carcass characteristics of lambs fed on diets

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

GONÇALVES, V.L.C.; PINTO, B.P.; MUSGUEIRA, L.C.; SILVA, J.C.; MOTA, C.J.A. Biogasolina: produção de ésteres da glicerina. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1., 2006, Brasília. **Anais**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia: Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica, 2006. p.14-19

GUNN, P.J.; SCHULTZ, A.F.; VAN EMON, M.L. ET AL NEARY, M. K., LEMENAGER, R. P.; PAS, C. P. RUSK; LAK, S. L. Effects of elevated crude glycerin concentrations on feedlot performance, carcass characteristics, and serum metabolite and hormone concentrations in finishing ewe and wether lambs. **The Professional Animal Scientist**, v.26, p.298-306, 2010a.

KERR, B.J.; HONEYMAN, M.; LAMMERS, P. **Feeding bioenergy coproducts to swine: crude glycerol**. Ames: Iowa State University, 2007. Disponível em: <<http://www.ipic.iastate.edu/publications/IPIC11b.pdf> 2007>. Acesso em: 04 de maio 2015.

LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L. G. R.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, A. S.; DETMANN, E.; SOUZA, N. K. P.; LIMA, J. C. M. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n. 9, p. 1012-1020, 2010.

MARTINS, A.S.; KACHINSKI, M.B.; GALETTO, S.L.; MOLETTA, J.L.; LEAL, L.S. Consumo, desempenho e metabólitos sanguíneos de ovelhas suplementadas com glicerol na dieta. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 201 2013.

PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T. Fat in lactation ration: a review. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.1, p.1-14, 1980

Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and new world camelids (6th ed.) Washington, DC: National Academy Press, 2007.

ROGER, V.; FONTY, G.; ANDRE, C; GOUET, P. Effects of glycerol on the growth, adhesion and cellulolytic activity of the rumen cellulolytic bacteria and anaerobic fungi. **Currently Microbiologic**. V. 25, p. 197-201, 1992.

TEIXEIRA, D. A. B.; BORGES, I. Efeito do nível de caroço integral de algodão sobre o consumo e digestibilidade aparente da fração fibrosa do feno de braquiária (*Brachiaria decumbens*) em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.2, p.229-233, 2005.

VAN SOEST, P. J.; WINE, R.H. Use of detergents in analysis of fibrous feeds. IV. Determinations of plant cell-wall constituents. **Journal of the Association Official Analytical Chemists**, v.50, 1967.

CAPITULO 3 - Parâmetros ruminais e produção de gases em cordeiros alimentados com milho, amido ou caroço de algodão associados a glicerina bruta

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da associação da glicerina bruta, resíduo da produção de biodiesel, com o amido de milho (A), caroço de algodão (CA), ou milho (M) sobre parâmetros ruminais (valor de pH e concentração de nitrogênio amoniacal), produção de gases metano e dióxido de carbono e degradação in vitro. O experimento foi conduzido na Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Campus de Jaboticabal. A proporção volumoso: concentrado foi de 30:70. Para a determinação do nitrogênio amoniacal e do pH, foi utilizado o delineamento em Quadrado Latino, triplo 3x3, utilizando nove animais canulados no rúmen. A produção de metano foi avaliada pela incubação in vitro das dietas durante 24 horas a 39°C. A incubação das amostras das dietas para a determinação da degradação in vitro foi feita pela técnica de ANKOM®. Não houve efeito ($P>0,05$), para os valores de pH do líquido ruminal, com médias de 6,22; 6,26 e 6,31 para as dietas A, CA e M respectivamente. Para as concentrações de N-NH₃, foram observados maiores valores nas duas primeiras horas após a alimentação. Para a produção de gases metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂), houve diferença ($P<0,05$) para a produção expressa em volume total de gases, a dieta CA foi a que resultou em menor valor. Para a produção de CH₄ e CO₂ em mL/g de matéria seca (MS) incubada, CH₄ por grama de MS digerida e fibra em detergente neutro (FDN) digerida os menores valores foram observados para a dieta M. Para a degradação da MS e FDN a dieta CA resultou em menor degradação. A glicerina bruta pode ser utilizada na quantidade de 30 % da matéria seca, associada ao caroço de algodão e na substituição parcial ou total do milho em dietas de cordeiros confinados, sem prejudicar, os parâmetros ruminais (pH e N-NH₃), podendo levar a redução na produção de gases de efeito estufa.

Palavras-chave: dióxido de carbono, metano, nitrogênio amoniacal, pH

CHAPTER 3 - Ruminal parameters or gas production in lambs fed with corn, starch or cottonseed associated with crude glycerin

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effects of crude glycerin association, residue of biodiesel production, with the corn starch (A), cottonseed (CA) or corn (M) on ruminal parameters (pH and ammonia nitrogen concentration), production of methane gas and carbon dioxide and *in vitro* degradation. The experiment was conducted in Unity Studies Animal Digestive and Metabolic Department of Animal Science, University of Agriculture and Veterinary Sciences / UNESP, Campus Jaboticabal-SP. The roughage: concentrate ratio was 30:70. For the determination of ammonia nitrogen and pH, the design was used in Latin Square, triple 3x3 using nine cannulated animals in the rumen. Methane production was evaluated per *in vitro* incubation of the diets for 24 hours at 39°C. Incubation of samples of diets for determining the *in vitro* degradation was taken by ANKOM® technique. There was no effect ($P > 0.05$) to pH values of rumen fluid, with averages of 6.22; 6.26 and 6.31 for diets A, CA and M respectively. For N-NH₃ concentrations were observed greatest values on the first two hours after feeding. For the production of methane gas (CH₄) and carbon dioxide (CO₂), there was difference ($P < 0.05$) for the production expressed as total volume of gas, the CA diet has resulted in the lowest value. For the production of CH₄ and CO₂ on mL/g dry matter (DM) incubated CH₄ MS per gram of digested and neutral detergent fiber (NDF) digested the lowest values were observed for diet M. For the degradation of DM and NDF, the diet CA resulted on less degradation. The glycerin can be used on the amount of 30% dry matter, associated with cottonseed and in partial or total substitution of corn on lambs diets without impairing the fermentation parameters (pH, N-NH₃) and can lead reducing the production of greenhouse gases.

Keywords: carbon dioxide, methane, ammonia nitrogen, pH

Introdução

A ideia da utilização de alimentos não convencionais para ruminantes vem ganhando espaço nos últimos anos, principalmente com o objetivo de atender às dificuldades de pequenos produtores, para os quais muitas vezes o custo de alimentação dos animais é um impedimento para a criação. A avaliação de ingredientes alternativos para a alimentação de ruminantes deve incluir investigações sobre o padrão de fermentação ruminal. (FÁVARO, 2014).

Uma das formas de se estudar o padrão fermentativo das dietas e ingredientes é avaliar os parâmetros ruminais, como pH, nitrogênio amoniacal e produção de gases, dos ingredientes e das dietas fornecidas aos ruminantes.

O pH é um fator químico que tem papel importante no crescimento microbiano que pode ser influenciado pelo tipo de dieta, pelo consumo de alimento, pelo manejo alimentar e pela relação volumoso: concentrado da dieta (TIBO; VALADARES FILHO; VALADARES, 2000). O pH ruminal pode variar de 5,5 a 7,2, porém valores abaixo de 6,0 podem ser detectados logo após a alimentação, principalmente em dietas ricas em concentrados. Essa redução no valor de pH pode inibir a atividade das bactérias fermentadoras de celulose, diminuindo significativamente a eficiência de síntese de proteína microbiana (STROBEL e RUSSEL, 1986).

A amônia ruminal é fruto da degradação das células microbianas mortas no rúmen, do nitrogênio reciclado para o rúmen na forma de ureia, da degradação da proteína verdadeira da ração e do nitrogênio não proteico da dieta (SANTOS, 2011). Entretanto, a máxima atividade fermentativa ruminal é obtida entre 19 e 23 mg/dL de N-NH₃ no líquido ruminal (MEHREZ; ORSKOV; McDONALD, 1997). Existem variações na concentração de nitrogênio amoniacal no tempo após a alimentação, sendo que essa diferença é dependente do tipo de alimento fornecido aos animais (OWENS; ZINN, 1988).

A fermentação dos componentes dietéticos pela microbiota ruminal resulta na formação de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), usados pelo ruminante

como fonte de energia, e produção de gases (CO_2 e CH_4), (MARTIN; MORGAVI; DOREAU, 2009). A quantidade absoluta de CH_4 formado por animais consumindo diferentes dietas está relacionada a características inerentes ao alimento, incluindo a natureza e quantidade de alimento, a extensão de sua degradação, e a quantidade de H_2 formado (JOHNSON; JOHNSON, 1995; PELCHEN; PETERS, 1998; JANSSEN, 2010).

O impacto ambiental das atividades agropecuárias tem sido muito discutido nos últimos anos, principalmente os causados pela emissão de gases de efeito estufa e sua relação com as mudanças climáticas. A glicerina bruta pode auxiliar a reduzir a produção de metano, devido mudanças que ocorrem na fermentação ruminal, alterando a relação entre os ácidos graxos de cadeia curta favorecendo a produção de propionato e butirato. Em estudos *in vitro* realizados por LEE et al., (2011), após 24 h de incubação, a adição de glicerol reduziu o acumulado total de gás produzido. A redução na produção de gás pelo glicerol foi também observada por FERRARO et al., (2009).

Neste contexto, os objetivos deste trabalho foram verificar o efeito dos ingredientes energéticos (caroço de algodão, amido de milho ou milho) da dieta associados à glicerina, sobre parâmetros ruminiais (valor de pH e concentração de nitrogênio amoniacal), produção de gases metano e dióxido de carbono e degradação *in vitro*.

Material e métodos

Local e instalações

O experimento foi conduzido na Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Campus de Jaboticabal o qual possui gaiolas de 4,5 m² com piso de alvenaria e área de ripado (1,5 m²) apropriada para ovinos, com

bebedouro e comedouro individual. As gaiolas foram dispostas lado a lado ao abrigo de um barracão coberto com área de solário. Foi mantido manejo higiênico/sanitário rigoroso dos animais, sendo as baias e bebedouros higienizados diariamente.

Manejo e tratamentos (dietas)

Os animais receberam duas refeições diárias, às 7 h e às 17 h, com controle da quantidade fornecida. Os animais tiveram livre acesso a água. As dietas foram formuladas atendendo os requerimentos para ganho de 0,250 kg/dia, e a proporção volumoso concentrado utilizada foi 30:70. Como volumoso foi utilizado silagem de milho. Os concentrados utilizados foram compostos por milho, farelo de girassol, farelo de soja, caroço de algodão, amido de milho, glicerina, uréia e sal mineral. Foi utilizada glicerina bruta em forma líquida, com 84,99 % de glicerol, 7,80 % de água, 5,84 % de sais e <0,10 % de metanol, proveniente da indústria do biodiesel produzido a partir de óleos vegetais de soja e girassol, pela rota metílica, na Caramuru Alimentos S/A, São Simão – GO, Brasil. Os ingredientes milho, farelo de girassol, farelo de soja ou caroço de algodão foram triturados em moinho com peneira apresentando crivos de 5 mm, e misturados a uréia, ao sal mineral e ao amido de milho para a dieta com amido, em misturador horizontal. As batidas dos concentrados foram feitas em quantidade para estocagem de aproximadamente 15 dias. As três dietas foram misturadas no momento do fornecimento aos animais, então se pesava o volumoso, o concentrado e adicionava a quantidade de glicerina bruta correspondente ao tratamento e ao consumo de cada animal. A mistura da dieta total foi feita manualmente em baldes de 5 litros.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica e energia metabolizável dos ingredientes

INGREDIENTES	% MS						Mcal/ kg, MS
	MS	EE	AMIDO	PB	FDN	FDA	EM
Silagem de Milho	34,0	3,2	22,3	7,2	44,1	26,9	2,4
Milho moído	89,0	4,1	64,5	9,0	9,0	4,1	2,8
Amido	96,0	0,2	99,0	0,0	0,0	0,0	3,1
Glicerina	92,2	0,05	0,6	0,0	0,0	0,0	3,2
Caroço de Algodão	90,0	19,0	1,0	25,0	37,0	38,6	3,8
Farelo de Girassol	91,2	1,5	5,9	30,9	45,1	34,9	1,6
Farelo de Soja	89,0	1,6	5,8	45,0	14,1	9,9	2,5
Uréia pecuária	100,0	0,0	0,0	281,0	0,0	0,0	0,0
Sal Mineral	90,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

MS= matéria seca, EM= energia metabolizável, EE= Extrato Etéreo, PB= proteína bruta, Ca= Cálcio, P= Fósforo, FDN= fibra em detergente neutro e FDA= fibra em detergente ácido. (NRC, 2007).

Tabela 2. Composição percentual e nutricional das dietas (Tratamentos)

Ingredientes	Composição percentual (% MS) das dietas		
	A	CA	M
Silagem de Milho	30,0	30,0	30,0
Milho moído	0,0	0,0	8,0
Amido	7,0	0,0	0,0
Glicerina	30,0	30,0	30,0
Caroço de Algodão	0,0	15,0	0,0
F. Girassol	18,0	18,0	18,0
F. Soja	13,0	5,0	12,0
Ureia	1,0	1,0	1,0
Sal Mineral	1,0	1,0	1,0
	Composição nutricional (% MS)		
PB	16,4	16,6	16,6
EE	1,5	4,2	1,8
AMIDO	15,4	8,2	13,6
FDN	23,2	27,6	23,8
FDA	15,6	20,6	15,8
	Mcal/kg, MS		
EM	2,5	2,7	2,51

MS= matéria seca, EM= energia metabolizável, EE= Extrato Etéreo, PB= proteína bruta, FDN= fibra em detergente neutro e FDA= fibra em detergente ácido. (NRC, 2007). Sal mineral = Cálcio 103,00 g/Kg, Cálcio 115,00 g/kg, Cobalto 100,00 mg/kg, Cobre 600,00 mg/kg, Enxofre 30,00 g/kg, Ferro 1200,00 mg/kg, Flúor 600,00 mg/kg, Fosforo 60,00 g/kg, Iodo 130,00 mg/kg, Magnésio 10,00 g/kg, Manganês 600,00 mg/kg, Selênio 12,00 mg/kg, Sódio 175,00 g/kg, Zinco 4.000,00 mg/kg.

Parâmetros ruminais (pH e N-NH₃)

Para a determinação do nitrogênio amoniacal e do pH, foram utilizados nove animais canulados no rúmen, sendo 17 dias de adaptação e um dia de colheita das amostras de líquido ruminal para determinação de nitrogênio amoniacal e pH do líquido ruminal. As amostras foram colhidas manualmente e filtradas em tecido de náilon (100 micras) para separação do líquido ruminal, no qual se determinou, imediatamente o pH utilizando peagâmetro de mesa e

quantificou-se a concentração de nitrogênio amoniacal nos seguintes tempos: antes da alimentação da manhã (zero), 1, 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação. O nitrogênio amoniacal foi quantificado através da destilação de 2 mL de líquido ruminal em aparelho Micro Kjeldahl, utilizando solução de KOH 2 M e titulação com solução de ácido clorídrico 0,005 M segundo metodologia descrita por VIEIRA, (1980).

Produção de gás metano e dióxido de carbono

As determinações das produções ruminais dos gases metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂) foram realizadas após um dia de descanso da coleta de líquido ruminal para a determinação do pH e nitrogênio amoniacal. Para este estudo foram realizadas três repetições de cada período misturando o líquido ruminal dos animais que recebiam a mesma dieta. A produção de metano foi avaliada pela incubação *in vitro* das dietas durante 24 horas a 39°C. Dentro dos fermentadores (erlenmeyers de 250 mL) foram pesados a silagem de milho e os concentrados na relação de 30% de volumoso e 70% de concentrado, ambos secos e moídos a 1 mm para a incubação. Antes da alimentação, foi colhido o conteúdo ruminal, através da cânula ruminal dos ovinos, filtrado para separação do líquido e colocado nos fermentadores, para a incubação. Em cada fermentador foram adicionados 150 mL de líquido ruminal e 1,87 g de matéria seca da dieta. Foi também utilizado branco, o qual continha somente o líquido ruminal, sem a amostra das dietas. O gás produzido foi coletado por sistema condutor até o gasômetro, onde foram efetuadas medições de altura na coluna de gás armazenado, para quantificação dos gases totais produzidos. Após medição do gás total produzido, para determinação da concentração de CH₄ e CO₂, uma alíquota foi injetada em cromatógrafo gasoso Trace GC Ultra (Thermo Scientific®) equipado com metanador e detector de ionização de chama, utilizando o argônio como gás de arraste com fluxo de 25 mL/min e temperatura do forno de 70°C. A

calibração foi realizada com uma mistura padrão de gases metano e carbônico. As áreas dos picos foram integradas utilizando o software Chromquest 5.0.

Degradação *in vitro* das dietas

A incubação das amostras das dietas para a determinação da degradação *in vitro* foi feita pela técnica de ANKOM®. As amostras das dietas foram moídas previamente a 1,0 mm, colocados aproximadamente 0,5 g MS de cada dieta em sacos F57 ANKOM® e acondicionado em jarros, no aparelho DAISYII Incubador. Em cada jarro foram adicionados, 1.332 mL de solução tampão A (KH₂PO₄ - 10,0; MgSO₄.7H₂O - 0,5; NaCl - 0,5; CaCl₂.2H₂O - 0,1; Ureia - 0,5 em g/L) e solução tampão B (Na₂CO₃ - 15,0; Na₂S.9H₂O - 1,0 em g/L), de maneira a obter pH final de 6,8 a 39°C, sempre purgando CO₂ dentro dos jarros no momento da incubação para manter o meio anaeróbico. Após 30 minutos foram adicionados 400 mL do líquido ruminal filtrado. O jarro permaneceu na incubadora por 24 horas, aquecido a 39°C e em agitação constante. Após isso, os jarros foram drenados e os sacos secos em estufa a 55°C por 72 horas. Os conteúdos foram analisados quanto ao teor de MS, a degradação calculada de acordo com as equações abaixo:

$$\% \text{ DEGMS} = ((100 - (P3 - (P1 * C))) / P2) * 100$$

Onde: P1 = tara do saco F57;

P2 = peso da amostra;

P3 = peso final do saco F57 + resíduo após incubação;

C = correção para MS do saco F57 branco (peso final seco em estufa/peso inicial);

Análise estatística

Para os valores de pH ruminal, concentrações de nitrogênio amoniacal e produção de gases metano e dióxido de carbono, o delineamento foi o triplo quadrado latino 3x3, com medidas repetidas no tempo utilizando o procedimento MIXED do SAS. O modelo incluiu os efeitos aleatórios de quadrado, período e animal (quadrado), e os efeitos fixos de tratamento, tempo e tratamento x tempo. Quando significativos, as medias entre os tratamentos foram comparadas usando a diferença mínima significativa de Fisher (opção PDIFF do comando LSMEANS). A significância foi declarada a $P \leq 0,05$.

Resultados

Ao observar o comportamento das curvas de pH (Figura 1), nota-se que não foi verificado diferença ($P > 0,05$) entre tempo de coleta e tratamento para o pH, com valores médios para as oito horas de colheita de 6,22; 6,26 e 6,31 para as dietas A, CA e M respectivamente. Em média o pH oscilou de 7,04 e 6,74 entre os tempos de 0 a 8 horas após a alimentação, sendo o valor médio mínimo para duas horas após a alimentação de 5,65.

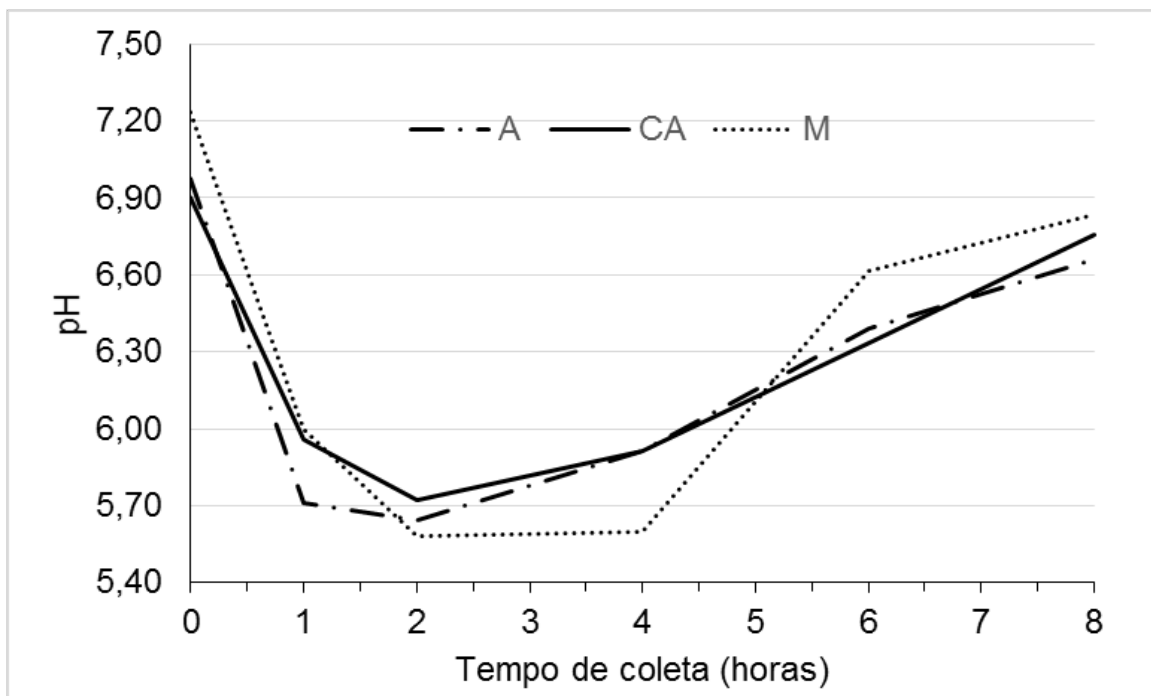


Figura 1 - Curvas de pH do líquido ruminal ao longo do tempo após a alimentação.

A= dieta com amido de milho e 30% de glicerina bruta, CA= dieta com caroço de algodão e 30% de glicerina bruta e M=dieta com milho e 30% de glicerina bruta

Ao longo das oito horas de coleta após a alimentação, observou-se que a concentração do nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) do líquido ruminal atingiu maiores valores nas duas primeiras horas após a alimentação (Figura 2). Este comportamento na concentração era esperado, assim como a queda gradativa até atingir o menor valor após oito horas de alimentação. Notou-se que houve efeito ($P < 0,05$) no tempo de coleta dentro dos tratamentos, mas entre os tratamentos não se observou diferença estatística ($P > 0,05$).

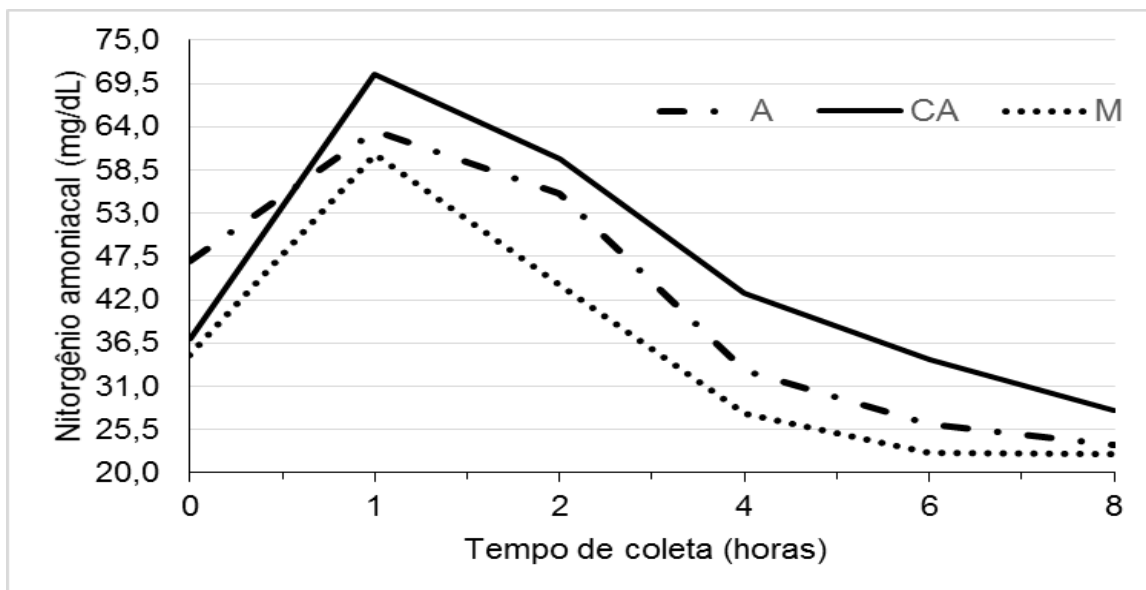


Figura 2 - Curvas de nitrogênio amoniacoal do líquido ruminal ao longo do tempo após a alimentação.

A= dieta com amido de milho e 30% de glicerina bruta, CA= dieta com caroço de algodão e 30% de glicerina bruta e M=dieta com milho e 30% de glicerina bruta

Houve diferença ($P < 0,05$) nos valores de produção de gases *in vitro* (Tabela 3) quanto ao volume total de gases (VT), metano em mL/g de matéria seca incubada (CH_4), dióxido de carbono em mL/g de matéria seca incubada (CO_2g), metano em mL/g de matéria seca degradada (CH_4gd), pH final e degradação da matéria seca (DEGMS).

Tabela 3 – Produção de gases metano, dióxido de carbono e degradação *in vitro* 24 h, das dietas com 30% de glicerina bruta na dieta

Variável ¹	Tratamentos ²			CV (%)	Valor de P <
	A	CA	M		
VT (mL)	233,56a	156,68c	208,22b	12,40	0,0001
CH ₄ g (mL/g)	17,86a	15,04b	14,47bc	12,72	0,0001
CO ₂ g (mL/g)	58,77a	55,31b	50,10c	5,33	0,0001
CH ₄ gd (mL/gd)	23,97a	21,60b	19,90c	12,67	0,0001
pH inicial	6,86	7,04	6,94	-	-
pH final	6,21bc	6,24b	6,30a	1,1	0,0001
DEGMS	74,50a	69,65c	72,72b	2,77	0,0001

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey (P<0,05). ¹VT = volume total de gases mL/24h, CH₄g = metano em mL/g de matéria seca incubada, CO₂g = dióxido de carbono em mL/g de matéria seca incubada, CH₄gd = metano em mL/g de matéria seca degradada e DEGMS = degradação da matéria seca. CV = coeficiente de variação. ²A= dieta com amido de milho e 30% de glicerina bruta, CA= dieta com caroço de algodão e 30% de glicerina bruta e M = dieta com milho e 30% de glicerina bruta

Discussão

Conhecer o pH ruminal e a oscilação que ocorre antes, durante e após a alimentação dos ruminantes é importante a fim de prevenir e corrigir problemas relacionados à fermentação das dietas no rúmen o que pode levar à queda do consumo, da digestibilidade da fibra e do desempenho dos animais, a problemas metabólicos como a acidose clínica e subclínica. Para Homem Junior et al., (2010) estes distúrbios podem ocorrer em dietas com elevada proporção de concentrado, onde o pH diminui rapidamente, podendo atingir valores muito ácidos que comprometem a saúde do rúmen, principalmente quando a fonte energética for o amido.

As dietas utilizadas em confinamento são constituídas por elevada proporção de grãos, que pode conduzir ao consumo de grandes quantidades de carboidratos rapidamente fermentáveis e levar a queda excessiva do pH,

prejudicando a fermentação e a saúde ruminal, pois é necessário se atentar para a qualidade e quantidade de fibra e a granulometria do concentrado utilizado na dieta. No presente estudo o concentrado utilizado foi moído a 5 mm, embora normalmente se utilize 2 mm, e a glicerina foi adicionada à dieta total momentos antes de ser fornecida ao animal. Este procedimento pode ter contribuído para manter o pH em concentração adequada pois assim dificultava a seleção dos ingredientes pelos animais, ocorrendo consumo homogêneo da dieta e mantendo boa atividade física da dieta no rúmen, pois após duas horas de fornecimento foi possível observar os animais ruminando.

Mesmo não ocorrendo diferença estatística para os tratamentos nota-se que a queda do pH entre a primeira e segunda hora após a ingestão das dietas foram similares. Isto é característico do processo de fermentação em dietas com elevada proporção de concentrado (HOMEM JUNIOR et al., 2010) e devido às características fermentativas da glicerina bruta (DONKIN, 2008), que mesmo não sendo um carboidrato tem comportamento similar no processo fermentativo do rúmen originando produtos da fermentação similares aos dos carboidratos, que podem contribuir com a queda do pH. A dieta M foi a que manteve por maior período o pH em menor valor (2 e 4 horas), isto pode ter ocorrido devido a característica dos ingredientes da dieta, pois esta foi a única que possuiu milho na composição e, como relatado, o concentrado foi triturado a 5 mm. Assim a exposição do amido do grão de milho de certa forma ficou protegido e a sua fermentação e degradação foi mais tardia e lenta apresentando este tipo de comportamento na curva de pH.

Isso pode ter ocorrido devido a matriz protéica associada ao amido nos cereais, com função estrutural servindo de união aos grãos de amido, insolúvel em água, densamente concentrada no endosperma vítreo dos grãos dos cereais (CHANDRASHEKAR e MAZHAR, 1999). Essa matriz proteica associada aos grânulos de amido nos cereais envolve os grãos de amido em uma matriz hidrofóbica impermeabilizando o grânulo, dificultando o acesso das enzimas e microrganismos ao grânulo e por suas características apresenta baixa degradabilidade ruminal (NASCIMENTO; PAULINO; DETMANN, 2009). Em grãos

inteiros a adesão das bactérias é prejudicada pelo pericarpo que são resistentes à digestão por dificultarem a ação das enzimas (HUNTINGTON, 1997). Por outro lado na dieta A, que conteve amido de milho puro, sua exposição às bactérias para fermentação foi rápida, assim o pH caiu rapidamente e se manteve por menor tempo em valores menores.

As características de processamento dos cereais, fonte de amido, tratamentos químicos e térmicos têm influência na fermentação e degradação do amido, pois poderão facilitar ou dificultar o acesso das bactérias aos grânulos, além disso as interações entre as bactérias ruminais e o tipo de dieta também interferem na velocidade de digestão dos compostos das dietas. (CORONA; OWENS; ZINN, 2006). Após a degradação do amido, estes produtos (oligossacarídeos, dissacarídeos ou monossacarídeos) são absorvidos pelas bactérias e utilizados para a produção de proteína microbiana ou ácidos graxos de cadeia curta, sendo estes a principal fonte de energia para os ruminantes (KOZLOSKI, 2002).

A importância de se avaliar a concentração de $N-NH_3$ do rúmen é que ela pode influenciar a degradação ruminal da fibra, pois é fonte importante de nitrogênio para o crescimento de bactérias fibrolíticas (ARCURI; LOPES; CARNEIRO, 2006). Na Figura 2 observou-se que a curva da dieta CA tem o pico de $N-NH_3$ mais elevado que as demais dietas, mesmo não ocorrendo diferença estatística, e é possível notar que a queda é menos acentuada. Este comportamento pode ser explicado pois a principal fonte de proteína nesta dieta é o caroço de algodão e farelo de girassol e isto ocorre devido à fermentação e degradação destes ingredientes no rúmen serem mais lentas, em relação ao farelo de soja que foi usado em maior porcentagem nas dietas A e M. Altas concentrações de $N-NH_3$ ruminal podem ser resultado de excesso de proteína degradada no rúmen ou baixas concentrações de carboidratos degradados no rúmen (SATTEr e SLYTER, 1974).

Segundo VAN SOEST (1994), a concentração ótima de $N-NH_3$ para uma adequada fermentação ruminal é de 10 mg/dL, porém este valor pode ser alterado em função da disponibilidade de energia fermentável. A principal fonte de energia

nas dietas foi a glicerina bruta, que é absorvida pelas papilas do rúmen, tomando outras vias metabólicas e não participando da fermentação ruminal efetivamente, nas primeiras quatro horas após a ingestão (KREHBIEL, 2008 e DONKIN, 2008). A dieta CA possui o caroço de algodão como “segunda opção” para fonte de energia e a dieta A e M o amido de milho e milho respectivamente. Como as fermentações do amido de milho e do milho são mais rápidas que o caroço de algodão, observa-se que os picos de $N-NH_3$ das dietas A e M estão mais próximos podendo-se concluir que as velocidades de degradação e fermentação da energia e proteína para estas dietas foram similares ao longo das observações.

A redução no VT de gases produzidos quando se utilizou a glicerina bruta associada ao caroço de algodão na dieta CA, pode ser explicada pela ação da quantidade de lipídios, expressa em extrato etereo, na formulação da dieta. Os mecanismos de ação dos lipídios sobre a metanogênese ocorrem através dos efeitos na redução da matéria orgânica fermentável no rúmen, e por causar efeito tóxico, já que os lipídios não são fontes de energia para as bactérias ruminais, causando redução da atividade das metanogênicas pela presença de lipídios (MACHMULLER; SOLIVA; KREUZER, 2003) e por exercem efeitos tóxicos sobre as bactérias celulolíticas (NAGAJARA et al., 1997).

Segundo BEAUCHEMIN et al. (2008), a efetividade da adição de lipídios para reduzir emissões de metano depende de vários fatores, incluindo nível de suplementação, fonte de lipídio utilizada, forma de fornecimento (óleo refinado ou sementes de oleaginosas) e tipo de dieta.

Para a produção de CH_4g , CH_4gd e CO_2g os tratamentos glicerina bruta associada ao caroço de algodão (CA) e/ou ao milho (M), apresentam menores valores, que podem ser atribuídos à melhoria na eficiência energética das dietas, provavelmente, em função da quantidade de extrato etereo, em função do aumento da produção de ácido propiônico através da fermentação da glicerina, e mudanças na relação acetato/propionato no rúmen (McGUFFEY; RICHARDSON; WILKINSON, 2001). De acordo com Lee et al., (2011), o mecanismo pelo qual se justifica essa mudança na relação acetato/propionato é o direcionamento dos H^+ e CO_2 que estariam disponíveis para a metanogênese, excedentes da produção de

acetato, para a produção de propionato. Levando em consideração que o glicerol é fermentado principalmente a propionato, há redução da produção desses gases, com conseqüente redução da produção de CH₄.

Quando observamos os valores de DEGMS, a dieta CA, foi a que apresentou menor valor, o que pode ser creditado ao impacto da gordura na dieta, que pode deprimir a digestibilidade da fibra. KARALAZOS, DOTAS e BIKOS (1992), notaram depressão linear significativa no coeficiente de digestibilidade da MS com o aumento do caroço de algodão de 0 a 53% na dieta. Também ZINN (1989) verificou diminuição linear da digestão ruminal da MO com aumento do nível de óleo como suplemento de 0 a 8%, estes autores relatam que o impacto da gordura na dieta, que pode deprimir a digestibilidade da fibra

Conclusão

A glicerina bruta pode ser utilizada na quantidade de 30 % da matéria seca, associada ao amido de milho, caroço de algodão e ao milho em dietas de cordeiros confinados, sem prejudicar, os parâmetros ruminais (pH e N-NH₃). Podendo levar a redução na produção de gases de efeito estufa quando associada ao caroço de algodão e ao milho.

Referências

ARCURI, P. B.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C. Microbiologia do rúmen. In: Berchielli, T. T.; Pires, A. V.; Oliveira, S. G. (Eds) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, p.539-580, 2006.

BEAUCHEMIN, K.A.; KREUZER, M.; O'MARA, F.; MCALLISTER, T. A. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 48, p. 21–27, 2008.

CORONA, L.; OWENS, F.N.; ZINN, R.A. Impact of corn vitreousness and processing on site and extent of digestion by feedlot cattle. **Journal Animal Science**, v. 84: p. 3020–3031, 2006.

CHANDRASHEKAR, A.; MAZHAR, H. The biochemical basis and implications of grain strength in sorghum and maize. **Journal Cereal Science**, v.30, p.193-207, 1999.

DONKIN, S. S. Glicerol from biodiesel production : the new corn for dairy cattle. **Brazilian Journal of Animal Science.**, v. 37, suppl., p. 280-286 ,2008.

EUN, J. S.; FELLNER, V.; GUMPERTZ, M.L. Methane production by mixed ruminal cultures incubated in dual-flow fermentors. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p.112-121, 2004.

FÁVARO, V. R. **Milho ou polpa cítrica associados à glicerina na alimentação de bovinos de corte confinados**. 2014. 92 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2006

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

HOMEM JUNIOR, A. C.; EZEQUIEL, J. M. B.; FÁVARO, V. R. et al. Fermentação ruminal de ovinos alimentados com alto concentrado e grãos de girassol ou gordura protegida. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, p.144-153, 2010.

GOMES, M. A. B.; MORAES, G. V.; MATAVELI, M.; MACEDO, F. A. F.; CARNEIRO, T. C.; ROSSI, R. M. Performance and carcass characteristics of lambs fed on diets supplemented with glycerin from biodiesel production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 10, 2011.

HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, Vol 75, p. 852-867, 1997.

JOHNSON, K. A.; JOHNSON, D. E. Methane Emissions from Cattle. **Journal Animal Science**, v. 73, p. 2483-2492, 1995

KARALAZOS, A.; DOTAS, D.; BIKOS, J. A note on the apparent digestibility and nutritive value of whole cottonseed given to sheep. **Animal Production**, v.55, p.285-287. 1992.

KOZLOSKI, V. G. Bioquímica microbiana ruminal. In: **Bioquímica dos ruminantes**. 1 ed. Santa Maria: UFMS, 2002, cap. 1, p. 140p.

KREHBIEL, C. R. Ruminal and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal Science**. V. 86 (Suppl.) p. 392, 2008.

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**, 166, 269-274, 2011.

MACHMULLER, A.; SOLIVA, C. R.; KREUZER, M. Methane-suppressing effect of myristic acid in sheep as affected by dietary calcium and forage proportion. **British Journal of Nutrition**, v. 90, p. 529–540, 2003.

MARTIN, C.; MORGAVI, D. P.; DOREAU, M. Methane mitigation in ruminants: from microbes to the farm scale. **Animal**, v. 4, n. 3, p. 351365, 2009.

McGUFFEY, R.K.; RICHARDSON, L.F.; WILKINSON, J.I.D. Ionophores for dairy cattle: Current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**. 84:E194, 2001.

MEHREZ, A, Z; ØRSKOV; E, R; MCDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition** v. 38, p. 437-443, 1977.

NASCIMENTO, M.L.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. Fontes de energia em suplementos múltiplos para recria de novilhos mestiços em pastejo durante o período de transição seca/águas: desempenho produtivo e características nutricionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1133-1141, 2009.

NAGARAJA, T. G.; NEWBOLD, C. J.; VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER D. I. Manipulation of ruminal fermentation. In: Hobson, P. N.; Stewart, C. S. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p. 523–632.

NRC Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and new world camelids (6th ed.)Washington, DC: National Academy Press, 2007.

OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. Ruminal fermentation. In: Church, D. C. (Ed). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Waveland Press, p.145-171, 1988.

OWENS, F.N. & ZINN, R. Metabolismo de la proteína en los rumiantes. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **El rumiante: fisiología digestiva e nutrición**. Zaragoza: Acribia. 3.ed. 1988. p.255-281.

PELCHEN, A.; PETERS, K. J. Methane emission from sheep. **Small Ruminant Research**, v. 27, n. 2, p. 137-150, 1998.

SANTOS, F. A. P. Metabolismo de proteínas. In: Bechielli, T. T.; Pires, A. V.; Oliveira, S. G. (Eds). **Nutrição de Ruminantes**. 2ed. Jaboticabal: Funep, 2011. 583 p.

SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 32, n. 2, p. 199-205, 1974.

STRADIOTTI JUNIOR, D.; QUEIROZ, A.C.; LANA, R.P.; PACHECO, C.G.; DETMANN, E.; EIFERT, E.C.; NUNES, P.M.M. Ação do extrato de própolis sobre a fermentação in vitro de diferentes alimentos pela técnica de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p. 1093-1099, 2004.

STROBEL, H.J.; RUSSEL, J.B. Effect on pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.2941-2947, 1986

TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Níveis de concentrado em dietas de ovinhos mestições F1 Simental x Nelore. 1. Consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.910-920, 2000.

TEIXEIRA, D. A. B.; BORGES, I. Efeito do nível de caroço integral de algodão sobre o consumo e digestibilidade aparente da fração fibrosa do feno de braquiária (*Brachiaria decumbens*) em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.2, p.229-233, 2005.

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

VIEIRA, D. M. et al. Nutrition of the weaned Holstein calf. II. Effect of dietary protein level on nitrogen balance, digestibility and feed intake. **Journal Animal Science**, Savoy, v.50, n.5, p.945-951, 1980.

ZINN, R. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for feedlot steers: metabolism. **Journal of Animal Science**, v.67, n.3-4, p.10381049, 1989.

CAPITULO 4 - Características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de cordeiros alimentados com milho, amido ou caroço de algodão associados a glicerina bruta

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da associação da glicerina bruta, resíduo da produção de biodiesel, com o amido de milho, caroço de algodão, ou milho sobre as características da carcaça e a qualidade da carne de cordeiros confinados. O experimento foi conduzido na Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp, Campus de Jaboticabal. Foram utilizados 39 cordeiros contemporâneos não castrados, com aproximadamente 70 dias de idade e peso corporal inicial médio de $19,08 \pm 1,5$ kg. A proporção volumoso concentrado foi de 30:70. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com três dietas e 13 repetições. Ao atingir 35 kg de peso corporal foram submetidos a jejum de dieta sólida por 16 horas e pesados (peso vivo ao abate). Em seguida, ocorreu o atordoamento com pistola de dardo sem penetração. Foram obtidos os pesos de carcaça quente, e o rendimento de carcaça e após o resfriamento por 24 horas em câmara frigorífica a 4°C, as carcaças foram novamente pesadas para a obtenção do peso de carcaça fria. As carcaças foram divididas longitudinalmente e a meia carcaça esquerda foi seccionada em cinco regiões anatômicas. No músculo Longissimus lumborum foram realizadas às mensurações para determinação da área de olho de lombo (AOL), pH (0h), pH (24h), cor, capacidade de retenção de água (CRA), perdas por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), colesterol e perfil de ácidos graxos da carne. O peso vivo ao abate, peso de carcaça quente e fria, perda por resfriamento, rendimento de carcaça quente e os pesos e rendimentos dos cortes comerciais da carcaça não diferiram ($P > 0,05$). A AOL, espessura de gordura subcutânea, pH(0h), pH(24h) e cor do músculo Longissimus lumborum, não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos tratamentos, assim como, CRA, PPC, FC. Para a concentração de ácido graxos saturados, insaturados e poliinsaturados houve diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos. A glicerina bruta pode ser usada na quantidade de 30% da matéria seca, associada ao caroço de algodão e na substituição parcial ou total do milho em dietas de cordeiros confinados, mostrando que pode proporcionar carne mais saudável aos consumidores.

Palavras-chave: ácidos graxos da carne, cor, colesterol, pH

CHAPTER 4 - Quantitative and qualitative characteristics of the carcass of lambs meat fed with corn, starch or cottonseed associated with crude glycerin

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the effects of crude glycerin association, residue of biodiesel production, with the corn starch, cottonseed or corn on carcass characteristics and meat quality of lambs. The experiment was conducted in Unity Studies Animal Digestive and Metabolic Department of Animal Science, University of Agriculture and Veterinary Sciences / Unesp, Campus Jaboticabal-SP. Were used 39 contemporary lambs no castrated, approximately 70 days of age and average body weight of 19.08 ± 1.5 kg, The roughage: concentrate ratio was 30:70. The statistical design was completely randomized with three diets and 13 repetitions. With 35 kg body weight were submitted to solid diet fasting for 16 hours and weighed (live weight at slaughter). Then came the stunning with no penetration dart gun. Were obtained the hot carcass weights, the carcass yield and after cooling for 24 hours in cold storage at 4 °C, the carcasses were weighed again to obtain the cold carcass weight. The carcasses were divided lengthwise and left half-carcass was sectioned on five anatomical regions. In *Longissimus lumborum* the measurements to determine the loin eye area (LEA), pH (0H), pH (24H), color, water holding capacity (WHC), cooking losses (CL), shear force (SF), cholesterol and fatty acid of the meat. The live weight at slaughter, hot and cold carcass weight loss by cooling, hot carcass yield and weights and yields of carcass commercial cuts did not differ ($P > 0.05$). The LEA, fat thickness, pH (0H), pH (24H) and color of the *Longissimus lumborum* muscle, were not influenced ($P > 0.05$) between treatments, as well as WHC, PL, SC. For the concentration of saturated fatty acid, unsaturated and polyunsaturated difference ($P < 0.05$) between treatments. The crude glycerin may be used in the amount of 30% dry matter, associated with cottonseed and on partial or total substitution of corn in lambs diets, showing that can proportional a healthier meat for the consumer.

Keywords: color, cholesterol, meat fatty acids, pH

Introdução

A produção de carne depende, em grande parte, dos processos de crescimento, e vários são os fatores que influenciam a composição tecidual e, conseqüentemente, o crescimento animal, com destaque para a nutrição, tendo em vista que a produtividade é influenciada pela qualidade e quantidade de nutrientes consumidos. O nível nutricional a que o animal está submetido exerce grande influência sobre o rendimento da carcaça e de seus cortes e a proporção dos tecidos musculares (CUNHA et al., 2008).

A qualidade da carne está relacionada à saúde e preferência do consumidor e pode ser afetada por diferentes fatores como alimentação, idade, peso de abate, sexo e genótipo. O peso e idade de abate ideais variam muito entre as raças ovinas; no entanto, deve-se procurar abater animais jovens, com características de carcaça que atendam às exigências do consumidor, pois, com o avançar da idade, o animal tende a depositar menor quantidade de proteína, enquanto a de lipídio aumenta (MACEDO et al., 2000).

O uso da glicerina bruta na alimentação de ruminantes pode resultar em maior disponibilidade de compostos gliconeogênicos (DONKIN et al., 2009) e, proporcionar mudanças na carcaça e qualidade da carne (ELAM et al., 2008) por aumentar a disponibilidade de carbono para a síntese de ácidos graxos (VERSEMANN, et al., 2008). Edwards et al. (2012), relataram que a suplementação com glicerina purificada de 8 a 15% pode causar a diminuição da lipólise. A lipólise é um pré-requisito da biohidrogenação que ocorre no rúmen, a qual é responsável pela saturação dos ácidos graxos dietéticos consumidos pelos ruminantes, diminuindo, então, a disponibilidade de ácidos graxos insaturados para serem incorporados à carne (KRUEGER et al., 2010).

Estudos da associação da glicerina bruta com outros ingredientes, alto amido, não encontraram efeitos sobre o rendimento de carcaça, área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea (MACH, BACH; DEVANT, 2009). No entanto, Carvalho et al. (2015), utilizou glicerina bruta em dietas com baixo amido

para cordeiros confinados e concluiu que a inclusão de 30% de glicerina bruta na matéria seca, resultou em menor rendimento de carcaça, não influenciou os aspectos físicos da carne e reduziu a concentração de ácidos graxos saturados, bem como aumentou os ácidos graxos insaturados na carne de cordeiros.

Portanto, os objetivos deste trabalho foram verificar os efeitos dos ingredientes energéticos (amido de milho, caroço de algodão ou milho) da dieta associados à glicerina bruta, sobre as características da carcaça e a qualidade da carne de cordeiros confinados.

Material e métodos

Local e instalações

O experimento foi conduzido na Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp, Campus de Jaboticabal o qual possui gaiolas de 1,5 m² de piso suspenso ripado apropriadas para ovinos, com bebedouro e comedouro individual. As gaiolas foram dispostas lado a lado ao abrigo de um barracão coberto com telhas de barro.

Animais, manejo e tratamentos (dietas)

Foram utilizados cordeiros não castrados, da raça Santa Inês com aproximadamente 70 dias de idade e peso corporal médio de 19,08±1,5 kg, contemporâneos e provenientes de um rebanho comercial. Durante o período pré-experimental de 15 dias os cordeiros foram identificados com brincos, everminados e receberam suplementação de vitaminas A, D e E, a dieta pré-experimental foi composta de silagem de milho e concentrado com os mesmos ingredientes das dietas experimentais. Os animais receberam duas refeições

diárias, às 07:00 h e às 17:00 h, com controle da quantidade fornecida e pesagem das sobras para determinação do consumo de matéria seca, estas foram permitido a um máximo de 5% do fornecido. Os animais tiveram livre acesso a água. As pesagens foram realizadas a cada 14 dias para controle do desenvolvimento dos animais.

As dietas experimentais isoprotéicas e isoenergéticas foram formuladas atendendo os requerimentos para ganho de 0,250 kg/dia, e a proporção volumoso concentrado utilizada foi 30:70. Como volumoso foi utilizado silagem de milho. Os concentrados utilizados foram compostos por milho, farelo de girassol, farelo de soja, caroço de algodão, amido, glicerina, uréia e sal mineral. Foi utilizada glicerina bruta em forma líquida, com 84,99 % de glicerol, 7,80 % de água, 5,84 % de sais e <0,10 % de metanol, proveniente da indústria do biodiesel produzido a partir de óleos vegetais de soja e girassol, pela rota metálica, na Caramuru Alimentos S/A, São Simão – GO, Brasil. Os ingredientes (Tabela 1), milho, farelo de girassol, farelo de soja e caroço de algodão foram triturados em moinho com peneira apresentando crivos de 5 mm, e misturados a uréia, ao sal mineral e ao amido para a dieta com amido, em misturador horizontal. As três dietas foram misturadas no momento do fornecimento aos animais, então se pesava o volumoso, o concentrado e adicionava a quantidade de glicerina bruta correspondente ao tratamento e ao consumo de cada animal. A mistura da dieta total foi feita manualmente em baldes de 5 litros.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica e energia metabolizável dos ingredientes

INGREDIENTES	% MS						Mcal/ kg, MS
	MS	EE	AMIDO	PB	FDN	FDA	EM
Silagem de Milho	34,0	3,2	22,3	7,2	44,1	26,9	2,4
Milho moído	89,0	4,1	64,5	9,0	9,0	4,1	2,8
Amido	96,0	0,2	99,0	0,0	0,0	0,0	3,1
Glicerina	92,2	0,05	0,6	0,0	0,0	0,0	3,2
Caroço de Algodão	90,0	19,0	1,0	25,0	37,0	38,6	3,8
Farelo de Girassol	91,2	1,5	5,9	30,9	45,1	34,9	1,6
Farelo de Soja	89,0	1,6	5,8	45,0	14,1	9,9	2,5
Uréia pecuária	100,0	0,0	0,0	281,0	0,0	0,0	0,0
Sal Mineral	90,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

MS= matéria seca, EM= energia metabolizável, EE= Extrato Etéreo, PB= proteína bruta, FDN= fibra em detergente neutro e FDA= fibra em detergente ácido. (NRC, 2007).

Tabela 2 - Composição percentual e nutricional das dietas (Tratamentos)

Ingredientes	Composição percentual (% MS) das dietas		
	A	CA	M
Silagem de Milho	30,0	30,0	30,0
Milho moído	0,0	0,0	8,0
Amido	7,0	0,0	0,0
Glicerina	30,0	30,0	30,0
Caroço de Algodão	0,0	15,0	0,0
F. Girassol	18,0	18,0	18,0
F. Soja	13,0	5,0	12,0
Ureia	1,0	1,0	1,0
Sal Mineral	1,0	1,0	1,0
	Composição nutricional (% MS)		
PB	16,4	16,6	16,6
EE	1,5	4,2	1,8
AMIDO	15,4	8,2	13,6
FDN	23,2	27,6	23,8
FDA	15,6	20,6	15,8
	Mcal/kg, MS		
EM	2,5	2,7	2,51

A= dieta com amido de milho e 30% de glicerina bruta, CA= dieta com caroço de algodão e 30% de glicerina bruta e M=dieta com milho e 30% de glicerina bruta
 MS= matéria seca, EM= energia metabolizável, EE= Extrato Etéreo, PB= proteína bruta, FDN= fibra em detergente neutro e FDA= fibra em detergente ácido. (NRC, 2007). Sal mineral = Cálcio 103,00 g/Kg, Cálcio 115,00 g/kg, Cobalto 100,00 mg/kg, Cobre 600,00 mg/kg, Enxofre 30,00 g/kg, Ferro 1200,00 mg/kg, Flúor 600,00 mg/kg, Fosforo 60,00 g/kg, Iodo 130,00 mg/kg, Magnésio 10,00 g/kg, Manganês 600,00 mg/kg, Selênio 12,00 mg/kg, Sódio 175,00 g/kg, Zinco 4.000,00 mg/kg.

Tabela 3 - Composição percentual dos principais ácidos graxos das dietas (Tratamentos)

Ácidos graxos %	Tratamento		
	A	CA	M
Mirístico C14:0	0,14	0,17	0,54
Palmítico C16:0	14,84	15,41	21,61
Estearico C18:0	3,48	3,79	2,97
Araquídico C 20:0	0,64	0,57	0,42
Palmitoleico C16:1	0,12	0,13	0,37
Cis-vacênico C18:1n7	0,82	0,87	0,54
Oleico C18:1n9c	29,06	25,4	19,11
Linoleico C18:2n6c	45,96	47,98	51,74
γ linolenico C18:3n6	0,03	0,02	0,11
α linolenico C18:3n3	3,2	3,79	1,55

A= dieta com amido de milho e 30% de glicerina bruta, CA= dieta com caroço de algodão e 30% de glicerina bruta e M=dieta com milho e 30% de glicerina bruta.

Abate e características da carcaça

Para esta avaliação foram utilizados 39 animais, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e 13 repetições. Ao atingir 35 kg de peso corporal foram submetidos a jejum de dieta sólida por 16 horas e pesados (peso vivo ao abate). Em seguida, ocorreu o atordoamento com pistola de dardo sem penetração e posterior degola e sangria. Foram obtidos os pesos de carcaça quente, e o rendimento de carcaça foi obtido pela relação entre o peso de carcaça quente e o peso de abate, expresso em porcentagem. Após o resfriamento por 24 horas em câmara frigorífica a 4°C, as carcaças foram novamente pesadas para a obtenção do peso de carcaça fria e respectivo rendimento de carcaça fria.

Posteriormente, as carcaças foram divididas longitudinalmente e a meia carcaça esquerda foi seccionada em cinco regiões anatômicas ou cortes comerciais sendo: pescoço (referente às sete vértebras cervicais, obtido por corte oblíquo entre a sétima cervical e a primeira torácica), paleta (região que compreende a escápula, úmero, rádio, ulna e carpo), costelas (compreendem as

13 vértebras torácicas com as costelas correspondentes e o esterno), lombo (compreende a região das vértebras lombares, obtido perpendicularmente à coluna, entre a 13^a vértebra dorsal-primeira lombar e a última lombar-primeira sacra) e perna (base óssea que abrange a região do ílio, ísquio, púbis, vértebras sacrais, as duas primeiras vértebras coccígeas, fêmur, tíbia e tarso, obtida por corte perpendicular à coluna entre a última vértebra lombar e a primeira sacra), segundo metodologia adaptada de GARCIA (1998) e SILVA SOBRINHO (1999) (Figura 1). Cada corte foi pesado separadamente e em seguida, calcularam-se suas porcentagens em relação à meia carcaça esquerda.

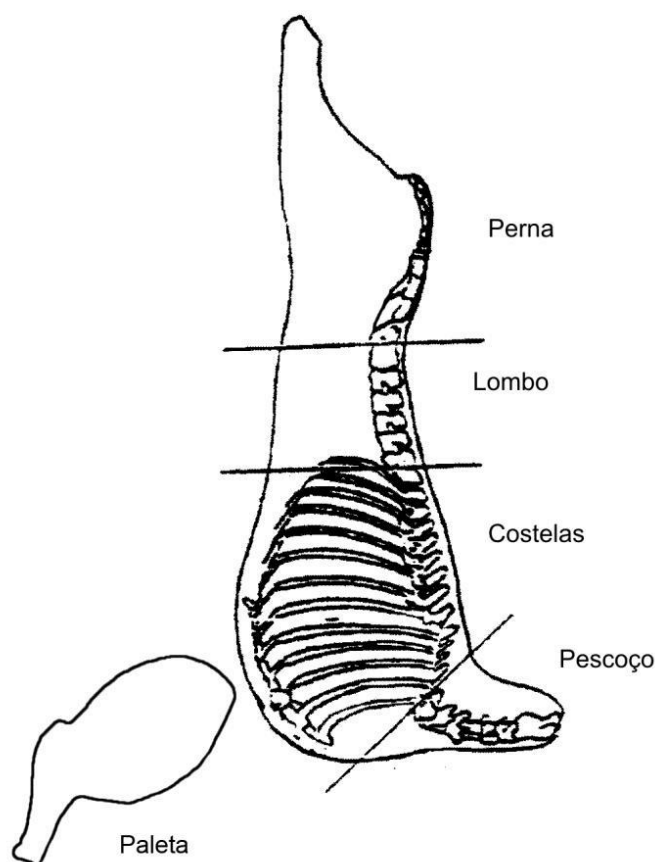


Figura 1: Cortes comerciais na meia carcaça de cordeiros, segundo as regiões anatômicas: paleta, perna, lombo, costelas e pescoço. Adaptado de GARCIA (1998) e SILVA SOBRINHO (1999).

No músculo *Longissimus lumborum* da meia carcaça esquerda também foram feitas as mensurações para determinação da área de olho de lombo (AOL),

entre a 12^a e 13^a costelas, calculada pela fórmula $(A/2 \times B/2)\pi$, proposta por SILVA SOBRINHO (1999), em que A é o comprimento máximo e B é a profundidade.

Cor e pH

As determinações da cor da carne foram realizadas como descritas por Houben et al., (2000), utilizando-se colorímetro (Modelo CR 400, Minolta Choma Meter). Avaliaram-se a luminosidade (L^*) 0 = preto; 100 = branco, a intensidade da cor vermelha (a^*) - 60 = verde; 60 = vermelho e a intensidade da cor amarela (b^*) - 60 = azul; 60 = amarelo. Trinta minutos antes da realização das avaliações, em pontos diferentes da amostra da carne, foi realizado um corte transversal ao músculo para exposição da mioglobina ao oxigênio, conforme descrito por Abularach, Rocha e Felício (1998). Após esse período, a cor foi mensurada três vezes, utilizando-se o valor médio. A calibração do aparelho foi realizada antes da leitura das amostras com um padrão branco e outro preto. As medidas de pH da carcaça foram tomadas logo após o abate dos animais (pH inicial) e após 24 horas de refrigeração (pH final), utilizando-se peagâmetro com eletrodo de penetração (Texto, modelo 205), introduzindo-o em um corte de 2 a 4 cm de profundidade feito no músculo *Longissimus lumborum*, na carcaça esquerda entre a 12° e 13° costelas.

Capacidade de retenção de água, força de cisalhamento e perdas por cocção

O músculo *Longissimus lumborum*, situado na meia carcaça esquerda, foi totalmente retirado com o auxílio de bisturi e facas, sendo separadas as devidas amostras embaladas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas em freezer a -20°C para realização das análises de carne no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal da Unesp, Campus de Jaboticabal (SP). Para realização das análises de capacidade de retenção de água, força de cisalhamento e perdas por cocção. Para determinação da capacidade de retenção

de água (CRA) da carne, amostras de 500 ± 20 mg foram colocadas sobre papel filtro entre duas placas acrílicas e sobre estas, colocado um peso de 10 kg por 5 minutos. Posteriormente, as amostras foram pesadas e calculou-se a capacidade de retenção de água, sendo CRA: peso final/peso inicial x 100, segundo metodologia de HAMM (1960). Para determinação das perdas de peso por cozimento, as amostras foram pesadas antes e após serem submetidas ao cozimento em forno industrial pré-aquecido a 170°C , até que a temperatura interna da amostra atingisse 72°C , quando então foram retiradas do forno e resfriadas em temperatura ambiente. As perdas de peso por cozimento foram calculadas pela fórmula: $100 - (\text{peso da amostra assada} \times 100 / \text{peso da amostra crua})$. Posteriormente, foram retiradas sub-amostras (1 cm^2) da carne cozida para determinação da força de cisalhamento, utilizando-se texturômetro (Texture Analyser) acoplado a lâmina Warner-Blatzler, o qual mensura a pressão necessária para que a lâmina corte a porção do músculo, sendo o resultado expresso em kgf/cm^2 .

Colesterol e perfil de ácidos graxos

A quantidade de colesterol da carne foi determinada segundo metodologia de Bohac et al. (1988), adaptada por Bragagnolo E Rodriguez-Amaya (1992), na qual 10 gramas de carne crua foram submetidas à extração de lipídios com clorofórmio: metanol na relação 2:1. Em seguida, uma alíquota de 5 mL do extrato clorofórmico foi evaporada com nitrogênio gasoso e submetida à saponificação com solução de hidróxido de potássio em etanol a 12%. A fração insaponificável (colesterol) foi extraída com hexano, purificada e submetida à reação de cor com ácido acético e ácido sulfúrico, tendo como catalisador o sulfato ferroso. Em seguida, foi procedida a leitura em espectrofotômetro a 490nm. A curva de calibração para colesterol foi elaborada utilizando-se 0,01 gramas de colesterol p.a. diluído em 50 mL de hexano, do qual foram retiradas alíquotas que corresponderam a 40, 80, 120, 160 e 200 mg/mL.

Antes da leitura dos ácidos graxos, foi feita a extração de lipídios totais da carne utilizando-se a técnica a frio descrita por Bligh e Dyer (1959), que retira a fase lipídica da amostra. Posteriormente, foi feita a transesterificação dos triacilgliceróis utilizando o método 5509 da ISO (1978), em solução de n-heptano e KOH/metanol. Os ésteres de ácidos graxos foram isolados e analisados em cromatógrafo gasoso (Shimadzu 14B), equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida (30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de Omegawax 250). Os fluxos dos gases foram de 1,2 mL/min para o gás de arraste (H_2); 30 mL/min para o gás auxiliar (N_2) e 30 e 300 mL/min de H_2 e ar sintético, respectivamente. A temperatura inicial para a chama da coluna foi estabelecida em 50°C, mantida por 2 minutos, sendo então elevada para 220°C a uma taxa de 4°C/minuto, permanecendo por mais 25 minutos. A razão de divisão da amostra foi de 1:100. As áreas dos picos foram determinadas por Integrador-Processador CG-300, e a identificação dos picos por comparação dos tempos de retenção com os padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos padrões (Sigma).

Análise estatística

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com três dietas e 13 repetições. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância adotando o procedimento estatístico PROC GLM (SAS, 2001). As medias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados

O peso vivo ao abate, peso de carcaça quente e fria, perda por resfriamento e rendimento de carcaça quente não diferiram ($P>0,05$), com média de peso vivo ao abate (PVA) de 34,16 kg, peso de carcaça quente e fria (PQF) de 16,66 kg e 16,30 kg, perda por resfriamento de 2,27 % e rendimento de carcaça quente (RQC) de 48,81 % (Tabela 4).

Tabela 4 – Peso e rendimento da carcaça de cordeiros confinados com 30% de glicerina bruta na dieta

Variável	Tratamento			CV %	Valor de P
	A	CA	M		
PVA (kg)	34,03	34,03	34,42	4,55	0,768
PCQ (kg)	16,76	16,32	16,85	3,90	0,124
PCF (kg)	16,33	16,03	16,53	4,45	0,233
PR (%)	2,60	2,16	2,02	6,29	0,568
RCQ (%)	49,31	48,11	49,03	4,69	0,428

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($P<0,05$). ¹PVA = peso vivo ao abate, PCQ = peso da carcaça quente, PCF = peso da carcaça fria, PR = perda ao resfriamento, RCQ = rendimento de carcaça quente. CV = coeficiente de variação. ²A= dieta com amido de milho e 30% de glicerina bruta, CA= dieta com caroço de algodão e 30% de glicerina bruta e M=dieta com milho e 30% de glicerina bruta.

O peso e rendimento dos cortes comerciais da carcaça não diferiram ($P>0,05$) em função dos tratamentos (Tabela 5). Com medias de pesos para os principais cortes da carcaça perna, lombo e paleta de 2,510, 0,965 e 1,669 kg, respectivamente. Para o rendimento dos principais cortes as medias foram de 31,31 %, 12,02 % e 20,82 % para perna, lombo e paleta.

Tabela 5 – Peso e rendimento dos cortes comerciais da carcaça de cordeiros confinados com 30% de glicerina bruta na dieta

Variável	Tratamento			CV %	Valor de P
	A	CA	M		
Pescoço					
Kg	0,743	0,717	0,708	16,06	0,721
%	9,18	9,12	8,76	15,54	0,707
Paleta					
Kg	1,674	1,658	1,674	8,43	0,946
%	20,67	21,06	20,74	7,03	0,776
Lombo					
Kg	0,965	0,959	0,970	13,58	0,975
%	11,89	12,18	12,00	11,80	0,881
Costela					
Kg	2,175	2,072	2,150	7,59	0,269
%	26,83	26,37	26,64	6,77	0,816
Perna					
Kg	2,510	2,476	2,545	7,42	0,661
%	30,96	31,49	31,51	5,76	0,685

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($P<0,05$). CV = coeficiente de variação. A= dieta com amido de milho e 30% de glicerina bruta, CA= dieta com caroço de algodão e 30% de glicerina bruta e M=dieta com milho e 30% de glicerina bruta.

As características relacionadas ao comprimento (A), profundidade (B), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) do músculo *Longissimus lumborum*, não foram influenciados ($P>0,05$) pelos tratamentos, assim as medias foram 5,18 cm na medida A, 2,84 cm na B, 11,50 cm² de AOL e 2,41 mm de EGS (Tabela 6).

Tabela 6 – Medidas do músculo *longissimus lumborum* de cordeiros confinados com 30% de glicerina bruta na dieta

Variável ¹	Tratamento ²			CV %	Valor de P
	A	CA	M		
A (cm)	5,38	5,03	5,12	8,47	0,123
B (cm)	2,88	2,87	2,78	11,47	0,695
AOL (cm ²)	12,13	11,25	11,11	10,49	0,082
EGS (mm)	2,23	2,62	2,40	28,80	0,371

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). CV = coeficiente de variação. ¹A= comprimento do músculo *Longissimus Lumborum*, B= largura do músculo *Longissimus lumborum*, AOL = área de olho de lombo e EGS= espessura de gordura subcutânea. ²A= dieta com amido de milho e 30% de glicerina bruta, CA= dieta com caroço de algodão e 30% de glicerina bruta e M=dieta com milho e 30% de glicerina bruta.

As dietas não influenciaram ($P > 0,05$), os valores médios de pH (Tabela 7) com valor médio de 6,28 e 5,6 para pH às (0h e 24h) respectivamente. Para as coordenadas que indicam a cor da carne, não diferiu ($P > 0,05$), sendo os valores médios para luminosidade (L), teor de vermelho (a) e teor de amarelo (b) da carne em 24h de 34,42; 18,39 e 7,07, respectivamente.

Tabela 7 – Potencial hidrogeniônico (pH), temperatura (T) e cor da carne de cordeiros confinados com 30% de glicerina bruta na dieta

Variável	Tratamento			CV %	Valor de P
	A	CA	M		
pH (0h)	6,42	6,41	6,30	2,51	0,132
pH (24h)	5,62	5,57	5,61	2,98	0,684
T (0h)	37,04	36,83	37,36	3,21	0,531
T (24h)	4,62	4,08	4,57	55,10	0,835
Cor 24h					
L	34,76	34,47	34,03	11,73	0,897
a	18,55	18,42	18,21	21,63	0,976
b	7,31	7,18	6,72	33,62	0,803

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). CV = coeficiente de variação. A= dieta com amido de milho e 30% de glicerina bruta, CA= dieta com caroço de algodão e 30% de glicerina bruta e M=dieta com milho e 30% de glicerina bruta.

A perda de peso por cozimento (PPC), capacidade de retenção de água (CRA), força de cisalhamento (FC) e colesterol da carne dos cordeiros não foram alterados ($P>0,05$), com a associação da glicerina bruta ao amido de milho, caroço de algodão ou milho, apresentando as respectivas medias 29,67 %, 62,17 %, 2,72 kgf/cm² e 31,39 mg/100mg (Tabela 8).

Tabela 8 – Perda de peso por cozimento (PPC), capacidade de retenção de água (CRA), força de cisalhamento (FC) e colesterol da carne de cordeiros confinados com 30% de glicerina bruta na dieta

Variável	Tratamento			CV %	Valor de P
	A	CA	M		
PPC (%)	29,67	30,07	29,28	7,78	0,698
CRA (%)	62,96	62,28	61,28	4,76	0,360
FC (kgf/cm ²)	2,70	2,85	2,62	20,33	0,761
Colesterol (mg/100)	31,32	32,17	30,67	17,76	0,798

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($P<0,05$). CV = coeficiente de variação. A= dieta com amido de milho e 30% de glicerina bruta, CA= dieta com caroço de algodão e 30% de glicerina bruta e M=dieta com milho e 30% de glicerina bruta.

Na Tabela 9 são apresentados os resultados dos principais ácidos graxos da carne, e os tratamentos promoveram modificações nos ácidos graxos saturados. A concentração de ácido margárico (C17:0) foi menor ($P<0,05$) na carne dos cordeiros alimentados com o tratamento CA em relação ao tratamento A. Para o ácido graxo esteárico (C18:0) houve maior ($P>0,05$) concentração na carne dos alimentados com CA quando comparado com os tratamentos A e M. E o ácido araquídico (C20:0), teve maior concentração nos tratamentos CA e M, sendo que o tratamento A não diferiu ($P>0,05$) de M.

Os ácidos monoinsaturados heptadecanoico (C17:1), Oleico (C18:1n9c) e eicosaenoico (C20:1n9), tiveram maiores concentrações ($P<0,05$) na carne dos animais dos tratamentos A e M. Entre os ácidos monoinsaturados o tratamento CA teve maior concentração para o ácido cisvacênico (C18:1n7).

Dos dez ácido polinsaturados analisados, foram observados efeitos ($P<0,05$) dos tratamentos somente em três, ácido linoleico (C18:2n6c), α linolenico

(C18:3n3) e CLA (C18:2c9,t11) sendo que o tratamento CA resultou em maiores concentrações comparado com os tratamentos A e M, sendo que estes não diferiram ($P>0,05$) entre si.

Tabela 9 – Principais ácidos graxos presentes na carne de cordeiros confinados com 30% de glicerina bruta na dieta

Variável	Tratamento			CV (%)	Valor de P
	A	CA	M		
Saturados %					
Cáprico (C10:0)	0,148	0,153	0,145	17,06	0,783
Láurico (C12:0)	0,075	0,081	0,081	25,97	0,744
Mirístico (C14:0)	2,10	2,33	2,11	14,13	0,140
Pentadecanoico (C15:0)	0,619	0,541	0,574	24,45	0,389
Palmítico (C16:0)	24,39	24,70	24,08	55,26	0,520
Margarico (C17:0)	2,74a	2,11b	2,51ab	23,88	0,037
Estearico (C18:0)	12,21b	14,76a	12,53b	11,82	0,0004
Araquídico (C20:0)	0,055b	0,068a	0,065ab	19,77	0,033
Monoinsaturados %					
Miristoleico (C14:1)	0,365	0,293	0,321	25,53	0,102
Palmitoleico (C16:1)	2,18	2,01	2,12	14,14	0,381
Heptadecenoico (C17:1)	2,21a	1,43b	1,95a	26,50	0,001
Oleico (C18:1n9c)	48,21ab	45,81b	48,64a	52,13	0,016
Cisvacênico (C18:1n7)	1,72b	1,84a	1,75ab	70,46	0,049
Eicosenoico (C20:1n9)	0,085a	0,068b	0,089a	21,91	0,010
Nervônico (C24:1n9)	0,088	0,074	0,082	55,61	0,736
Poliinsaturados %					
Linoleico (C18:2n6c)	1,85b	2,55a	1,94b	27,04	0,009
γ linolenico (C18:3n6)	0,028	0,030	0,028	30,05	0,796
α linolenico (C18:3n3)	0,110b	0,139a	0,117b	18,53	0,008
CLA (C18:2C9,t11)	0,228b	0,414a	0,280b	27,21	<,0001
Eicosadienoico (C20:2)	0,018	0,018	0,019	37,68	0,824
Eicosatrienoico (C20:3n6)	0,045	0,047	0,048	48,36	0,941
Araquidônico (C20:4n6)	0,435	0,463	0,432	56,31	0,944
EPA (C20:5n3)	0,031	0,024	0,036	59,36	0,268
DTA (C22:4n6)	0,047	0,048	0,048	47,52	0,996
DHA (C22:n3)	0,012	0,012	0,011	84,87	0,968

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($P<0,05$). CV = coeficiente de variação. A= dieta com amido de milho e 30% de glicerina bruta, CA= dieta com caroço de algodão e 30% de glicerina bruta e M=dieta com milho e 30% de glicerina bruta, CLA= ácido linolênico conjugado, EPA= eicosapentaenoico, DTA= docosatetraenoico e DHA= docosahexaenoico.

As quantidades totais de ácidos graxos saturados e insaturados (monoinsaturados e poliinsaturados) e suas principais relações podem ser visualizadas na Tabela 10. O total de ácidos graxos saturados, ($P < 0,05$) foi menor nos tratamentos A e M. O total de ácidos graxos insaturados e monoinsaturados nos tratamentos A e M, apresentaram maiores concentrações ($P < 0,05$) e quantidades de poliinsaturados foi maior no tratamento CA. Nas relações insaturados:saturados e monoinsaturados:saturados a carne dos animais dos tratamentos A e M apresentaram maiores valores ($P < 0,05$) e para as demais relações estudadas não houve diferença ($P > 0,05$).

Tabela 10 – Total de ácidos graxos saturados, insaturados, monoinsaturados, poliinsaturados, suas relações e as relações de $\Omega 6$: $\Omega 3$ na carne de cordeiros confinados com 30% de glicerina bruta na dieta

Variável	Tratamento			CV (%)	Valor de P
	A	CA	M		
Saturados	42,33b	44,74a	42,09b	52,77	0,0112
Insaturado	57,67a	55,26b	57,91a	39,83	0,0112
Monoinsaturados	54,86a	51,52b	54,94a	45,68	0,0016
Poliinsaturados	2,81b	3,74a	2,96ab	28,67	0,0328
Insaturados:saturados	1,37a	1,24b	1,38a	93,44	0,0122
Monoinsaturados:saturados	1,30a	1,16b	1,31a	97,44	0,0045
Poliinsaturados:saturados	0,067	0,084	0,071	28,93	0,1302
$\Omega 6$: $\Omega 3$	15,849	17,583	15,471	18,85	0,2039

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). CV = coeficiente de variação. A= dieta com amido de milho e 30% de glicerina bruta, CA= dieta com caroço de algodão e 30% de glicerina bruta e M=dieta com milho e 30% de glicerina bruta.

Discussão

O peso da carcaça é o primeiro critério a ser considerado no momento da comercialização e, juntamente com fatores como a conformação, cobertura de gordura subcutânea e cor da carne, expressam o conjunto de características utilizadas para definir uma carcaça de qualidade. Além disso, o peso da carcaça

está correlacionado à composição em músculo, osso e gordura e o tamanho dos diferentes cortes da carcaça ovina (ALCADE e HORCADA, 2009). Os PCQ (16,66 kg) e PQF (16,30) foram semelhantes aos reportados por Gomes et al. (2011) que utilizaram em seu estudo 30% de glicerina bruta e cordeiros da raça Santa Inês confinados cujos valores foram 15,88 kg para PCQ e 15,79 kg para PCF.

Para a variável perda por resfriamento observou-se média de 2,27% valor consideravelmente baixo pois, na literatura para ovinos, existem relatos com valores que podem ter a amplitude de 1 a 7 % (MARTINS et al. 2000) e é influenciada pela uniformidade da gordura de cobertura, temperatura e umidade relativa da câmara frigorífica. Os valores médios para os cortes comerciais (Tabela 5) mostraram equilíbrio na distribuição da massa muscular na carcaça e são importantes quando se faz a comercialização por cortes, devido o melhor preço pago por cortes que possuem maior relação de músculo:osso (perna, paleta e lombo), assim é interessante que estes tenham maior rendimento nas carcaças.

Os resultados apresentados são similares aos relatados por Gomes et al., (2011) e Lage et al. (2014), que trabalharam com animais da raça Santa Inês e com peso de abate similares (35 kg), sendo que o último autor utilizou menor quantidade de glicerina na dieta 12 %. Para estas variáveis (Tabelas 4, 5 e 6) os diferentes grupos genéticos, pesos de abate e diversidade de dietas utilizadas, pode ter grande influência nos pesos e rendimentos de cortes comerciais da carcaça ovina. A mensuração da área de olho de lombo AOL é uma maneira confiável para predizer o crescimento muscular, possuindo alta correlação com o peso de abate dos animais (SAINZ, 1996). No presente estudo a média para AOL foi de 11,50 cm².

A medida EGS com média de 2,41 mm estão próximas ao desejado (3 a 5 mm). A gordura é o componente que apresenta maior variabilidade e está diretamente relacionada aos aspectos qualitativos e sensoriais da carne, além de atuar na proteção contra o cold shortening (encurtamento das fibras musculares pelo frio que aumenta a dureza da carne), e as perdas no resfriamento, congelamento e no processo de conservação (SANTOS et al., 2001). As medidas do músculo *Longissimus lumborum* estão dentro dos padrões encontrados nas

carnes comercializadas de ovinos, indicando que a glicerina bruta não interfere nos padrões das características comerciais da carne. Estes resultados corroboram com os de Gomes et al. (2011) e Gunn et al. (2010a, b)

O valor de pH final (pH 24H), pode ser indicativo que não houve estresse acentuado pré-abate. De acordo com Duarte et al. (2011) em animais não estressados pre-abate os valores de pH final são de 5,5 a 5,8. O valor médio observado no presente estudo, 5,60, também pode indicar que as transformações bioquímicas responsáveis pela conversão do músculo em carne foram realizadas normalmente. Segundo MORENO (2011), o valor de pH (24H) é indicativo da boa qualidade final da carne, e prediz que outros parâmetros como capacidade de retenção de água, cor e sabor também estejam dentro dos padrões de qualidade para a carne ovina. Outros fatores que contribuíram para obter o bom valor de pH (24H) foram a EGS e a temperatura de resfriamento na câmara frigorífica observados nas Tabelas 5 e 6. Não houve diferença na temperatura das carcaças (T24h) e na EGS, que protege o músculo no resfriamento da carcaça. Para IMMONEN et al., (2000) e VELASCO et al., (2004), o valor de pH é maior quando os animais apresentam carcaças com menor EGS. A gordura subcutânea atua como isolante térmico durante a refrigeração, reduzindo assim a taxa de arrefecimento da carcaça, permitindo o declínio normal do pH.

A cor da carne é afetada pela nutrição, raça, idade, peso ao abate, tipo de músculo, exercício físico e processo de congelamento (OLLETA e SAÑUDO, 2009). No presente estudo não foram observadas grandes variações destes fatores. Em ruminantes, a natureza do alimento pouco influencia a cor da carne, devido às intensas transformações que os mesmos sofrem no rúmen (RICO, 1992). Os valores médios para os tratamentos de “L” 34,42, “a” 18,39 e “b” 7,07 estão dentro da amplitude de valores citados por Sañudo et al. (2000) e Warris (2003), para a carne ovina, que geralmente apresenta valores de 30,03 a 49,47 para L; 8,24 a 23,53 para “a” e de 3,38 a 11,10 para “b”.

A perda de peso por cozimento e CRA possuem correlações positivas (PARDI et al., 1993). Observa-se na Tabela 8 que as associações da glicerina bruta às dietas com amido de milho, caroço de algodão e milho não foram

influenciadas ($P>0,05$). Um fator que poderia influenciar nestas características é o pH da carne. Como observado anteriormente neste trabalho não houve efeito de tratamento para esta variável, assim, refletindo para valores dentro da normalidade para PPC e CRA. Os estudos de Lawrie, (2005) afirmam a influência do pH na CRA relatando que a velocidade de queda do pH *post mortem* determina a CRA, pois quanto mais rápida for a queda do pH, maior será a desnaturação das proteínas sarcoplasmáticas, forçando a saída do líquido que se dissociou das proteínas. Além disso, a proteólise e a oxidação das proteínas influenciam diretamente a capacidade da carne em reter sua água (HUFF-LONERGAN e LONERGAN, 2005). Portanto, os resultados obtidos no presente estudo são condizentes com pesquisas recentes onde demonstraram que a alimentação com glicerina bruta não interfere na perda de peso por cozimento da carne (GOMES et al., 2011; LAGE et al., 2014).

A influência da alimentação está associada principalmente com a deposição de gordura subcutânea e intramuscular, que provoca aumento na sensação de suculência e maciez da carne (ALVES et al., 2005). O valor médio para força de cisalhamento do presente estudo é de 2,72 Kg/cm². Segundo Shackelford et al., (1991), a força de cisalhamento até 4,5 kgf classifica a carne como macia e garante boa aceitação pelo consumidor. No presente estudo não foram estudados outros fatores como atividades enzimáticas associadas à maciez da carne e tipo de fibras que possam justificar o valor encontrado para FC, os fatores estudados como EGS e CRA, que podem influenciar a FC não diferiam entre os tratamentos e se encontram dentro dos valores da literatura citada.

O colesterol não foi alterado ($P>0,05$) com os tratamentos, sendo o valor médio de 31,39 mg/100g, inferior aos verificados por Madruga et al., (2008) de 79,70 mg/100g, ao incluírem caroço de algodão na dieta de cordeiros em confinamento. Pellegrin et al., (2014), observaram valor médio de 87,78 mg/100g, não havendo diferença entre os teores de glicerina bruta de (0, 10, 20 e 30%) na dieta de cordeiros lactantes ($P>0,05$). Os valores encontrados nesta pesquisa foram considerados relativamente baixos (< 90 mg/100 g), o que pode ser importante para os consumidores no quesito saúde, e para produtores de carne de

cordeiro pela possível propaganda mercadológica de um produto saudável (MADRUGA et al., 2008)

Os ácidos graxos saturados palmítico e mirístico não diferiram ($P>0,05$) entre os tratamentos, o que é interessante ao se pensar nos benefícios para a saúde humana, pois estes ácidos são hipercolesterolêmicos. Para Moloney et al., (2001) e Madruga et al., (2008) estes podem levar ao aumento da síntese de colesterol e favorecem o acúmulo de lipoproteínas de baixa densidade, o que representa fator de risco para o aparecimento de doenças cardiovasculares.

O ácido margárico e outros ácidos de cadeia ímpar, são formados por meio de alongamento de propionato ou valerato (OR-RASHID, ODONGO, McBRIDE, 2007). Observa-se na Tabela 9 que os tratamentos A e M apresentam maiores valores para o ácido margárico, a explicação pode ser devido a formação de ácido propiônico como citado acima e de acordo com a afirmação de Lee et al. (2001) e Avila-Stagno et al. (2013) a glicerina bruta é fermentada a ácido propiônico no rúmem, assim podendo resultar em mudanças nos valores de ácidos de cadeia ímpar na carne. O ácido esteárico foi alterado ($P<0,05$) quando comparado os tratamentos A e M com CA, resultando em menor valor para os tratamentos A e M. Resultado este interessante, pois o ácido esteárico é precursor do ácido oleico, que é o ácido mais abundante na carne de cordeiros (DIAZ et al., 2005). A transformação do esteárico em oleico ocorre pela enzima esteroil Co-A dessaturase ($\Delta-9$) (WOOD et al., 2008). Sendo assim, o aumento de ácido oleico para os tratamentos A e M pode estar associado a diminuição da concentração de ácido esteárico.

O aumento de ácidos graxos insaturados é benéfico para a saúde humana, por serem hipocolesterolêmicos, que tendem a diminuir o colesterol do sangue (WILLIAMS, 2000; VALSTA, TAPANAINEN, MÄNNISTÖ, 2005). No presente estudo observa-se aumento ($P<0,05$) nos valores de ácidos graxos poliinsaturados linoleico, α linolênico e CLA para o tratamento CA. Existem inúmeros fatores que podem ter contribuído para este resultado, começando pela característica da dieta do tratamento CA, a associação da glicerina bruta com o caroço de algodão pode ter contribuído para o aumento ($P>0,05$) dos valores dos ácidos precursores do

ácido CLA e conseqüente aumento no valor de CLA, para o tratamento CA. De acordo com Shimid, Collomb, Sieber, (2006), verificaram que dietas rica em grãos de oleaginosas, como caroço de algodão têm incrementado a concentração de CLA na carne. Com relação aos precursores do CLA, Macedo et al., (2008) e Manso et al., (2009) relataram que a inclusão de grãos de oleaginosas eleva o valor de ácido vacênico na carne que é precursor do CLA. Outra justificativa que pode ser considerada a partir da afirmativa de Bauman et al., (1999) é em relação biohidrogenação que pode ocorrer de forma incompleta, dependendo da taxa de passagem dos alimentos no rúmen, sendo que maior taxa de passagem acarreta em biohidrogenação mais incompleta. Considerando que dietas com maior proporção de concentrado aumentam a taxa de passagem no rúmen, a biohidrogenação seria mais incompleta resultando em maior formação de CLA, já que a maior parte de sua formação provém da biohidrogenação incompleta do ácido linoleico da dieta, ou seja, são produtos intermediários da biohidrogenação. Este é um fator que pode explicar o aumento do CLA na carne do presente estudo, aliado ao aumento do seu principal precursor (ácido linoleico) na dieta (Tabela 3).

De forma geral, os tratamentos A e M diminuíram os valores de ácidos graxos saturados e aumentaram nos ácidos insaturados. Devido a menor quantidade de ácidos saturados e maior de insaturados para os tratamentos A e M, conseqüentemente as diferenças ($P < 0,05$) nas relações insaturados:saturados e monoinsaturados:saturados com maiores valores para os tratamentos A e M. Nos poliinsaturados, o maior valor foi observado para o tratamento CA e conseqüentemente maior relação poliinsaturados:saturados. Independente de tratamento, os valores aqui encontrados para relação insaturados:saturados totais, estão superiores ao recomendado pelo Departamento de Saúde do Reino Unido de (0,40) para um alimento ser considerado saudável (WOOD et al., 2003) uma vez que na carne de ruminantes, a relação ácidos graxos insaturados:saturados, geralmente é baixa, em torno de 0,1 (SCOLLAN et al., 2001), variando de 0,06 a 0,15 em função do processo de biohidrogenação dos ácidos graxos poliinsaturados no rúmen pela ação de microrganismos (FRENCH et al., 2000).

Conclusão

A glicerina bruta associada ao amido de milho, ao caroço de algodão ou ao milho na dieta de cordeiros confinados, não altera o rendimento das carcaças, dos cortes comerciais e os aspectos físicos da carne. Os perfis de ácidos graxos apresentaram menores valores totais de ácidos graxos saturados, principalmente associado ao amido de milho e milho e aumento nos ácidos poliinsaturados, sobretudo no ácido CLA quando associada ao caroço de algodão.

Referências

ABULARACH, M. L.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contra-filé (M. L. dorsi) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 205–210, 1998.

ALCADE, M. J.; HORCADA, A. La canal ovina. In: SAÑUDO, C.; CEPERO, R. **Ovinotecnia: producción y economía en la especie ovina**. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza, p. 301-315, 2009.

ALVES, D. D.; GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira, Goiânia**, v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.

AVILA-STAGNO, J., CHAVES, A. V., HE, M. L., HARSTAD, O. M., BEAUCHEMIN, K. A., MCGINN, S. M., & MCALLISTER, T. A. Effects of increasing concentrations of glycerol in concentrate diets on nutrient digestibility, methane emissions, growth, fatty acid profiles and carcass traits of lambs. **Journal of Animal Science**, v. 91, p. 829–837, 2013.

BAUMAN, D. E.; BAUMGARD, L. H.; CORL, B. A. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Proceedings...** American Society of Animal Science, Albany, v. 77, p. 1-15, 1999.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Ottawa, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUES-AMAYA, D. B. Teores de colesterol em carne de frango. **Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 122, 1992.

CARVALHO, V. B.; Leite, R.F.; Almeida, M.T.C.; Paschoaloto, J.R.; Carvalho, E.B.; Lanna, D.P.D.; Perez, H.L.; Van Cleef, E.H.C.B.; Homem Junior, A.C.; Ezequiel, J.M.B. Carcass characteristics and meat quality of lambs fed high concentrations of crude glycerin in low-starch diets. **Meat Science**, v. 110, p.185-192, 2015.

CUNHA, M. G. G.; CARVALHO, F. F. R.; GONZAGA NETO, S.; CEZAR, Ma. F. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1112-1120, 2008.

DIAZ M. T; ÁLVAREZ, I.; DE LA FLUENTE, J.; SAÑUDO, C; CAMPO M. M.; OLIVER, M. A.; FONT I FURNOLS, M.; MONTOSI, F.; SAN JULIÁN, R.; NUTE, G. R.; CAÑEQUE, V. Fatty acid composition of meat from typical lamb production systems of Spain, United Kingdom, Germany and Uruguay. **Meat Science**, Barking, v. 71, n. 2, p. 256–263, 2005.

DONKIN, S. S.; KOSER, S. L.; WHITE, H. M.; DOANE, P. H.; CECAVA, M. J. Feeding value of glycerol as a replacement for corn grain in rations fed to replacement dairy cow. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.92, n. 10, p.51115119, 2009.

DUARTE, M. S., PAULINO, P. V., FONSECA, M. A., DINIZ, L. L., CAVALI, J., SERAO, N. V., GOMIDE, L. A., REIS, S. F., COX, R. B. Influence of dental carcassmaturity on carcass traits and meat quality of Nelore bulls. **Meat Science**, v. 88(3), p. 441–446, 2011.

EDWARDS, H. D.; ANDERSON, R. C.; MILLER, R. K.; TAYLOR, T. M.; HARDIN, M. D.; SMITH, S. B.; KRUEGER, N. A.; NISBET, D. J. Glycerol inhibition of ruminal lipolysis in vitro. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 95, n. 9, p. 5176-5181, 2012.

ELAM, N. A.; ENG, K. S.; BECHTEL, B.; HARRIS, J. M.; CROCKER, R. Glycerol from Biodiesel Production: Considerations for feedlot diets. In: SOUTHWEST

NUTRITION CONFERENCE, 21, 2008, Tempe, AZ, USA. **Proceedings...** Tempe: The University of Arizona, p. 1-13, 2008.

FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; O'RIORDAN, E. G.; MONAHAN, F. J.; CAFFREY, P. J.; MOLONEY, A. P. Fatty acid composition. including conjugated linoleic acid. of intramuscular fat from steers offered grazed grass. grass silage or concentrate based diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 78, n. 9, p. 2849-2855, 2000.

GARCIA, C. A. **Avaliação de resíduo de panificação "biscoito" na alimentação de ovinos e nas características quantitativa e qualitativa das carcaças.** Jaboticabal, 1998. 79 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.

GOMES, M. A. B.; MORAES, G. V.; MATAVELI, M.; MACEDO, F. A. F.; CARNEIRO, T. C.; ROSSI, R. M. Performance and carcass characteristics of lambs fed on diets supplemented with glycerin from biodiesel production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 10, 2011.

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

GUNN, P. J.; SCHULTZ, A. F.; VAN EMON, M. L.; LEMENAGER, R. P.; RUSK, C. P.; LAKE, S. L. Effects of elevated crude glycerin concentrations on feedlot performance, carcass characteristics, and serum metabolite and hormone concentrations in finishing ewe and wether lambs. **The Professional Animal Scientist**, v.26, p.298-306, 2010b.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advances in Food Research**, v. 10, n. 2, p. 335-443, 1960.

HOUBEN, J. H.; VAN DIJK, A.; EIKELBOOM, G.; HOVING-BOLINK, A.H. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on color stability and lipid oxidation in minced beef. **Meat Science**, Barking, v. 55, n. 3, p. 331-336, 2000.

HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S. M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, Barking, v. 71, n. 1, p. 194–204, 2005

IMMONEN, K.; RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Some effects of residual glycogen concentration on the physical and sensory quality of normal pH beef. *Meat Science*. v. 55(1), p. 33–38, 2000.

ISO – International Organization for Standardization. Animal and vegetable fats and oils – Preparation of methyl esters of fatty acids. Method ISO 5509. 1978.

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*, Barking, v. 101, n. 21, p. 8469-8472, 2010.

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

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. Porto Alegre: Artmed, p. 384, 2005.

LEE, S. Y.; LEE, S. M.; CHO, Y. B. et al. Glycerol as a feed supplement for ruminants: In vitro fermentation characteristics and methane production. *Animal Feed Science and Technology*, v. 166-167 p.269-274, 2011.

MACEDO, V.P.; GARCIA, C. A.; SILVEIRA, A. C.; MONTEIRO, A. L. G.; MACEDO, F. A. F.; SPERS, R. C. Composições tecidual e química do lombo de cordeiros alimentados com rações contendo semente de girassol em comedouros privativos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.10, p.1860-1868, 2008.

MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. *Journal of Animal Science*, Champaing, v. 87, n. 2, p. 632-638, 2009.

MADRUGA, M.S.; Vieira, T. R. L.; Cunha, M. G. G.; Filho, J. M. P.; Queiroga, R. C. R. E.; Sousa, W. H. Efeito de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1496-1502, 2008.

MANSO, T.; BODAS, R.; CASTRO, T.; JIMENO, V.; MANTECON, A. R. Animal performance and fatty acid composition of lambs fed with different vegetable oils. **Meat Science**, v.83, n.3, p.511-516, 2009.

MARTINS, R. C.; OLIVEIRA, N.; OSORIO, J. C. S. **Peso vivo ao abate como indicador do peso e das características quantitativas e qualitativas das carcaças em ovinos jovens da raça Ideal**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 21 Boletim de Pesquisa, p. 29, 2000.

MOLONEY, A.P.; MOONEY, M.T.; KERRY, J.P.; TROY, D.J. Producing tender and flavor some beef with enhanced nutritional characteristics. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.60, p.221-229, 2001.

MORENO, G. M. B. **Feno de erva-sal (*atriplex nummularia*) na terminação de cordeiros Santa Inês**. Jaboticabal, 2011. 106 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

NRC Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and new world camelids (6th ed.)Washington, DC: National Academy Press, 2007.

OLLETA, J. L.; SAÑUDO, C. La carne ovina. In: SAÑUDO, C.; CEPERO, R. **Ovinotecnia: producción y economía en la especie ovina**. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza, p. 327-336, 2009.

OR-RASHID, M. M.; ODONGO, N. E.; MCBRIDE, B.W. Fatty acid composition of ruminal bacteria and protozoa, with emphasis on conjugated linoleic acid, vaccenic acid, and odd-chain and branched-chain fatty acids. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 5, p. 1228-1234, 2007.

PARDI, M. C.; L, I. F.; SOUZA, E. R. ; PARDI, H. S. Ciência, higiene e tecnologia da carne: tecnologia da sua obtenção e transformação. Goiânia: **Centro Editorial e Gráfico Universidade de Goiás**, p. 586, 1993.

PELLEGRIN, A. C. R. S.; PIRES, C. C.; NALÉRIO, E. S.; WOMMER, T. P.; MELLO, R. O.; PELEGRINI L. F. V. Qualidade da carne de cordeiros lactentes suplementados com teores de glicerina bruta em comedouro privativo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 5, p. 2685-2696, 2014.

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, p.3-14, 1996.

SANTOS, C. L.; PEREZ, R. O.; MUNIZ, J. A. Desenvolvimento relativo dos tecidos ósseo, muscular e adiposo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30 (2) p. 492-497, 2001.

SAÑUDO, C.; ENSER, M. E.; CAMPO, M. M.; NUTE, G. R.; MARÍA, G.; SIERRA, I.; WOOD, J. D. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, Barking, v. 54, n. 4, p. 339-346, 2000.

SAS - Statistical Analysis Systems Institute, 2002. SAS users guide: Statistics Version SAS, Cary, N.C. 2002.

SCHIMID, A.; COLLOMB, M.; SIEBER, R. et al. Conjugated linoleic acid in meat na meat products: a review. **Meat Science**, v.73, p.29-41, 2006.

SCOLLAN, N.; CHOI, N.; KURT, E.; FISHER, A. V.; ENSER. M.; WOOD, J. D. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. **British Journal of Nutrition**, v.85, p.115-124, 2001.

SHACKELFORD, S. D.; MORGAN, J. B.; CROSS, H. R.; SAVELL, J. W. Identification of threshold levels for warner-bratzler shear force in beef top loin steaks. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v. 2, n. 4, p. 289-296, 1991.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Body composition and characteristics of carcass from lambs of different genotypes and ages at slaughter**. 1999. 54 f. Thesis (PostDoctorate in Sheep Meat Production) - Massey University, Palmerston North, 1999.

TEIXEIRA, D. A. B.; BORGES, I. Efeito do nível de caroço integral de algodão sobre o consumo e digestibilidade aparente da fração fibrosa do feno de braquiária (*Brachiaria decumbens*) em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.2, p.229-233, 2005.

VALSTA, L. M.; TAPANAINEN, H.; MÄNNISTÖ, S. Meat fats in nutrition. **Meat Science**, v.70, n.3, p.525-530, 2005.

VELASCO, S.; CAÑEQUE, V.; LAUZURICA, S.; PÉREZ, C.; HUIDOBRO, F. Effect of diferente feeds on meat quality and fatty acid composition of lambs fattened at pasture. **Meat Science**. V. 66(2), p. 457–465, 2004.

VERSEMANN, B. A.; WIEGAND, B. R.; KERLEY, M. S.; PORTER, J. H.; ROBERTS, K. S.; EVANS, H. L. Dietary inclusion of crude glycerol changes beef steer growth performance and intramuscular fat deposition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 2, p. 478, 2008.

WARRIS, P. D. **Ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia, p. 309, 2003.

WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids human health. **Annales de Zootechnie**, Paris, v. 49, n. 3, p. 165-180, 2000.

WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE, G. R.; SHEARD, P. R.; RICHARDSON, R. I.; HUGHES, S. I.; WHITTINGTON, F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, Barking, v. 78, n. 4, p. 343–358, 2008.

WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; NUTE, G.R. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.66, n.1, p.21-32, 2003.

CAPITULO 4 - Implicações

A cada ano o governo federal vem aumentando a porcentagem de biodiesel ao óleo diesel, com isso ocorre o aumento da produção de glicerina bruta. Este coproduto precisa ter um destino, para que não venha ser um contaminante ambiental. Pesquisas tem mostrado que é possível o uso da glicerina bruta na formulação de rações para os animais, sobretudo para os ruminantes.

Claro que existe a necessidade de padronização da glicerina bruta, isso poderia facilitar a inclusão nas formulações, já que no mercado existe grande variação do coproduto, principalmente, quanto a quantidade de glicerol e contaminantes como minerais e produtos tóxicos do processo de extração do óleo das sementes de oleaginosas.

Outro ponto importante é o valor de comercialização da glicerina bruta, como ela entra na formulação para substituir ingredientes energéticos, normalmente o milho, é interessante que seu valor de mercado sempre seja inferior ao mesmo, para que seu uso seja viável. Na literatura brasileira, podemos encontrar diversos resultados e combinações do uso da glicerina bruta com outros ingredientes, muitos desses mostram resultados satisfatórios. Este trabalho apresenta resultados interessantes e satisfatórios quanto ao uso da glicerina bruta, mostrando que podemos utilizar outros ingredientes que colabore com o menor custo da dieta associados a glicerina bruta, sem que prejudique o desempenho dos animais e a qualidade do produto final.

Para que o uso da glicerina bruta seja rotineiro nas propriedades agrícolas ou em fábricas de rações, é necessário desenvolver pesquisas para solucionar a melhor forma de adicionar a glicerina bruta nas rações, pois a glicerina bruta se apresenta em forma líquida e isso pode ser um entrave quando se adiciona grandes quantidades nas formulações. Acima de 15% existe a dificuldade de realizar a mistura a outros ingredientes da dieta nos maquinários das indústrias de rações. Portanto, se faz necessário o desenvolvimento de máquinas que realize esse tipo de mistura, outro ponto que pode ser melhorado está ligado no

desenvolvimento de novas tecnologias para o processo de secagem da glicerina bruta, com isso facilitaria o uso da glicerina bruta.