

Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal

Glicerina bruta na dieta de caprinos em terminação

Diego Amorim dos Santos

Chapadinha

2014

Diego Amorim dos Santos

Glicerina bruta na dieta de caprinos em terminação

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal

Orientador: Prof. Dr. Henrique Nunes Parente

Chapadinha

2014

Diego Amorim dos Santos

Glicerina bruta na dieta de caprinos em terminação

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Aprovada em: / /

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Henrique Nunes Parente
Universidade Federal do Maranhão
(Presidente)

Prof. Dr. José Ribamar de Souza Torres Junior
Universidade Federal do Maranhão
(Membro Interno)

Prof. Dr. Arnaud Azevêdo Alves
Universidade Federal do Piauí
(Membro Externo)

*O descontentamento é o primeiro passo na
evolução de um homem ou de uma nação.*

(Oscar Wilde)

Dedico

Aos meus pais, *Albino* e *Maria*, cujo apoio e fé me
impulsionaram até aqui.

A minha irmã *Denise*, por sempre me estender a mão
quando foi preciso.

Ofereço

Aos amigos que de alguma forma me apoiaram.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Maranhão por sua excelente estrutura e pela oportunidade de concluir esta importante etapa na minha formação acadêmica.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão e seus docentes pelos conhecimentos transmitidos ao longo do curso.

À Universidade Federal do Piauí pela concessão de seu laboratório para realização de parte das análises e ao amigo Miguel Arcanjo pelo abnegado auxílio na execução das mesmas.

Ao grupo de estudos FOPAMA na pessoa da Profa. Dra. Rosane Cláudia Rodrigues pela concessão do laboratório para a execução das análises e aos seus membros pelo importante auxílio no desenrolar das mesmas.

À CAPES pela concessão de bolsas de estudo e a FAPEMA pelo financiamento do projeto.

Ao meu orientador Prof. Dr. Henrique Nunes Parente, pelos ensinamentos, incentivos e, principalmente, pela paciência que espero um dia poder retribuir.

À Profa. Dra. Michelle de Oliveira Maia Parente que na figura de co-orientadora contribuiu de maneira inestimável para a conclusão do presente trabalho.

À minha amiga e colega mestranda Karlyene Souza da Rocha pelo apoio e parceria durante a execução deste trabalho.

Aos estagiários e auxiliares Ruan, Rafael, Paulo, Leandro, Laize, Rebeca, Suanne, Thaise, Flávia, Anália e Wanessa, bem como aos colegas mestrandos

Paul Andrews e Osman Gerude, por serem nossas mãos, pés e olhos durante a execução deste projeto e por tornarem o ambiente de trabalho agradável e prazeroso.

Aos amigos funcionários do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), pela força emprestada e pelos momentos e experiências compartilhados.

À minha família por todo o suporte, carinho, atenção e paciência a mim desprendidas.

À Deus e a Jesus Cristo pela força, saúde e capacitação para concluir os trabalhos.

Muito obrigado!

RESUMO

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho produtivo de caprinos mestiços Boer terminados em confinamento, alimentados com dietas contendo teores crescentes de glicerina bruta (0, 4, 8 e 12%) em substituição ao milho em grão triturado no concentrado. Foram realizados dois experimentos; o primeiro para determinação do ganho de peso diário (GPD), do consumo de matéria seca (MS) e nutrientes (PB, FDN, EE) e do comportamento ingestivo dos animais, sendo este avaliado quanto ao tempo despendido com ingestão, ruminação e ócio. Utilizou-se 20 caprinos $\frac{3}{4}$ Boer, machos, castrados com peso inicial médio de $17,06 \pm 2,16$ kg em um delineamento em blocos completos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os animais foram confinados em baias individuais por um período de 65 dias, sendo 14 para adaptação e 51 para coleta de dados. Para o segundo experimento (ensaio de digestibilidade) foram utilizados quatro caprinos machos, castrados, com peso médio de $22,45 \pm 3,06$ kg, com padrão racial semelhante aos animais utilizados no confinamento, em um delineamento em quadrado latino (4 tratamentos x 4 animais x 4 períodos), para determinação da digestibilidade da MS, PB, FDN e EE. Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas durante um período de 40 dias com quatro períodos de coleta (sete dias de adaptação e três para coleta dos dados). No experimento de desempenho a adição de glicerina bruta não interferiu ($P>0,05$) no GPD entre os tratamentos, com valores médios de $98,3 \pm 27$ g, assim como no consumo de matéria seca (591 ± 96 g) e outros nutrientes. O tempo de ingestão e mastigação aumentou com o incremento de glicerina bruta nas dietas, enquanto que o tempo de ócio, mesmo sem diferença estatística, decresceu (16%) em relação ao tratamento controle. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) dos tratamentos sobre o tempo gasto na ruminação com valor médio de $365,6 \pm 73,4$ minutos/dia, bem como para a digestibilidade da MS, PB e FDN, contudo houve efeito quadrático para a digestibilidade do EE. Recomenda-se a inclusão no teor de 12% de glicerina bruta em dietas para caprinos em terminação, sem prejuízos para o desempenho produtivo, consumo e digestibilidade dos nutrientes avaliados.

Palavras-chave: confinamento, consumo, custo, desempenho, glicerol

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the productive performance of crossbred Boer goats finished in feedlots, fed diets containing increasing levels of crude glycerin (0, 4, 8 and 12%) replacing corn bran in the concentrate portion of the diet. Two experiments were conducted. The first trial intended to determine the average daily gain (ADG), dry matter intake (DM) and nutrients (CP, NDF, EE) and alimental behavior, which is evaluated for time spent with intake, rumination and leisure time. Twenty crossbred Boer goats with an average initial weight of 17.06 ± 2.16 kg were used in a randomized complete block design with four treatments and five replications. The animals were housed in individual pens for a period of 65 days, 14 day for adaptation and 51 days for data collection. For the second experiment (digestibility trial) four castrated male goats were used, with an average weight of 22.45 ± 3.06 kg, (with pattern similar to the animals used on the feedlot trial), in a Latin Square Design (4 treatments x 4 animals x 4 collection periods), to determine the digestibility of DM, CP, NDF and EE. The animals were housed in metabolic cages for a period of 40 days with four collection periods (seven days for adaptation and three for data collection). On the first trial, the addition of crude glycerin did not affect ($P>0.05$) the ADG between treatments, with mean values of $98.3 + 27g$, as well as dry matter ($591 + 96g$) and other nutrients intake were not affected as well. The time spent on intake and chewing increased along with the levels of crude glycerin in diets, while leisure time, even without statistical difference, decreased (16%) compared to control treatment. There was no significant difference ($P>0.05$) of the treatments on the time spent ruminating with an average value of $365.6 + 73.4$ minutes/day, and the digestibility of DM, CP and NDF were not affected as well. However there was a quadratic effect for the digestibility of EE. It is recommended to include in the content of 12% crude glycerin without damage to the productive performance, intake and digestibility of evaluated nutrients.

Keywords : Confinement, intake, cost, performance, glycerol.

LISTA DE ABREVIATURAS

- AOAC – Association of Official Analytical Chemists
- CA – Conversão alimentar
- CD – Custo da dieta em R\$/kg
- CEE – Consumo de extrato etéreo
- CFDN – Consumo de FDN
- CHOT – Carboidratos totais
- CIMMYT - Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
- CMS – Consumo de matéria seca
- CNF – Carboidratos não fibrosos
- CNPE - Conselho Nacional de Política e Energia
- CPB – Consumo de proteína bruta
- CV – Coeficiente de variação
- FAOSTAT - Food and agriculture organization statistical databases
- FDA – Food and Drug Administration
- FDN - Fibra em detergente neutro
- G0 – Tratamento contendo 0% de substituição de milho por glicerina bruta
- G12 – Tratamento contendo 12% de substituição de milho por glicerina bruta
- G4 – Tratamento contendo 4% de substituição de milho por glicerina bruta
- G8 – Tratamento contendo 8% de substituição de milho por glicerina bruta
- GP – Ganho de peso
- IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry
- MM – Matéria mineral
- MO – Matéria orgânica
- MS – Matéria seca
- NDT – Nutrientes digestíveis totais

NRC – National Research Council

PB – Proteína bruta

PF – Peso final

PI – Peso inicial

SAS – Statystical Analysis System

SPRD – Sem padrão racial definido

LISTA DE TABELAS

Título	Pg.
Tabela 1. Composição centesimal e química das dietas	21
Tabela 2. Consumo, ganho de peso e conversão alimentar de caprinos alimentados com dietas contendo glicerina bruta	27
Tabela 3. Comportamento ingestivo de caprinos alimentados com dietas contendo glicerina bruta.....	29
Tabela 4. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em dietas para caprinos contendo glicerina bruta	31
Tabela 5. Custos das rações experimentais com base na matéria natural	32
Tabela 6. Taxa interna de retorno em relação aos custos diferenciados das dietas de cabritos alimentados com dietas contendo glicerina bruta..	33

SUMÁRIO

	Título	Pg
1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	Utilização de glicerina bruta na alimentação de pequenos ruminantes: valor nutricional	16
2.2	Desempenho produtivo de caprinos em confinamento: consumo, ganho de peso e digestibilidade	18
2.3	Comportamento ingestivo de pequenos ruminantes em confinamento	20
3	MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1	Localização e caracterização do experimento	21
3.2	Ensaio I: Desempenho, consumo e comportamento ingestivo.....	21
3.2.1	Desempenho e consumo de nutrientes	21
3.2.2	Comportamento ingestivo	23
3.3	Ensaio II: Digestibilidade	25
3.4	Análises laboratoriais	24
3.5	Análise financeira	25
3.6	Análises Estatísticas	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1	Consumo das rações, desempenho e conversão alimentar	27
4.2	Comportamento ingestivo	30
4.3	Consumo e digestibilidade	32
4.4	Análise econômica	34
5	CONCLUSÕES	37
6	REFERÊNCIAS	38

1 - INTRODUÇÃO

O incentivo governamental para a expansão da indústria dos biocombustíveis influenciou de forma significativa não apenas a agricultura, mas também a pecuária. O aumento na produção nacional do biodiesel causou uma crescente demanda de mercado por sementes de oleaginosas que servem a indústria do biodiesel, tais como a soja, algodão, girassol e linhaça. Tal demanda gera o encarecimento dos custos de alimentação da atividade pecuária, que possui sua base estruturada nestes grãos. Como resultado, cresce o interesse em se estudar alimentos alternativos.

Segundo a resolução nº 6/2009 do Conselho Nacional de Política e Energia (CNPE), em vigor desde 26 de outubro do referido ano, todo o óleo diesel comercializado no Brasil deve conter 5% de biodiesel em sua composição. No ano de 2010, a ANP (Agência Nacional de Petróleo) registrou uma produção de 2,4 bilhões de litros de biodiesel, gerando aproximadamente 10% deste volume em glicerina bruta (DASARI et al., 2005), o principal resíduo desta indústria. Desta forma, o destino dado à glicerina bruta oriunda da indústria do biodiesel é um fator a ser analisado pelo setor dos biocombustíveis.

Facilmente fermentável no rúmen, a glicerina bruta torna-se uma alternativa interessante para substituir ingredientes energéticos em dietas para ruminantes. De acordo com a *European Food Safety Authority* (EFSA, 2010), considerando os teores de metanol e sódio provenientes do processo de extração do biodiesel como possíveis fatores anti-nutricionais, a glicerina bruta pode compor até 15% da dieta total para ruminantes sem causar efeitos adversos.

Os principais pequenos ruminantes domesticados e de interesse econômico são os caprinos e os ovinos, correspondendo a um efetivo de população mundial de aproximadamente 1,94 bilhões de animais (FAOSTAT, 2008). No Brasil, este número é de 26 milhões, composto por 9 milhões de caprinos e 17 milhões de ovinos (IBGE, 2009), dos quais grande parte é criada extensivamente e sob condições de baixa eficiência produtiva, sendo a região Nordeste do país responsável por grande parte deste rebanho.

Embora apresente condições geoclimáticas favoráveis, os rebanhos caprino e ovino maranhenses representam respectivamente apenas 4,01% e 1,39% do efetivo da região Nordeste. Esta atividade é economicamente relevante para o estado, uma vez que a produção destes animais gera alternativas para a oferta de carne, leite e derivados no mercado regional e, em especial à população rural, contribuindo para o aumento da renda do produtor (PARENTE et al., 2012).

A adoção de tecnologias que reduzam o custo da criação e melhorem os índices produtivos do rebanho é indispensável para o sucesso da atividade. O sistema de terminação em confinamento aparece como alternativa para alcançar índices zootécnicos melhores, proporcionando ganho de peso mais eficaz na fase final do ciclo produtivo.

A fim de baratear o confinamento, é comum a utilização de subprodutos da agroindústria na composição das dietas, uma vez que o custo com a alimentação é responsável por grande parte dos gastos neste sistema. Dentre estes produtos, a glicerina bruta aparece como uma opção na formulação de dietas, podendo ocasionalmente substituir o milho sem prejuízos a produtividade do rebanho.

Entretanto, a carência de informações acerca da utilização da glicerina bruta como alimento alternativo para pequenos ruminantes, em especial a espécie caprina, torna necessários estudos mais profundos para elucidar seus efeitos e possíveis impactos sobre a atividade em questão, a fim de determinar níveis bioeconomicamente viáveis.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho produtivo, o comportamento ingestivo e a digestibilidade de dietas contendo glicerina bruta em teores crescentes, em caprinos $\frac{3}{4}$ Boer X $\frac{1}{4}$ SPRD confinados.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Utilização de glicerina bruta na alimentação de pequenos ruminantes: valor nutricional

A glicerina bruta corresponde ao coproduto do biodiesel, possuindo menos de 90% de glicerol em sua composição, enquanto o glicerol é o composto puro (1, 2, 3 propanotriol) (IUPAC, 2003).

O glicerol é um subproduto da transesterificação catalisada de óleo na formação de metil ou etil-ésteres de ácidos graxos na produção de biodiesel. Trata-se de uma molécula de carboidrato ($C_3H_8O_3$) com concentração energética de aproximadamente 1,98 a 2,29 Mcal/kg, aproximada do amido do milho (SCHRÖDER e SÜDEKUM, 1999). A substância derivada deste processo é chamada de glicerina e possui em média 75% e 80% de glicerol, sendo o restante composto por água, ácidos graxos (7 – 13%), minerais oriundos dos catalisadores (2 – 3%) e álcool (<0,5%) (IUPAC, 2003; KERR et al., 2007).

A glicerina, por ser hidrocópica, estimula a ingestão do concentrado por parte dos animais e, além disso, por possuir aroma suave e sabor adocicado, possui a característica de melhorar a palatabilidade da ração, favorecendo ainda mais o seu consumo (ELAM, 2008).

Metabolicamente, o glicerol pode ter duas destinações: a absorção imediata pelo epitélio ruminal e posterior transporte ao fígado a gliconeogênese ou a fermentação no ambiente ruminal originando ácido propiônico, que seguirá a mesma rota de absorção e servirá, também, a via gliconeogênica. Sabendo disto, é fácil notar o potencial energético que a glicerina possui quando fornecida a ruminantes, funcionando como substrato neoglicogênico (KREHBIEL, 2008).

A glicerina tem sido utilizada com êxito para vacas de leite, destacando-se a pesquisa de Donkin (2008), que recomenda adição de 5 a 8% de glicerina na matéria seca da dieta para vacas em lactação, visando evitar a acidose no período de transição entre as dietas de gestação e de alta produção.

Embora possa ser uma ótima alternativa para a substituição do concentrado energético em dietas para ruminantes, deve-se atentar para as quantidades substituídas, pois esta pode influenciar negativamente o desempenho animal.

Assim, Lage et al. (2010), observaram um decréscimo no consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT) por cordeiros alimentados com dietas contendo até 12% de glicerina bruta em substituição ao milho. Para caprinos Boer castrados, a inclusão de até 15% de glicerina bruta nas dietas não influenciou o consumo e nem a digestibilidade da MS, MO, FDN e PB (BORGES et al., 2013; 2013b.) A diferença entre os resultados demonstrados pelos autores mencionados pode se dar tanto por fatores intrínsecos comportamentais das espécies quanto pela origem ou teor de pureza da glicerina utilizada nos ensaios.

Quaisquer sejam as razões, levanta-se ainda mais a necessidade de estudos aprofundados sobre a utilização da glicerina e a sua substituição pelo componente energético das dietas.

2.2 – Desempenho produtivo de caprinos em confinamento: consumo, ganho de peso e digestibilidade

A raça Boer, originária da África do Sul, se destaca dentre as raças caprinas produtoras de carne, sendo muito utilizada em diversos países com este propósito, consistindo em uma raça melhoradora de características produtivas. Em pesquisas com caprinos mestiços Boer no Brasil se tem obtido resultados promissores, tendo Pereira Filho et al. (2005) constatado ganho de peso 211 g/dia para cabritos $\frac{1}{2}$ Boer x $\frac{1}{2}$ Saanen, enquanto Silva (2005) obteve ganho de peso de 80 à 210 g/dia, evidenciando a potencialidade produtiva destes cruzamentos sob condições favoráveis.

Desta forma, a raça Boer pode ser utilizada na melhoria da qualidade da carne de caprinos SPRD, uma vez que a sua participação em cruzamentos melhora o escore corporal dos animais, proporcionando vantagens econômicas ao produtor, constituindo-se em uma boa alternativa para cruzamentos com

outras raças e/ou tipos raciais criados no Brasil (GARCIA et al., 2006; MENEZES et al., 2007; PEREIRA FILHO et al., 2005).

Quanto ao ganho de peso médio diário e à margem bruta de lucro, caprinos do genótipo $\frac{1}{2}$ Boer x $\frac{1}{2}$ SPRD tem apresentado desempenho superior aos caprinos SPRD e cruzas $\frac{1}{2}$ Anglonubiano x $\frac{1}{2}$ SPRD (CARTAXO et al., 2013).

O principal entrave para o mercado de carne caprina é o sabor acentuado da mesma, o que muitas vezes provoca sua rejeição por parte do consumidor. A idade ao abate é um dos fatores que mais influencia as características físico-químicas e sensoriais da carne caprina (Madruga et al., 2002) e o confinamento aparece como alternativa para reduzir esta idade, oferecendo, assim, um produto com melhor aceitabilidade para o mercado consumidor.

Os índices produtivos de caprinos tendem a variar conforme o ambiente e o manejo no qual os animais estão inseridos, oscilando de valores antieconômicos a valores ideais, almejados pelo setor produtivo. Em revisão de literatura, Hashimoto et al. (2007) definiram padrões de consumo por animais da raça Saanen e de cruzamentos Boer em 3,1 a 3,7% do PV em MS e 0,7 a 0,9 kg de MS/dia; 0,09 a 0,13 kg de PB/dia; com ganho de peso diário de 0,05 e 0,22 kg/dia e conversão alimentar de 5,24 até 32,33.

A digestibilidade dos nutrientes das dietas está mais relacionada à qualidade dos ingredientes e à composição química destes que a fatores intrínsecos aos animais, como padrão racial, idade e categoria. Desse modo, a digestibilidade é mais impactada pelo teor de FDN da dieta e, quando maior que 35% tende a influenciar negativamente a digestibilidade da MS, MO, PB e dos carboidratos totais (CHOT) (HASHIMOTO et al., 2007; HADDAD et al., 2005).

Quanto ao desempenho bioeconômico de caprinos $\frac{1}{2}$ Boer x $\frac{1}{2}$ SPRD, Cartaxo et al. (2013) obtiveram margem bruta de lucro de R\$ 6,27/animal; logo, percebe-se a potencialidade da espécie caprina quando manejada em condições favoráveis, podendo ser uma atividade lucrativa quando observada a margem de lucro.

2.3 – Comportamento ingestivo de pequenos ruminantes em confinamento

Estudar o comportamento animal em ambiente de confinamento é relevante para a produtividade porque permite estudar as causas e efeitos que influenciam a ingestão de água e alimento, possibilitando, assim, realizar ajustes que melhorem a produtividade (Mendonça, 2004). Os pequenos ruminantes possuem a capacidade de se adaptar as mais diferentes condições de manejo, ambiente e alimentação; tal adaptação é alcançada pela modificação dos padrões comportamentais ingestivos que visa alcançar e manter dado nível de consumo que possa suprir as exigências nutricionais do animal.

A mencionada adaptabilidade dos pequenos ruminantes a diversos ambientes e condições de alimentação deve-se, em muito, ao poder de seleção que estes animais exercem sobre o alimento que lhes é disponibilizado. Tal afirmação torna-se especialmente observável no caso da espécie caprina. Barreto et al. (2011) trabalharam diversas interações de energia na ração e tamanho de partículas encontradas no alimento rejeitado sobre alguns parâmetros comportamentais ingestivos de caprinos das raças Canindé e Moxotó, observando larga variação no tamanho de partículas deixadas nas sobras a medida em que o nível de energia da ração era incrementado, a saber, foi evidente a maior rejeição dos animais a partículas maiores que 2 mm e a sua preferência por partículas de tamanho variando entre 1 mm e 0,5 mm. Os autores também encontraram diferenças no padrão de seleção do tamanho de partículas entre os grupos genéticos estudados, demonstrando que o padrão de comportamento ingestivo também pode variar não apenas em função das condições ambientais e manejo alimentar, mas também de acordo com o grupo racial do animal em questão.

Bezerra et al. (2007) analisaram o comportamento ingestivo de caprinos confinados, quando estes eram arraçoados uma ou duas vezes por dia. Neste ensaio, também a frequência de arraçoamento alterou o comportamento ingestivo dos animais, onde a maior percentagem de tempo de consumo, ruminação e frequência de defecação foram verificadas quando os

animais eram alimentados com a dieta integralmente uma vez ao dia. A frequência de procura por sal foi associada pelo autor ao esquema de arraçoamento de duas vezes ao dia, provavelmente numa tentativa de busca de balanço nutricional pelo animal. Conseqüentemente, a maior frequência de ingestão de água e micção também foi associada ao esquema de arraçoamento de duas vezes ao dia.

Apesar do desempenho animal a campo depender essencialmente da nutrição, a despreocupação com o comportamento ingestivo animal tem causado dificuldades na interpretação de alguns resultados encontrados em pesquisas. Este fator limita a maior parte dos estudos acerca de novas fontes de alimentos a fatores inerentes ao desempenho, tais como o consumo e o ganho de peso (Carvalho et al., 2007; França et al., 2009).

Deste modo, torna-se crucial para o estudo de qualquer nova fonte de alimento direcionada a produção animal o concomitante estudo do comportamento ingestivo destes animais submetidos a dietas contendo tal alimento para maior profundidade de compreensão de seus efeitos sobre a produtividade do rebanho.

3 – MATERIAL E MÉTODOS

3.1 – Localização e caracterização do experimento

Os ensaios foram conduzidos no Setor de Pequenos Ruminantes do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, município de Chapadinha - MA. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí e no Laboratório de Análises de Alimentos do grupo FOPAMA da Universidade Federal do Maranhão.

O experimento foi composto de dois ensaios. O primeiro (Ensaio I) envolveu o desempenho produtivo, comportamento ingestivo e consumo. O segundo (Ensaio II) mensurou a digestibilidade dos nutrientes das dietas experimentais fornecidas.

Tabela 1. Composição centesimal e química das dietas

	Dietas ¹			
	G0	G4	G8	G12
Ingredientes (%)				
Feno de Tifton-85	30,0	30,0	30,0	30,0
Milho em grão triturado	53,0	47,0	42,0	37,8
Farelo de soja	14,3	16,3	17,3	17,5
Glicerina bruta	0,0	4,0	8,0	12,0
Calcário	1,2	1,2	1,2	1,2
Mistura mineral ²	1,5	1,5	1,5	1,5
Composição Química (%)				
Matéria orgânica	95,88	95,60	95,63	95,59
Matéria seca	85,64	85,63	85,72	85,81
Proteína bruta	13,60	14,09	14,17	13,93
FDN ³	32,34	31,98	31,57	31,14
EE ⁴	2,83	2,67	2,53	2,41
MM ⁵	4,12	4,40	4,37	4,41
CHOT ⁶	79,45	78,84	78,93	79,25
CNF ⁷	47,11	46,86	47,36	48,11

¹G0: 0% de glicerina bruta na dieta; G4: 4% de glicerina bruta na dieta, G8: 8% de glicerina bruta na dieta; G12: 12% de glicerina bruta na dieta. ²Composição: Ca 13,4%; P 7,5%; Mg 1%; S 7%. Na 14,5%; Mn 1100mg/kg; Fe 500 mg/kg. ³Fibra em Detergente Neutro. ⁴EE: Extrato Etéreo; ⁵MM: Matéria Mineral; ⁶CHOT: Carboidratos Totais; ⁷CNF: Carboidratos Não-Fibrosos.

As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas, calculadas de acordo com as exigências prescritas pelo NRC (2007) para caprinos da raça Boer com potencial de GPD de 150 g (Tabela 1). A dieta controle (0% de glicerina) foi composta de feno de capim Tifton-85 (*Cynodon spp.*), farelo de soja, milho em grão triturado, calcário e suplemento mineral. Às demais dietas experimentais adicionou-se a glicerina bruta em doses crescentes (4, 8 e 12%) em substituição ao milho em grão triturado, caracterizando quatro tratamentos.

Todos os animais foram previamente vermifugados, vacinados e devidamente identificados através de brincos plásticos ao início do experimento.

A glicerina bruta utilizada nos presentes ensaios possuía 87,55% de MS; 80,02% de glicerol; 5,78% de NaCl; 1,5% de EE e 0,07% de metanol (Petrobrás S.A.).

3.2 – Ensaio I: Desempenho, consumo e comportamento ingestivo

3.2.1 – Desempenho e consumo de nutrientes

Foram utilizados 20 caprinos machos, castrados, $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ SPRD com aproximadamente três meses de idade (Experimento I) e peso médio inicial de $17,06 \pm 2,16$ kg, direcionados ao ensaio de desempenho e comportamento ingestivo. Os animais foram alojados individualmente em baias de $1,5\text{m}^2$, providas de comedouros e bebedouros, localizadas em galpão coberto de alvenaria com piso de concreto, onde permaneceram durante todo o período experimental.

O confinamento teve duração de 65 dias, com um período inicial de 14 dias para adaptação dos animais às baias e às dietas experimentais, e 51 dias destinados à coleta de dados.

Os animais foram pesados ao primeiro e último dia do período experimental, sempre no período da manhã, após jejum de sólidos de 16 horas para posterior cálculo do ganho de peso médio diário.

As rações foram fornecidas em uma refeição às 8:00 horas, com ajuste de fornecimento visando-se proporcionar uma sobra de no mínimo 10% da matéria seca fornecida por dia, garantindo-se o consumo à vontade. Água e sal mineral foram disponibilizados durante todo o experimento. As sobras do dia anterior eram pesadas antes do fornecimento da dieta para cálculo do consumo médio diário.

Amostras diárias das sobras de cada animal foram coletadas antes do fornecimento de cada refeição (10%) e armazenadas em sacos plásticos identificados, mantidos em *freezer* (-5 a -10°C), sendo o consumo diário de MS e nutrientes calculado pela diferença entre a ração fornecida e as sobras.

Ao final do experimento foi realizada amostragem composta das sobras por tratamento. Posteriormente, as amostras foram secas em estufa de ventilação forçada à temperatura de 65°C durante 72 horas, moídas em moinho tipo *Willey*, com peneira de 1 mm e estocadas em sacos plásticos para análises laboratoriais.

3.2.2 – Comportamento ingestivo

As respostas dos caprinos a inclusão crescente da glicerina bruta na dieta também foram averiguadas por meio de um ensaio de comportamento ingestivo. Tal ensaio foi conduzido no Experimento I, em duas etapas, aos 24 e 46 dias de confinamento mencionado anteriormente.

As avaliações consistiram em anotações das atividades do animal, a saber: ingestão, ruminação e ócio, obtido através do método *scan sampling* (varredura instantânea), realizado em intervalos iguais de 5 minutos durante 24 horas ininterruptas seguindo o método adotado por Johnson e Combs (1991).

Com auxílio de pranchetas para anotação, observadores devidamente preparados anotaram a frequência das atividades anteriormente mencionadas com o cuidado de causar o mínimo incômodo aos animais, a fim de que sua presença no galpão não interferisse no comportamento dos mesmos. Foram calculadas a Eficiência alimentar da MS (minutos/grama de MS) e da FDN (minutos/g de FDN), o tempo de ingestão total (minutos), a eficiência de ruminação da MS (minutos/g de MS) e da FDN (minutos/g de FDN), o tempo de ruminação total (minutos) e o tempo em ócio (minutos), seguindo metodologia adotada por Burger (2000), Carvalho et al. (2011) e Azevedo et al. (2013).

O tempo total em minutos por dia gasto por cada animal em cada atividade foi calculado multiplicando-se o número total de observações por cinco. As atividades de ruminação, mastigação e ingestão foram expressas em minutos/dia, minutos/g de MS ingerida e minutos/g de FDN ingerida, expressos pela razão entre o tempo diário de ingestão e ruminação e a quantidade do nutriente em questão consumida diariamente. O tempo de mastigação foi calculado através da soma dos tempos de ingestão e ruminação de cada animal.

3.3 – Ensaio II: Digestibilidade

Para o Ensaio II, foram utilizados quatro animais com seis meses de idade e padrão racial semelhante, com peso inicial de $22,45 \pm 3,06$ kg, no qual os mesmos foram alojados em gaiolas metabólicas providas de comedouros e

bebedouros para avaliação das mesmas dietas utilizadas no Experimento I pelo método de coleta total de fezes *in vivo*. Para isso, utilizaram-se bolsas e arreios de napa, que foram acoplados aos caprinos.

O experimento teve duração de duração de 40 dias divididos em quatro períodos, sendo os mesmos compreendidos por sete dias para adaptação e três dias para coleta dos dados. As coletas foram realizadas a cada 24 horas, de modo que ao final de cada período fosse obtida a produção total de fezes. Foram retiradas amostras de 10% do total excretado, as quais foram identificadas e acondicionadas em sacos plásticos e conservadas em *freezer* (-5 a -10°C) para posteriores análises.

Após o término dos experimentos as amostras (sobras e fezes), após descongeladas, foram secas em estufa de ventilação forçada à temperatura de 65°C durante 72 horas e, posteriormente moídas em moinho tipo *Willey*, com peneira de 1mm e estocadas em sacos plásticos para análises laboratoriais.

3.4 – Análises laboratoriais

A MS definitiva foi determinada em estufa de ventilação forçada a 105°C por 72 horas, segundo método descrito por Silva e Queiroz (2006).

Os teores de matéria orgânica (MO) de cada dieta foram calculados por diferença em relação ao teor de cinzas, pela fórmula $MO = 100 - cinza$. O teor de carboidratos totais (CHOT) foi estimado pela fórmula proposta por Sniffen et al. (1992), $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinza)$. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados de acordo com equação proposta por Hall (2003), $CNF = CHOT - FDN$.

Para o cálculo do coeficiente de digestibilidade da MS, PB, FDN e EE foi utilizada a fórmula: $Dig (\%) = [(N_i - N_f) \div N_i] \times 100$, em que: N_i = nutriente ingerido e N_f = nutriente nas fezes.

A determinação dos teores de FDN seguiu a metodologia descrita por Van Soest et al. (1991). Já a determinação dos teores de MM, MS, PB e EE seguiram metodologias de AOAC (1995).

3.5 – Análise financeira

Para análise econômica das rações contendo glicerina bruta foi considerado o ganho de peso diário, sem considerar os demais custos fixos e operacionais relativos à produção caprina.

A viabilidade econômica da inclusão de glicerina bruta nas dietas foi avaliada a partir dos custos dos animais (R\$ /kgPV), ganho de peso dos animais/tratamento (kg), custo total da ração (R\$/kg) e consumo de ração por tratamento (kg). Elaborou-se uma planilha com base nos conceitos de benefício líquido e de taxa marginal de retorno (CIMMYT, 1988) para cálculo da taxa de retorno em relação aos custos das rações. Para o cálculo da margem bruta adotou-se a fórmula $MB = (GPT \times 9,00) - [(PC \times CMMS \times CD) + DVM]$, adotada por Cartaxo et al. (2008), sendo: MB = margem bruta de lucro (R\$/animal); GPT = ganho de peso durante o confinamento; 9,00 = preço por kg vivo do animal praticado na região (R\$); PC = período de confinamento; CMMS = consumo médio de matéria seca (kg); CD = custo da dieta, com base no preço dos ingredientes praticados na região (R\$); DVM = despesas com vacinas e medicamentos (R\$).

3.6 – Análises Estatísticas

Adotou-se o delineamento em blocos completos casualizados no Ensaio I (desempenho e comportamento ingestivo), com 20 animais distribuídos em quatro tratamentos e cinco blocos conforme o peso inicial. O Ensaio II delineado em quadrado latino com quatro animais e quatro tratamentos (4x4), em quatro períodos de coleta, totalizando 16 repetições.

Os consumos de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN) e extrato etéreo (CEE) bem como as variáveis comportamentais (tempo de ingestão, ingestão em minutos/g de MS, ingestão em minutos/g de FDN, tempo de ruminação, ruminação em minutos/g de MS, ruminação em minutos/g de FDN e o tempo em Ócio) foram analisados pelo procedimento GLM do SAS (1999), segundo o modelo: $Y = M + B_i + T_i + E_{ij}$, onde: M = média da variável, B_i = efeito do i-ésimo bloco, T_i = efeito do i-ésimo

tratamento e E_{ij} = efeito aleatório.

Os valores dos coeficientes de digestibilidade (DMS, DPB, DFDN e DEE) foram analisados segundo o modelo: $Y = M + Li + Tk + Cj + E_{ikj}$, onde: M = média da variável, Li = efeito da i -ésima linha, Tk = efeito do k -ésimo tratamento, Cj = efeito da j -ésima coluna e E_{ikj} = efeito aleatório, através do procedimento Mixed do SAS (1999).

Por fim, foram utilizados testes para polinômios ortogonais (linear e quadrático) quando algum efeito de tratamento foi detectado ($P < 0,05$).

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Consumo, desempenho e conversão alimentar

Os consumos de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN) e extrato etéreo (CEE), o ganho de peso médio diário (GP), o peso final (PF) e a conversão alimentar (CA) (Experimento I) não foram influenciados ($P > 0,05$) pela inclusão de glicerina bruta em dietas para caprinos (Tabela 2). As dietas apresentaram composição aproximada para teor de FDN (Tabela 1), o que contribui para estes resultados. Neste sentido, Carvalho et al. (2011) afirmam que a FDN é um dos principais fatores que interferem no consumo da ração.

A ingestão de MS em animais terminados em confinamento pode repercutir em melhor ou pior desempenho produtivo, pois o mesmo está fortemente correlacionado com maior ou menor ingestão de nutrientes. (BROCHIER e CARVALHO, 2008). Cartaxo et al (2013) obtiveram consumo de matéria seca por dia de 952,60g/dia em cabritos $\frac{1}{2}$ Boer \times $\frac{1}{2}$ SPRD, valores superiores aos obtidos nesta pesquisa (561,0g/dia). A diferença entre consumos de matéria seca pode ser explicada pela ocorrência de parasitoses durante a execução deste experimento e justifica a diferença entre o GPD obtido por estes autores (183,21 g/dia) e o obtido no presente experimento (98,5 g/dia).

Tabela 2. Consumo, ganho de peso e conversão alimentar de caprinos alimentados com dietas contendo glicerina bruta.

	Dietas ²				Efeito ³		CV ⁴ (%)
	G0	G4	G8	G12	L	Q	
Consumo¹							
MS							
g/dia	583,7	650,6	537,1	587,6	0,51	0,93	17,00
% do PV	2,95	3,26	2,75	3,03	0,69	0,93	12,67
g/UTM ^{0,75}	62,25	68,76	59,09	63,45	0,60	0,98	12,83
PB, g/dia	75,00	94,38	72,80	81,72	0,87	0,54	19,10
FDN, g/dia	205,8	223,1	186,0	190,1	0,13	0,90	16,26
EE, g/dia	15,78	18,88	14,22	15,30	0,19	0,22	17,81
Desempenho							
Peso inicial, kg	17,11	17,38	16,80	17,03	0,65	0,96	12,66
Peso final, kg	22,50	22,80	21,54	21,80	0,36	0,98	13,30
GP, g/dia	105,0	106,0	90,00	93,00	0,28	0,90	27,39
CA, kg/kg	5,69	6,38	6,23	6,62	0,24	0,76	17,50

²G0: 0% de glicerina bruta na dieta; G4: 4% de glicerina bruta na dieta, G8: 8% de glicerina bruta na dieta; G12: 12% de glicerina bruta na dieta. ³Efeitos: valor de P para o teste de polinômio ortogonal, efeitos cúbicos não significativos (P>0,05). ⁴CV: Coeficiente de variação.

O CMS médio das dietas foi $0,591 \pm 0,09$ kg/dia, concordando com as recomendações do NRC (2007) para caprinos de 15 kg e ganho de peso de 100 gramas/dia. O CPB, em média de $0,081 \pm 0,015$ kg/dia também se adequou às exigências estabelecidas pelo NRC (2007), de 0,091 kg/dia.

A estabilidade do CEE entre as dietas pode ser atribuído primariamente ao CMS equivalente entre os tratamentos. Também pode-se atribuir este resultado à composição das dietas (Tabela 1), uma vez que a glicerina bruta contribuiu com menor percentagem de PB na MS, bem como EE na MS quando comparada ao milho. Por esta razão, foi necessário o aumento da proporção de farelo de soja nas dietas contendo glicerina bruta visando que se mantivessem isonitrogenadas. Como consequência, o EE também se manteve equivalente entre as dietas devido o acréscimo do farelo de soja, caso contrário, é provável que seu consumo se apresentasse decrescente devido à baixa fração de EE contido na glicerina bruta.

A estabilidade de ganho de peso com a inclusão da glicerina nas dietas decorre da semelhança entre as concentrações de energia do milho e do glicerol. De acordo com Schröder e Südekum (1999) o valor energético do glicerol é de 1,98 a 2,29 Mcal/kg, muito próximo ao amido de milho, fator este

que combinado ao consumo de matéria seca equivalente contribuiu para tal fenômeno.

A dieta sem glicerina apresentou melhor conversão, o que pode influenciar o custo final do kg de carne produzido. A igualdade encontrada para a conversão alimentar entre os tratamentos se deve ao fato do consumo de MS também não ter diferido significativamente, uma vez que o cálculo da conversão alimentar relaciona o consumo da MS e o ganho de peso correspondente. Cartaxo et al. (2013) obtiveram conversão alimentar 5,41 para caprinos ½ Boer x ½ SPRD, valor próximo ao obtido nesta pesquisa (5,69). Segundo o autor, tais valores de conversão alimentar são aceitáveis levando em consideração o desempenho médio da espécie caprina.

4.2 – Comportamento ingestivo

O tempo gasto pelos animais em ingestão (minutos/dia, minutos/g de MS e minutos/g de FDN) aumentou ($P < 0,01$) com a inclusão de glicerina bruta nas dietas (Tabela 3). Entretanto o tempo gasto em ruminação (minutos/dia, minutos/g de MS e minutos/g de FDN) não foi afetado ($P > 0,05$) pelos níveis de glicerina, assim como o tempo em que os animais permaneceram em ócio ($P = 0,07$)

O aumento no tempo de ingestão com o aumento da inclusão de glicerina bruta na MS das dietas pode ser explicado pela seletividade dos componentes físicos da dieta, inerente à espécie caprina, uma vez que o aumento do tempo de ingestão não resultou em aumento no consumo de MS (Tabela 2). Desta forma, o maior tempo de ingestão pode ser atribuído a quaisquer outras atividades que não à ingestão propriamente dita. Neste caso, é possível que se deva ao ato de selecionar a parcela mais digestível e palatável da dieta.

O aumento no tempo de ingestão também pode estar relacionado a alguma propriedade organoléptica das rações com maiores teores de glicerina bruta. A inclusão de glicerina bruta resultou em um concentrado com aspecto mais viscoso e aglomerado. É provável que devido às propriedades higroscópicas da glicerina (ELAM, 2008), as dietas com maior proporção deste

ingrediente impliquem em maior tempo de salivação do bolo alimentar antes da deglutição.

Tabela 3. Comportamento ingestivo de caprinos alimentados com dietas contendo glicerina bruta.

	Tratamentos ²				Efeito ³		CV ⁴ (%)
	G0	G4	G8	G12	L	Q	
Ingestão							
Min/dia	195,0	284,0	306,5	331,0	<0,01	0,52	31,1
Min/g de MS	0,32	0,44	0,62	0,56	<0,01	0,20	41,3
Min/g de FDN	0,79	1,09	1,53	1,56	0,01	0,43	42,2
Ruminação							
Min/dia	387,0	360,0	368,5	347,0	0,40	0,92	20,8
Min/g de MS	0,66	0,55	0,73	0,60	0,96	0,91	24,7
Min/g de FDN	1,59	1,38	1,80	1,60	0,45	0,96	24,0
Ocio							
Min/dia	850,5	787,0	773,5	733,5	0,07	0,78	14,1

²G0: 0% de glicerina bruta na dieta; G4: 4% de glicerina bruta na dieta, G8: 8% de glicerina bruta na dieta; G12: 12% de glicerina bruta na dieta. ³Efeitos: valor de P para o teste de polinômio ortogonal, efeitos cúbicos não significativos (P>0,05). ⁴CV: Coeficiente de variação.

A glicerina que chega ao rúmen tem três destinos metabólicos possíveis: metabolização a propionato (44%), absorção pelo epitélio ruminal (43%) ou passagem em direção ao abomaso (13%), todos estes destinados à neoglicogênese no tecido hepático. Todavia, em ensaio de digestibilidade *in vitro* se tem verificado quase completa fermentação da glicerina no ambiente ruminal, produzindo principalmente os ácidos butírico e propiônico (KREHBIEL, 2008). O aumento na disponibilidade de propionato pode promover secreção de insulina, fazendo com que as dietas com altos níveis de glicerina bruta tornem-se reguladoras do consumo (GROVUM, 1980). Esta regulação de consumo pode ter levado os caprinos a retornarem constantemente ao cocho, uma vez que o enchimento ruminal é um dos fatores que influencia a sensação de saciedade (MERTENS, 1994).

Os tempos de ruminação da MS e FDN não sofreram efeitos (P>0,05) da inclusão de glicerina bruta às dietas, uma vez que a composição química do alimento, principalmente em termos de FDN, influencia o comportamento ingestivo de ruminantes. Este nutriente é o principal fator que interfere no bom funcionamento ruminal (CARVALHO et al., 2011) e está altamente

correlacionado com o tempo de ruminação (FIGUEIREDO et al., 2013). Como as dietas possuíam níveis equivalentes de FDN (Tabela 1), o tempo de ruminação não foi afetado pela inclusão de glicerina bruta.

O tempo em ócio tendeu a diminuir ($P=0,07$) com o incremento de glicerina bruta nas dietas. É provável que o maior tempo em ócio explique a melhor CA apresentada pelos animais do tratamento sem glicerina (Tabela 2).

4.3 – Consumo e digestibilidade

O consumo de nutrientes (MS, PB, FDN e EE) do ensaio de metabolismo (Experimento II) não foi influenciado ($P>0,05$) pela adição de glicerina bruta as dietas (Tabela 4).

O consumo de PB tendeu a aumentar ($P=0,09$) com o incremento dos níveis de glicerina bruta nas dietas. O tratamento com 12% de inclusão obteve consumo de PB 24% superior em comparação à dieta sem glicerina. Tal comportamento dos dados difere ligeiramente do observado no ensaio de desempenho dos animais (Experimento I), onde os dados mostraram-se mais dispersos (Tabela 2). Provavelmente este comportamento deve-se a exigência de manterem-se as dietas isoproteicas, uma vez que a glicerina bruta, ao contrário do milho, não contribui com nenhuma forma de proteína para a dieta. Dessa forma foi necessário aumentar a proporção de farelo de soja nas dietas, o que pode ter corrigido o teor de PB das dietas, bem como equilibrado o valor energético das mesmas, quando do ajuste na relação glicerina/milho/soja.

A inclusão da glicerina bruta não influenciou a digestibilidade dos nutrientes das dietas (Tabela 4), resultados reforçados por outros autores (DONKIN et al., 2008; SCHRÖDER e SÜDEKUM, 1999; BORGES et al., 2013b). Entretanto, a digestibilidade do EE apresentou comportamento quadrático ($P<0,01$), revelando aumento dos coeficientes de digestibilidade da fração gordurosa nas dietas com 0% (87,26%) e 12% (88,82%) de glicerina bruta na MS, bem como coeficientes inferiores nas dietas com 4% (84,24%) e 8% (83,90%) de glicerina bruta na MS. Tal diferença não pode ser explicada pelo consumo de EE no presente ensaio, que não diferiu entre os tratamentos ($P>0,05$). Entretanto, observa-se na composição centesimal das dietas (Tabela

1) um ligeiro decréscimo da participação do EE na MS das rações com a inclusão da glicerina bruta.

Tabela 4. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em dietas para caprinos contendo glicerina bruta.

	Tratamentos ²				Efeito ³		CV ⁴ (%)
	G0	G4	G8	G12	L	Q	
Consumo							
MS, g/dia	641,0	692,0	737,0	742,0	0,14	0,62	12,09
PB, g/dia	85,00	100,0	104,0	106,0	0,09	0,84	14,18
FDN, g/dia	225,0	233,8	239,0	238,3	0,87	0,59	13,43
EE, g/dia	19,00	20,00	20,00	20,00	0,54	0,73	9,39
Digestibilidade							
MS, %	76,44	77,95	80,83	79,99	0,17	0,54	5,21
PB, %	67,49	74,60	78,32	76,08	0,21	0,33	11,04
FDN, %	79,18	81,83	78,60	75,56	0,25	0,30	7,20
EE, %	87,26	84,24	83,90	88,82	0,33	<0,01	3,73

²G0: 0% de glicerina bruta na dieta; G4: 4% de glicerina bruta na dieta, G8: 8% de glicerina bruta na dieta; G12: 12% de glicerina bruta na dieta. ³Efeitos: valor de P para o teste de polinômio ortogonal, efeitos cúbicos não significativos (P>0,05). ⁴CV: Coeficiente de variação.

Diversos autores tem observado efeito negativo da adição de glicerina bruta em dietas para ruminantes sobre a DFDN tanto em experimentos *in vivo* como *in vitro* (SCHRÖDER e SÜDEKUM, 1999, LAGES et al, 2010; PAGGI et al, 2004). Tal efeito não foi observado neste experimento, resultado semelhante ao obtido por Borges et al. (2013b). A redução na DFDN em dietas contendo glicerina bruta pode ser atribuída ao incremento do EE decorrente da adição deste produto, uma vez que a composição da glicerina bruta varia de acordo com o seu grau de pureza. Neste experimento, bem como no de Borges et al. (2013b), a pureza da glicerina bruta permitiu formular dietas com baixos níveis de EE, que não influenciaram negativamente na DFND.

4.4 - Análise econômica

Constatou-se que o custo da glicerina bruta foi R\$ 0,15 reais mais barata que o milho triturado, no entanto, o custo da ração não reduziu, sendo o custo de todas as rações formuladas de R\$ 0,93 por kg.

Mesmo o milho em grão triturado sendo substituído por um ingrediente 20% mais barato, o quilograma das rações apresentou o mesmo valor, devido ao aumento na quantidade de farelo de soja para balancear a proteína na fórmula. Esse aumento na inclusão do farelo de soja é justificado pelo baixo teor ou até mesmo inexistência de proteína na composição química da glicerina bruta (Tabela 5).

As dietas contendo 8 e 12% de glicerina bruta resultaram em mesmo ganho de peso total dos caprinos durante o confinamento, porém com consumo total de ração diferenciado, com 147,78 e 168,94 kg para G8 e G12, respectivamente.

Tabela 5. Custos das rações experimentais com base na matéria natural

Ingredientes	Dietas ¹			
	G0 R\$/kg	G4 R\$/kg	G8 R\$/kg	G12 R\$/kg
Feno Tifton-85	0,27	0,27	0,27	0,27
Glicerina bruta	-	0,02	0,05	0,07
Milho em grão triturado	0,40	0,35	0,31	0,28
Farelo de soja	0,23	0,26	0,27	0,28
Calcário	0,01	0,01	0,01	0,01
Mistura mineral ²	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	0,93	0,93	0,93	0,93

¹Dietas: G0: 0% de glicerina bruta na dieta; G4: 4% de glicerina bruta na dieta, G8: 8% de glicerina bruta na dieta; G12: 12% de glicerina bruta na dieta.² Composição: Ca 13,4%; P 7,5%; Mg 1%; S 7%. Na 14,5%; Mn 1100mg/kg; Fe 500 mg/kg.

A inclusão da glicerina bruta nas rações, nessas condições experimentais e período avaliado, não reduziu o custo da ração, sendo importante frisar que somente este parâmetro não é suficiente para a tomada de decisão, visto que, não só o preço por kg de ração influenciará a rentabilidade do confinamento, mas sim um conjunto de fatores que poderá justificar a sua utilização.

O tratamento G8 apesar de apresentar o mesmo valor R\$/kg de ração, menor consumo total de ração (kg) em relação aos demais tratamentos e menor ganho de peso total/kg, (GP Total/ kg) que aos tratamentos G0 e G4, podemos sugerir que houve nesse tratamento uma conversão alimentar melhor, fato esse que culminou na melhor taxa de retorno para esta ração,

com 50,29% (Tabela 6). O melhor ganho de peso em relação ao menor consumo de ração viabilizou o uso da dieta que substitui 8% de milho em grão triturado pela glicerina bruta, o que significa que a exploração nos meios estudados nessa pesquisa se remunera e sobrevive, pelo menos, em curto prazo.

É importante ressaltar que a utilização desse coproduto na alimentação de cabritos em confinamento apresenta uma alternativa viável, porém, essa alternativa de fonte alimentar vai depender da região do confinamento e vai se justificar principalmente quando os custos com os grãos estiverem em grandes oscilações ou com valores elevados no mercado.

Tabela 6. Taxa interna de retorno em relação aos custos diferenciados das dietas de cabritos alimentados com dietas contendo glicerina bruta

Variáveis	Dietas ¹			
	G0	G4	G8	G12
R\$/kg de Peso Vivo	9,00	9,00	9,00	9,00
Ganho de Peso Total, kg	25,50	25,50	22,95	22,95
Valor Total do PV, R\$ (A)	229,50	229,50	206,55	206,55
R\$/kg de ração	0,93	0,93	0,93	0,93
Consumo total de ração, kg	170,50	189,98	147,78	168,94
Custo total com alimentação, kg (B)	158,57	176,68	137,44	157,11
Benefício líquido, R\$ (C=A-B)	70,94	52,82	69,11	49,44
Taxa de retorno, % (C/Bx100)	44,74	29,89	50,29	31,36
MBL ² (R\$ por Tratamento)	200,70	197,52	179,84	177,56

¹G0: 0% de glicerina bruta na dieta; G4: 4% de glicerina bruta na dieta, G8: 8% de glicerina bruta na dieta; G12: 12% de glicerina bruta na dieta.²MBL: Margem bruta de lucro em reais por tratamento.

5 – CONCLUSÕES

A inclusão de 12% de glicerina bruta em dietas de terminação para caprinos não influencia o ganho de peso, o consumo e a digestibilidade de nutrientes.

6 - REFERÊNCIAS

ANP – Agência Nacional do Petróleo. **Biodiesel – Introdução**. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br> >. Acesso em: 10/04/2014.

AZEVEDO, R. A., RUFINO, L. M. A., SANTOS, A. C. R., RIBEIRO JUNIOR, C. S., RODRIGUEZ, N. M., GERASEEV, L. C. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com torta de macaúba. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 65, n.2, p.490-496, 2013.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. 1995. **Official Methods of Analysis**. 16.ed. AOAC, Washington, DC.

BORGES, G.D.S.; MACEDO, V.P.; MAEDA, E.M.; SILVEIRA, A.L.F.; LUZ, P.A.S. Influência da substituição do milho por glicerina bruta no consumo de caprinos de corte. In: SIMPÓSIO PARANAENSE DE OVINOCULTURA, 16., SIMPÓSIO PARANAENSE DE CAPRINOCULTURA, 4., SIMPÓSIO SUL BRASILEIRO DE OVINOS E CAPRINOS, 4., Bandeirantes, 2013. **Synergismus Scyentifica**, UTFPR, v.8, n.2, 2013.

BORGES, G.D.S., MACEDO, V.P., MAEDA, E.M., SILVEIRA, A.L.F., CASTRO, J.M. Digestibilidade de dietas contendo níveis de glicerina bruta em substituição ao milho fornecida a caprinos de corte In: SIMPÓSIO PARANAENSE DE OVINOCULTURA, 16., SIMPÓSIO PARANAENSE DE CAPRINOCULTURA, 4., SIMPÓSIO SUL BRASILEIRO DE OVINOS E CAPRINOS, 4., Bandeirantes, 2013. **Synergismus Scyentifica**, UTFPR, v.8, n.2, 2013.

BROCHIER, M.A.; CARVALHO, S. Consumo, ganho de peso e análise econômica da terminação de cordeiros em confinamento com dietas contendo diferentes proporções de resíduo úmido de cervejaria. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.5, p.1205-1212, 2008.

BÜRGER, P.J., PEREIRA, J.C., QUEIROZ, A.C., SILVA, J.F.C., VALADARES FILHO, S.C., CECON, P.R., CASALI, A.D.P., 2000. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29, 236-242.

CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; COELHO, J. F. da S., CECON, P. R. Estimativas do consumo e do ganho de peso de bovinos, em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.659-1957, 2001.

CARTAXO, F. Q.; LEITE, M. L. de M. V., SOUSA, W. H., VIANA, J. A., ROCHA, L. P. Desempenho bioeconômico de cabritos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.14, n.1, p.224-232. Jan./mar., 2013.

CARTAXO, F. Q.; SOUSA, W. H.; CEZAR, M. F.; GONZAGA NETO, S.; CUNHA, M.G.G. Efeitos do genótipo e da condição corporal sobre o desempenho de cordeiros terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1483-1489, 2008.

CARVALHO, G. G. P. C., GARCIA, R., PIRES, A. J. V., DETMANN, E., Ribeiro, L. S. O., CHAGAS, D. M. T., SILVA, R. R., PINHO, B. D., 2011. Comportamento ingestivo em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40, 1767-1773.

CNPE - CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA. Estabelece em cinco por cento, em volume, o percentual mínimo obrigatório de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado ao consumidor final, de acordo com o disposto no art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Resolução nº 6 de 16 de setembro de 2009. **Diário Oficial da União**, Brasília, sessão 1, p.16, outubro, 2009.

CIMMYT - Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. **La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica**. Edición revisada. Distrito Federal. México. 79p. 1988.

DASARI, M.A.P. ; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R.; SUPPES, G.J., Low pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis General**. 281 :225-231, 2005.

DRACKLEY, J. K.; RICHARD, M. J.; BEITZ, D.C, YOUNG J. W. Metabolic Changes in Dairy Cows with Ketonemia in Response to Feed Restriction and Dietary 1,3-Butanediol. **Journal of Dairy Science**. v. 75, p. 1622-1634, 1992.

DONKIN, S. S. Glicerol from biodiesel production : the new corn for dairy cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, Suplemento especial, v. 37, p.280-286, 2008.

ELAM, N. A., ENG, K. S., BRECHTEL, B., HARRIS, J. M., CROCKER, R. Glycerol from biodiesel production: considerations for feedlot diets. **Proceedings of the Southwest Nutrition Conference**, v. 21, 2008.

ERASMUS, J. A. Adaptation to various environments and resistance to disease of the improved Boer goat. **Small Ruminant Research**, v.36, p.179-187, 2000.

EFSA – European Food Safety Authority. **Scientific Opinion on the abiotic risks for public and animal health of glycerine as co-product from the biodiesel production from Category 1 animal by-products (ABP) and vegetable oils**. EFSA Journal, 2010; 8(12): 1934

FAOSTAT - **Food and agriculture organization statistical databases**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 19 fev. 2014.

FIGUEIREDO, M. R. P., SALIBA, E. O. S., REBOUÇAS, G. M. N., SILVA, F. A., SÁ, H. C. M., 2013. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com diferentes fontes de fibra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. 65,485-489.

FRANÇA, S. R. L., GONZAGA NETO. S., PIMENTA FILHO, E. C., MEDEIROS, A. N. de, TORREÃO, J. N da C., MARYZ, T. M. de A., COSTA, R. G. Comportamento ingestivo de ovelhas Morada Nova no terço final de gestação com níveis de energia metabolizável na dieta. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.10, n.1, p.73-84. jan/mar 2009

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA), **Code of Federal Regulations**, 21CFR582.1320, Title21, v.6, 2006.

GROVUM, W.L. Factors affecting the voluntary intake of food by sheep. 3. The effects of intravenous infusions of gastrin, cholecystokinin and secretin on motility of the reticulo-rumen and intake. **The British Journal of Nutrition**. 1981; v.45, p.183–201

HADDAD, S.G. Effect of dietary forage: concentrate ratio on growth performance and carcass characteristics of growing Baladi kids.**Small Ruminant Research**, v.57, p.43-49, 2005.

HASHIMOTO J.H. et al. Desempenho e digestibilidade aparente em cabritos Boer x Saanen em confinamento recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**., v.36, n.1, p.174-182, 2007.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Censo Agropecuário 2009.

IUPAC. International Union of Pure and Applied Chemistry. **A Guide to IUPAC Nomenclature of Organic Compounds** – Recommendations, 1993.

JOHNSON, T. R., COMBS, T. K.. Effects of pre-partum diet, inert rumen bulk and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. 1991. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p.933-944

KERR, B.J.; SHURSON, G.C.; JOHNSTON, L.J.; DOZIER, W.A. Utilization of crude glycerin in nonruminants. In: MONTERO, G. (Ed.) Biodiesel: Quality, emissions and by-products. Rijeka, Croatia: InTech, 2011. 380p., cap.20, p.365-380. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/biodiesel-quality-emissions-and-by-products/utilization-of-crude-glycerin-in-nonruminants>>. Acesso em: 23 mar. 2014.

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

LAGE, J.F; PAULINO, P.V.R., PEREIRA, L.G.R., VALADARES FILHO, S.C., OLIVEIRA, A.S. de, DETMANN, E., SOUZA, N.K. de P., LIMA, J.C.M. Glicerina

bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.9, p.1012-1020, setembro, 2010.

MADRUGA, M. S.; NARAIN, N.; ARRUDA, S.G.B. et al. Influência da idade de abate e da castração nas qualidades físico-químicas, sensoriais e aromáticas da carne caprina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1562-1570, 2002.

MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.723-728, 2004.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JÚNIOR, G. C. Forage quality, evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids**. Washington, D.C.: National Academic Press, 2007. 292p.

PAGGI, R.A.; FAY, J.P.; FAVERIN, C. In vitro ruminal digestibility of oat hay and cellulolytic activity in the presence of increasing concentrations of short-chain acids and glycerol. **Journal of Agricultural Science**, v.142, p.89-96, 2004.

PARENTE, M. de O. M., RODRIGUES, R. C., JESUS, A. P. R. de, ARAÚJO., J. dos S., PARENTE, H. N., TOSTA, X. M., RIBEIRO, I. G. A. **Potencialidades da produção de ruminantes no estado do Maranhão**. In: Parente & Rodrigues (Org.) *Simprupasto: O uso da ciência e de tecnologias para a mudança de paradigmas*. Chapadinha: Edufma 2012. p.15-36.

PEREIRA FILHO, J.M., RESENDE, K.T. de, TEIXEIRA, I.A.M.A, SILVA SOBRINHO, A.G. da, YAÑÉS, E.A., FERREIRA, A.C.D. Efeito da restrição alimentar no desempenho produtivo e econômico de cabritos F1 Boer x Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.34, n.1, p.188-196, 2005

SCHRÖDER, A., SÜDEKUM, K.H., 1999. **Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants**. In: Wratten, N., Salisbury, P.A. (Eds.), *New Horizons for an Old Crop Proceedings 10th International Rapeseed Congress*. The Regional Institute Ltd., Gosford, New South Wales, Australia, Paper No. 241.

SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J., FOX, D.G., RUSSEL, J.B., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science and Technology**. 70: 3562-3577.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A.. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

WEISS, W.P., CONRAD, H.R., PIERRE, N.R.S., 1992. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Journal of Animal Science and Technology**. 39: 95-110.