

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação**

**GLICERINA BRUTA VEICULADA À AGUA COMO
SUPLEMENTO PARA GESTAÇÃO E INÍCIO DE
GESTAÇÃO EM OVELHAS**

HEMILLY CRISTINA MENEZES DE SÁ

**Belo Horizonte - Minas Gerais
Escola de Veterinária
UFMG 2015**

HEMILLY CRISTINA MENEZES DE SÁ

**GLICERINA BRUTA VEICULADA À AGUA COMO SUPLEMENTO PARA GESTAÇÃO
E INÍCIO DE GESTAÇÃO EM OVELHAS**

Tese apresentada à Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Minas Gerais, como
requisito parcial para obtenção do grau de doutor em
Zootecnia. Área de Concentração: Nutrição Animal

Orientador: Prof. *Iran Borges*

S111g Sá, Hemilly Cristina Menezes de, 1983-
Glicerina bruta veiculada à água como suplemento para gestação e início de lactação em ovelhas / Hemilly Cristina Menezes de Sá. – 2015.
69 p. : il.

Orientador: Iran Borges

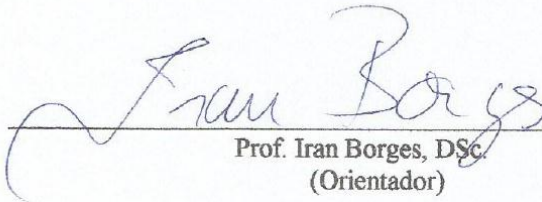
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária.

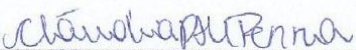
Inclui bibliografia

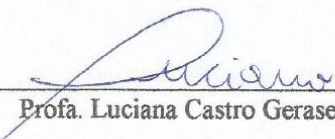
1. Ovelha – Alimentação e rações – Teses. 2. Dieta em veterinária – Teses. 3. Nutrição animal – Teses. 4. Glicerina – Teses. 5. Suplemento alimentar – Teses. I. Borges, Iran. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.308 5

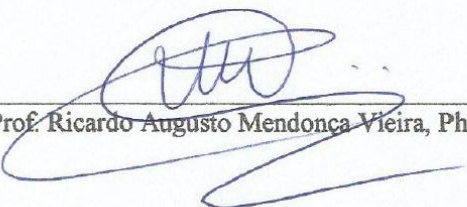
Tese apresentada e defendida no dia 27 de Fevereiro de 2015 e aprovada pela comissão examinadora composta por:


Prof. Iran Borges, DSc.
(Orientador)


Profa. Cláudia Freire de Andrade Morais Pena, DSc.


Profa. Luciana Castro Geraseev, DSc.


Prof. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério, DSc.


Prof. Ricardo Augusto Mendonça Vieira, PhD.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Iran Borges, por seu exemplo profissional e, acima de tudo, dedicação em apresentar o melhor caminho a ser percorrido.

A meus pais que nunca mediram esforços para proporcionar o melhor para minha vida.

Aos membros da banca Cláudia Freire, Luciana Geraseev, Marcos Cláudio e Ricardo Vieira pela presença e principalmente pelas correções e considerações fundamentais para meu aprendizado. Ao Octávio Rossi pelo empréstimo dos animais.

Ao Gilberto de Lima Macedo Junior pelo apoio tanto no mestrado quanto no doutorado.

Às minhas irmãs Kelly e Adrielly por ser a alegria do meu dia a dia. Aos meus cunhados.

À minha princesinha Valentina.

À vovó Geralda pelas orações, tia Delba pelo carinho, tia Eny mesmo longe sempre presente. A minha querida Natália que esteve comigo desde a infância.

Ao Felipe Santos pela amizade e parceria na execução do experimento.

Ao Fredson Viera pela amizade no doutorado.

Às minhas grandes amigas Mércia Regina Pereira, Tássia Ludmila, Thasia Macedo e Natália Lima amizade para a vida toda.

Ao Luigi Cavalcanti pela paciência e grande contribuição na execução da estatística.

Ao grande grupo NEPPER, que me fez uma pessoa melhor, pela oportunidade de conviver e aprender com pessoas tão especiais que mudaram o caminho da minha vida. Agradecimento também pelo esforço diário na execução do experimento. (Alessandra Leal, Celso Henrique, Gustavinho, Jizênio Passos, Joelma Pereira, Joana Campolina, José André, Juliana Favato, Leonardo Rago, Lucas -1, Luciana Guedes, Natália Castro, Flávio Alvarenga, Vandenberg Lira, Márcio Gianordoli, Veridiana Basoni, Carlinhos, Andréa Guicheney. A colega Ana Paula Liboreiro.

À fazenda experimental da UFMG e todos os funcionários que contribuíram para execução do projeto.

Às minhas ovelhas, cordeiros e cachorros lindos!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	7
LISTA DE FIGURAS.....	8
RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
1. INTRODUÇÃO GERAL	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
3. REFERÊNCIAS	19
GLICERINA BRUTA: ESTRATÉGIA ENERGÉTICA PARA FASE GESTACIONAL E INÍCIO DA LACTAÇÃO EM OVELHAS	24
RESUMO.....	24
1. INTRODUÇÃO.....	24
2. MATERIAL E MÉTODOS	25
3. RESULTADOS.....	31
4. DISCUSSÃO.....	48
5. CONCLUSÕES	51
6. REFERÊNCIAS	52
GLICERINA BRUTA COMO SUPLEMENTO PARA OVELHAS LEITEIRAS: EFEITO SOBRE PESO AO NASCER E DESENVOLVIMENTO DE SEUS CORDEIROS.....	57
RESUMO.....	57
1. INTRODUÇÃO	57
2. MATERIAL E MÉTODOS	58
3. RESULTADOS.....	61
4. DISCUSSÃO.....	64
5. CONCLUSÕES	65
6. REFERÊNCIAS	66
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal e bromatológica das dietas oferecida às ovelhas durante a gestação e lactação.....	26
Tabela 2. Composição bromatológica e teor de energia da glicerina	27
Tabela 3. Médias e erros-padrão do consumo de extrato etéreo (CEE), consumo de carboidratos totais (CCHT), consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) em gramas dia/ Kg PV e digestibilidade de matéria seca (DMS) em função dos teores de inclusão da GB na água e estágios fisiológicos das ovelhas.....	37
Tabela 4. Médias e erros-padrão do teor de ácido úrico (mg/dL), albumina(g/dL), proteínas totais (PT) (g/dL) e ureia (mg/dL) em função das inclusões da glicerina bruta na água e estágios fisiológicos das ovelhas.....	39
Tabela 5. Médias e erros-padrão do teor de creatinina (mg/dL), frutosamina ($\mu\text{mol/L}$), colesterol (mg/dL) e triglicerídeos mg/dL em função das inclusões da GB na água e estágios fisiológicos das ovelhas.....	40
Tabela 6. Médias e erros-padrão do teor de transaminase glutâmica oxalacética (TGO) (U/L), fosfatase alcalina (U/L) e gama GT liquiform (U/L) em função das inclusões da GB na água e estágios fisiológicos das ovelhas	41
Tabela 7. Médias e erros-padrão da composição química e físico-química em porcentagem do leite de ovelhas suplementadas com GB.....	47
Tabela 8. Composição centesimal e bromatológica das dietas oferecidas às ovelhas durante a gestação e lactação.....	59
Tabela 9. Composição bromatológica teor de energia da GB	59
Tabela 10. Médias e erros-padrão do comprimento corporal (CC), altura de cernelha (AC), circunferência torácica (CIT), largura peito (LP), largura do pernil (LPE) e comprimento do (CPE) ao nascimento até o desmame	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Consumo de matéria seca em gramas por quilo de peso vivo em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto e lactação	32
Figura 2. Consumo de água em gramas por dia em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto e lactação.....	33
Figura 3. Consumo de água em gramas por dia/ CMS em gramas por dia em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto e lactação.	34
Figura 4. Consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) por quilo de peso vivo em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto e lactação	34
Figura 5. Consumo de fibra em detergente ácido (CFDA) por quilo de peso vivo em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto e lactação	35
Figura 6. Consumo de proteína bruta (CPB) por quilo de peso vivo em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto e lactação	36
Figura 7. Escore corporal em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto e lactação.....	38
Figura 8. Ganho de peso em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto e lactação	38
Figura 9. Teor de β -hidroxibutirato, mmol/L (BHB) em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto	42
Figura 10. Teor de ácidos graxos não esterificados, mmol/L (AGNE) em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto	43
Figura 11. Teor de glicose (mg/dL) as zero horas em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto.....	44
Figura 12. Teor de glicose (mg/dL) três horas pós alimentação em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto	44
Figura 13. Teor de glicose (mg/dL) seis horas pós alimentação em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto	45
Figura 14. Teor de glicose (mg/dL) nove horas pós alimentação em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto	45
Figura 15. Produção de leite obtida na ordenha (PLO) e corrigida para 6,5% de gordura e 5,8% de proteína em função da suplementação com GB e dias de lactação	46

Figura 16. Produção de leite total (PLT) corrigida para 6,5% de gordura e 5,8% de proteína em função da suplementação com GB e dias de lactação.....	47
Figura 17. Eficiência alimentar, produção de leite/consumo de matéria seca total em função da suplementação com GB e dias de lactação.....	48
Figura 18. Influência da GB, peso vivo e escore corporal das ovelhas e sexo dos cordeiros sobre o peso ao nascer.....	62

RESUMO

Objetivou-se primeiramente avaliar a influência da suplementação com glicerina bruta (GB) em dietas para ovelhas durante a gestação e início da lactação e posteriormente os seus efeitos sobre o desenvolvimento de seus cordeiros. Foram avaliadas 24 ovelhas com genótipo Lacaune x East Friesian distribuídas de forma inteiramente ao acaso em quatro tratamentos que se diferenciaram quanto à suplementação de GB em (zero; 1,5; 3,0 e 4,5% de MS) sendo a mesma adicionada à água. As ovelhas receberam suplementação ao longo da gestação e lactação. O consumo de matéria seca na gestação foi reduzido com a maior suplementação de GB, apresentando resposta linear decrescente e mantendo-se até o parto. Ao longo da lactação, a variável apresentou comportamento linear decrescente com a suplementação da GB no décimo oitavo dia desta fase, posteriormente apresentando um comportamento quadrático até o fim do período avaliado. O consumo de água para todos os tratamentos foi crescente durante a gestação havendo um pico na segunda semana da lactação. A digestibilidade da matéria seca apresentou redução linear no terço final da gestação e início da lactação ao longo da quarta a sexta semana apresentou um comportamento quadrático. O escore corporal sofreu influência da GB apenas no vigésimo quarto dia que antecedeu o parto. O teor de β -hidroxibutirato e ácidos graxos não esterificados não sofreram influência da suplementação com GB ao longo de toda a gestação. Avaliando o peso ao nascer dos cordeiros verificou-se que o teor de GB explicou 5,2% da variação observada (ω^2), seguidas pelo escore corporal, $\omega^2=12,3\%$, sexo, $\omega^2=19,2\%$ e peso vivo, $\omega^2=26,5\%$ totalizando o R^2 de 63%. Cordeiros mais leves foram oriundos de ovelhas com peso entre 40 a 50 kg, que não receberam GB ou níveis mais altos e possuíam escore entre 4 a 5, em contrapartida os cordeiros mais pesados, com peso ao nascer superior a 5,5, provinham de ovelhas pesadas entre 80 a 90 kg, que receberam níveis de 2 a 4% de GB e possuíam escore baixo. A composição química e físico-química do leite de ovelhas não foi alterada pelas suplementações GB na água. A suplementação com GB veiculada à água de ovelhas gestantes e no início da lactação reduziu o CMS, não afetou negativamente a produção e composição do leite e parâmetros sanguíneos.

Palavras-chave: biodiesel, gestação, glicerol, ovinos

ABSTRACT

The objective was to first assess the influence of supplementation with crude glycerin (GB) in diets for ewes during pregnancy and early lactation and later its effects on the development of their lambs. We evaluated 24 ewes with Lacaune x East Friesian genotype distributed fully formed randomly into four treatments that differ regarding the supplementation GB (zero, 1.5, 3.0 and 4.5% DM) Therefore, it added water. The dry matter intake (DMI) during pregnancy was reduced by greater supplementation GB, with decreasing linear response and remaining until delivery. During lactation, the variable decreased linearly with supplementing the GB on the eighteenth day of this phase, later showing a quadratic effect until the end of the study period. Water consumption for all treatments was growing during pregnancy with a peak in the second week of lactation. The dry matter digestibility showed a linear reduction in the final third of gestation and early lactation along the fourth to sixth week presented a quadratic behavior. The body score was influenced by GB only in the twenty-fourth day before delivery. The content of β -hydroxybutyrate and non-esterified fatty acids were not affected GB supplementation throughout pregnancy. Assessing the birth weight of lambs was found that the GB content explained 5.2% of the observed variation (ω^2), followed by body condition, $\omega^2 = 12.3\%$, sex, $\omega^2 = 19.2\%$, and the weight, $\omega^2 = 26.5\%$ to R^2 of 63%. Lighter lambs were derived from sheep weighing 40 to 50 kg which had not received GB or higher levels and had a score between 4 and 5, in contrast to the heavier lambs with a birth weight greater than 5.5, came from heavy sheep between 80 to 90 kg who received levels 2-4% of GB and had a low score. The chemical composition and physical chemistry from sheep's milk was not affected by supplementation GB in the water. Supplementation with GB conveyed water-pregnant ewes and in early lactation reduced the DMI, did not negatively affect the production and composition of milk and blood parameters.

Keywords: biodiesel, glycerol, pregnancy, sheep

1. Introdução Geral

O biodiesel se tornou destaque no cenário brasileiro em 2005 quando a Lei 11.097, estabeleceu a obrigatoriedade da adição de 2% de biodiesel ao óleo diesel comum comercializado no país. Com isso, vislumbra-se cada vez mais a necessidade em se pesquisar e desenvolver novas fontes alternativas de energia, como o biodiesel, como forma de ampliar e diversificar a oferta energética, de maneira ambientalmente sustentável. O biodiesel é obtido pela reação de transesterificação de um óleo vegetal ou gordura de origem animal quando em contato com um álcool (metanol ou etanol) na presença de um catalisador (podendo ser ácido, básico ou biológico) obtendo-se o biodiesel e a glicerina bruta (Plá, 2002).

Pensando na sustentabilidade da produção do biodiesel temos que segundo a Agência Nacional do Petróleo (2008), em 2007, a produção de biodiesel no Brasil foi de aproximadamente 350 milhões de litros e como a produção do co-produto de cerca de 38 milhões de litros de glicerina bruta. Na indústria, quando a glicerina bruta é purificada, várias são as aplicações da mesma, as quais se destacam os usos em tabaco, alimentos, bebidas e cosméticos, entretanto, são necessários processos complexos e de alto custo para que essa matéria-prima alcance as exigências em grau de pureza necessárias para estes fins, gerando um excedente de produção que não possui destino ambientalmente correto. Entre os possíveis usos para a glicerina bruta gerada como co-produto da produção de biodiesel, pode-se destacar sua aplicação na alimentação animal

A participação de um ingrediente na dieta animal é definida pela sua contribuição nutricional, disponibilidade e, sobretudo, preço. Assim, devido ao impacto econômico da alimentação nos custos da produção animal, novos ingredientes como os subprodutos agroindustriais são buscados e analisados quanto à sua possibilidade de utilização.

O termo glicerina refere-se ao glicerol na forma comercial, com pureza acima de 95%, sendo conhecida como 1,2,3 propanotriol (IUPAC, 1993). O glicerol descoberto por Scheele em 1779 é um composto orgânico pertencente à função química álcool. É líquido à temperatura ambiente (25 °C), higroscópico, inodoro, viscoso e de sabor adocicado. Sua temperatura de fusão é de 17,8 °C e decomposto à 290 °C, sendo miscível em água e álcool (Pachauri & He, 2006). A glicerina excedente gerada na cadeia produtiva do biodiesel deve ser foco de análises mais detalhadas, pois existem poucos estudos acerca do seu aproveitamento e viabilidade econômica, sendo um das alternativas o uso da glicerina na alimentação de animais (Donkin, 2008, Parsons et al. 2009, Mach et al. 2009).

2. Revisão de literatura

1.1 Metabolismo do glicerol

O glicerol está presente no metabolismo dos animais, sendo encontrado no sangue e nas células. Segundo Lin (1977), o glicerol é derivado da lipólise no tecido adiposo e da hidrólise dos triglicerídeos das lipoproteínas do sangue. Nos ruminantes, o glicerol é fermentado até ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) no rúmen.

Os primeiros estudos sobre a fermentação ruminal do glicerol indicaram que este foi quase que inteiramente transformado em ácido propiônico (Johns, 1953; Garton et al., 1961). Porém, outros estudos indicaram aumento na concentração dos ácidos acético e propiônico (Wright, 1969), e dos ácidos propiônico e butírico (Czerkawski & Breckenridge, 1972; Krehbiel, 2008). No entanto, estudos que utilizaram glicerol marcado com ^{14}C indicaram que a maior parte do glicerol foi convertida em propionato (Bergner et al., 1995).

Estudos *in vitro* sugerem que bactérias da espécie *Selenomonas ruminantium* são as grandes responsáveis pela fermentação do glicerol no rúmen, com consequente produção de propionato, succinato, lactato e acetato (Hobson & Mann, 1961). No fígado, o destino do glicerol absorvido e a oxidação pela via glicolítica, com necessidade da enzima glicerol quinase (Lin, 1977). Entretanto, quando existe alta demanda de glicose, como no caso de animais em lactação o destino do glicerol passa a ser a gliconeogênese, juntamente com o propionato (Donkin, 2008).

O glicerol é o precursor do gliceraldeído-3-fosfato, um intermediário na lipogênese no tecido adiposo e da gliconeogênese no fígado, fornecendo também energia pela via glicolítica e do ciclo do ácido cítrico (Brisson et al., 2001). Uma vez no sangue, o glicerol pode ser convertido à glicose via gliconeogênese ou oxidado para a produção de energia via glicólise e ciclo do ácido cítrico (Robergs & Griffin, 1998). O glicerol também é componente principal da biossíntese de triglicerídeos podendo ser incluído nos triglicerídeos como reserva no tecido adiposo ou nos fosfolipídios de membrana (Lehninger et al., 2011).

1.2 Influência da glicerina na fermentação ruminal

A fermentação ruminal é o resultado de atividades físicas e microbiológicas que transformam os componentes da dieta em produtos que são utilizados pelo animal (ácidos graxos voláteis, proteína microbiana e vitaminas do complexo B e vitamina K), e outros com pouca utilização (metano e dióxido de carbono) e inclusive, nocivos (amônia, nitrato etc.) para o animal hospedeiro (Owens & Goetsch, 1993).

O impacto da adição de glicerina em culturas de microrganismos *in vitro* sobre crescimento, adesão e atividade celulolítica foi avaliado por Roger et al. (1992). Foi evidenciado que as duas maiores espécies de bactérias celulolíticas *Ruminococcus flavefaciens* e *Fibrobacter succinogenes* foram afetadas. Ao utilizarem baixa concentração (0,1 a 1% do volume) não houve efeito em nenhuma das variáveis estudadas. Entretanto, a adição de 5% de glicerina causou efeito negativo sobre o crescimento e atividade celulolítica desses microrganismos.

Vários estudos tem mostrado que a inclusão de glicerina na dieta pode diminuir a digestibilidade da fibra. Schröder & Südekum (1999) trabalharam com vacas leiteiras consumindo dietas com as proporções de volumoso e concentrado de 60 e 40% e relataram que quando 10% de glicerina bruta são incluídos em dietas com alto amido, há tendência da redução da digestibilidade da parede celular.

Overton (2007) alertou que quando utilizada grande quantidade de glicerina na dieta (acima de 1,25 kg/dia) pode ocorrer efeito negativo sobre a atividade de bactérias celulolíticas. A inclusão de 10% de glicerina na matéria seca da dieta não causou efeito sobre a ingestão de alimento e de água, sobre a degradação ruminal, digestibilidade dos nutrientes, e sobre a microbiota ruminal (Schröder & Südekum, 1999).

Krueger et al. (2010), usando até 40% de glicerol em estudo *in vitro* mostraram que o glicerol não afetou a digestibilidade da fibra. Defrain et al. (2004) reportaram que o pH caiu a medida que a inclusão de glicerina bruta aumentou na dieta, em vacas leiteiras no pós parto, observando valores de 6,91; 6,89 e 6,61 para os teores de 0; 430 e 860 g de glicerina/dia, respectivamente. Apesar da queda no pH nos tratamentos com teores mais altos, os valores ainda estão acima do valor considerado mínimo desejável de 6,2, conforme relataram Hoover (1986), Orskov (1988) e Van Soest (1994), como sendo ideal para promover a fermentação da fibra e não prejudicar a atividade dos microrganismos celulolíticos.

Provavelmente, a utilização do glicerol no rúmen favoreça bactérias que utilizam carboidratos não fibrosos como substratos, havendo proliferação mais rápida dessas espécies, inibindo o desenvolvimento e a adesão de bactérias fibrolíticas ao conteúdo fibroso da dieta (Abo El-Nor et al. 2010).

Donkin (2008) afirma que o glicerol não é um carboidrato, porém é fermentado no rúmen a ácidos graxos de cadeia curta, de modo que 50 a 70% do glicerol desaparece do rúmen em 4 horas, aumentando a produção de propionato. Outros pesquisadores reportaram aumento no teor de ácido acético e propiônico (Wright, 1969) ou nos ácidos propiônico e butírico (Czerkowski e Breckenridge, 1972).

O glicerol apresenta diversas via de desaparecimento do rúmen. Krehbiel (2008) relatou que cerca de 13% do glicerol que chega ao rúmen desaparece por passagem com a digesta, 44% por fermentação e 43% por absorção pela parede. Baseado em observações *in vitro*, a espécie que mais metabolizou o glicerol foi a *Selenomonas* e os produtos finais foram propionato, lactato, succinato e acetato. Entretanto, outros produtos da fermentação ruminal do glicerol tem sido relatados. A metabolização ruminal de glicerol, *in vitro* e *in vivo*, pode resultar em aumento pequeno na proporção molar de propionato e aumento na concentração de butirato, diferentemente de estudos clássicos onde foi observado aumento de propionato (Johns, 1953; Garton et al., 1961). Quando ocorre aumento de butirato no rúmen, também tem sido detectado aumento de β -hidroxibutirato no sangue.

O fornecimento de ácidos graxos voláteis (AGV) e glicerina purificada foram avaliados sobre a digestibilidade *in vitro* da MS do feno de aveia e sobre a atividade celulolítica no ambiente ruminal por Paggi et al. (2004). Os AGV's foram fornecidos através de uma solução salina nas concentrações de 50, 100, 200 e 300 mM. O aumento na oferta de 200 e 300 mM AGV reduziu a digestibilidade *in vitro* da MS entre 7 e 39%. Quatro vacas, não lactantes, canuladas no rúmen, foram alimentadas com silagem de milho ou feno e receberam diariamente 240 ou 1200 g de MS de glicerol via cânula ruminal, depois de um período controle (Rémond et al., 1993). Os autores demonstraram habilidade do líquido ruminal em degradar o glicerol com o aumento do seu fornecimento e foi ainda maior quando amostras de silagem de milho foram utilizadas.

A adaptação microbiana foi imediata, com a taxa máxima de degradação ocorrendo no primeiro dia. A administração *in vivo* de 240 ou 480 g de glicerina diretamente no rúmen permitiu o desaparecimento em quatro horas. A proporção de glicerol absorvido e transformado em propionato foi de 35-69% da quantidade administrada de 240 g, concordando com a taxa de desaparecimento usada nos cálculos (Rémond et al. 1993).

Diversos trabalhos relatam a redução na atividade proteolítica com a inclusão de glicerina bruta na dieta. Os ácidos graxos voláteis e o ácido láctico são produtos finais da fermentação, e a variação na concentração ruminal pode estar correlacionada como sendo inibidora do crescimento de alguns microrganismos ruminais (Paggi & Fay, 1996; Russell & Diezgonzalez, 1998), mas são pouco conhecidos seus efeitos sobre as atividades enzimáticas microbianas ruminais específicas (Fay & Ovejero, 1986). A hipótese foi de que, o ácido láctico, AGV ou glicerol podem alterar a

atividade proteolítica dos microrganismos ruminais. O glicerol não possui uma cadeia hidrofóbica. Esta ausência torna o meio em que o glicerol está dissolvido menos adequado para a atividade das enzimas proteolíticas. Portanto, pode-se inferir que as formas aniônicas do ácido láctico ou de AGV e glicerol podem alterar especificamente a atividade proteolítica de microrganismos do rúmen (Fay & Ovejero, 1986).

Outra vantagem da utilização de glicerina bruta nas dietas de ruminantes seria a redução de emissão de metano ao ambiente. Segundo Trabue et al. (2007), o fornecimento de glicerina bruta tende a reduzir a quantidade de carbono e hidrogênio disponível para produção de gás metano, pelo aumento da síntese de propionato, com conseqüente melhoria na eficiência de utilização da energia pelo animal. A taxa de fermentação ruminal *in vitro* e a produção de metano do glicerol, foi objetivo do estudo de Lee et al. (2011). Estes autores usaram os tempos de colheita do fluido ruminal de 0, 3, 6, 12, 24 e 48 horas e obtiveram taxas de produção de gás 0,05/hora com *lag time* de 7,9 horas. A produção máxima de gás com o glicerol foi de 243 mL/g. A adição de glicerol reduziu a produção de metano, não a produção total de AGV em 24 horas. Estes resultados sugeriram aumento na eficiência do uso da energia quando utilizado o glicerol. A fermentação do glicerol foi relativamente baixa.

Embora sejam poucos os estudos na alimentação de pequenos ruminantes, o fornecimento de glicerina no desempenho em confinamento e nas características de carcaça de cordeiros foi estudado por Musselmann et al. (2008). Os autores verificaram que a inclusão de glicerina em até 15% não provoca redução do desempenho, mantendo a carcaça com qualidade desejável. Valores de inclusão superiores a este podem interferir no desempenho animal, como verificado por Gunn et al. (2010) ao observarem que a inclusão de glicerina bruta acima de 30% em dietas para cordeiros proporciona menor desempenho e carcaças com menor quantidade de gordura.

Lage et al. (2010) observaram que para obtenção de desempenho desejável em cordeiros, a inclusão deve ser de até 6%. Valores acima deste interferiram na digestibilidade da FDNcp, extrato etéreo e na qualidade da carcaça.

1.3 Metabolismo energético na gestação

Em ruminantes há aumento da demanda energética no final da gestação, que coincide com diminuição da ingestão de alimentos e com o rápido crescimento do feto, logo, resulta em maior mobilização de gordura corpórea, predispondo esses animais em diversos distúrbios metabólicos. A redução no consumo é proporcionalmente menor que a diminuição do volume ruminal, provavelmente em função do aumento da taxa de passagem (Macedo Junior et al., 2010; Benevides et al., 2011).

Vários mecanismos tentam explicar as causas do aumento da taxa de passagem com o avanço da gestação. Sob o aspecto físico, a pressão exercida pelo útero no rúmen, retículo, omaso e abomaso pode estimular a motilidade e o aumento na pressão intraruminal. Isso pode, então, aumentar a sensibilidade dos receptores ruminais que resulta no aumento da atividade propulsiva ao final da gestação. Além disso, as concentrações circulantes de estrógeno, progesterona e prolactina também poderiam ser responsáveis pelas alterações na taxa de passagem da digesta (Macedo Junior et al., 2010; Benevides et al., 2011).

No final da gestação ocorre maior inserção de grãos na dieta de ovelhas, fato esse que pode também contribuir para a elevação na taxa de passagem. Apesar do aumento da exigência nutricional das ovelhas gestantes, dietas altamente energéticas podem causar acúmulo de gordura corporal e dificuldades no parto. Por outro lado, dietas deficientes energeticamente causam problemas na gestação em ovelhas, com consequente produção de cordeiros frágeis e com peso abaixo da média. As dietas ricas em proteínas favorecem a ocorrência de toxemia, pois levam a uma produção maior de ácido butírico no rúmen, reduzem a digestibilidade das rações e ainda fornecem os precursores adicionais da cetose na forma de aminoácidos cetogênicos (Radostits et al., 2002).

Dessa forma, a baixa ingestão de matéria seca pela a fêmea gestante diminui a quantidade de substratos gerados para a gliconeogênese hepática, o que resulta em hipoglicemia. Assim, o balanço energético negativo (BEN), faz com que os níveis de glucagon aumentem, havendo elevação também do AMPc no tecido adiposo, o que acaba ativando a lipase hormono-sensível, resultando em intensa mobilização de gordura dos depósitos desse animal. Isto gera alta mobilização de triglicérides, e, conseqüentemente, liberação de ácidos graxos não esterificados (AGNE) e glicerol no sangue (Benevides et al. 2011).

Segundo Ortolani & Benesi (1989), a toxemia da gestação, que é a patologia causada pelo BEN, é resultante da alimentação inadequada durante a prenhez, que causa desordem metabólica. Logo, é caracterizada por uma hipoglicemia, cetose e acidose metabólica, com sintomas nervosos e digestivos que culminam em alta mortalidade de fêmeas no pré ou pós- parto, principalmente portadoras de dois ou mais fetos no último terço da gestação. Nessa fase, há o crescimento em torno de 80 % do feto (Borges et al., 2009). Ovelhas gestantes, com gêmeos e trigêmeos, requerem 180 a 240% mais energia, respectivamente, que aquelas prenhes de feto único. Ovelhas e cabras podem não ser capazes de consumir quantidade suficiente de alimento para tais demandas, resultando em balanço energético negativo (Pugh, 2005). De acordo com Ortolani (1985) há dois tipos de toxemia da gestação, que são: o tipo I é caracterizado pela subalimentação do animal no período gestacional, podendo em gestações múltiplas o animal ingerir até 50 % a menos da sua exigência nutricional e, ou, a ingestão de alimentos de baixa qualidade nutricional; já o tipo II é caracterizado pela

superalimentação, principalmente nos dois terços iniciais da gestação, onde a gestante recebe alimentação não balanceada ou rações balanceadas “ad libitum” que possuem valores superiores a 30% em NDT normalmente requeridos, ou seja, nesse caso a patologia ocorrerá em animais obesos. Ortolani (1994) ainda ressalta sobre a importância com as primíparas, porque possuem maior exigência nutricional, logo, são susceptíveis ao balanço energético negativo. A enfermidade ocorre, também, em consequência de curtos e súbitos períodos de restrição alimentar a que são submetidas, principalmente por erros de manejo, ovelhas prenhes previamente bem alimentadas e em boas condições nutricionais. A troca de alimentação no final da gestação, mesmo que de boa qualidade, pode desencadear surtos porque os animais deixam de se alimentar em consequência da falta de costume com o novo tipo de alimento.

Em fêmeas prenhes superalimentadas e obesas, com uma alimentação rica em carboidratos, pode ocorrer hipoglicemia súbita, com um quadro drástico e imediato, em decorrência de fatores que levam a reação da adrenal e intensa mobilização de gordura para o fígado. Esta mobilização leva a uma esteatose hepática, diminui a gliconeogênese, inibe o apetite completamente e leva a altas concentrações de corpos cetônicos séricos. De acordo com Ortolani e Benesi (1989) o quadro de subalimentação ocorre geralmente quando o terço final da gestação coincide também com doenças caquetizantes como verminoses, linfadenites, pododermatites, perdas de dentes e pneumonias, que aumentam a necessidade de energia pelo conjunto matriz-feto. Nesses casos a condição corporal da fêmea é crítico muitas vezes inferior a 2,5 podendo chegar até o grau 1.

A toxemia da gestação pode ser precedida por erros nutricionais e Rook (2000) afirmou que, apesar da ocorrência de hipoglicemia, o fornecimento de energia (na forma de gordura) para ovelhas com toxemia da prenhez e acima do peso pode agravar o quadro clínico, pois, há a maior mobilização de gordura e, conseqüentemente, o aumento dos corpos cetônicos no sangue.

Animais no período pré-parto necessitam de elevada ingestão de alimentos para suprir sua exigência de nutrientes, entretanto, com o aumento do feto, o rúmen é comprimido tendo seu volume reduzido, implicando no fornecimento de dietas com maior adensamento nutritivo, em menor volume de alimentos.

O fornecimento de glicerina a vacas no período pós-parto foi avaliada por Chung et al. (2007), onde observaram que a inclusão de glicerina proporcionou maior teor de glicose e menores de β -hidroxibutirato circulantes no plasma sanguíneo das vacas que receberam glicerina comparado às que não receberam. Wang et al. (2009) obtiveram resultados similares adicionando glicerol à dieta de vacas com 4 a 63 dias em lactação, sendo verificado maiores concentrações de glicose no plasma, com balanço energético positivo, sendo observado também menor perda de peso dos animais alimentados com glicerol.

Assim como no metabolismo dos carboidratos, a demanda de cálcio também atinge o seu pico no final da gestação devido à mineralização do esqueleto fetal, ocasionando adaptações no metabolismo da gestante (Brommage & Deluca, 1985). A participação desse mineral em importantes funções metabólicas vem sendo enfatizada por sua ação como segundo mensageiro celular em processos de exocitose dos sistemas endócrino, imune, nervoso e muscular (Oheim et al., 2006). A relevância desses sistemas para manutenção das funções vitais determina um rígido controle na homeostase do cálcio envolvendo os hormônios da paratireóide, a calcitonina e a vitamina D (Kovacs e Kronenberg, 1997). Apesar disso, a ocorrência de distúrbios, como a hipocalcemia, tem aumentado nas últimas décadas, principalmente em rebanhos leiteiros, pois estes estão correlacionados com a produção de leite (Goff, 2008).

Técnicas como o teste de tolerância à glicose (TTG) têm sido empregadas em ruminantes para a determinação da capacidade de metabolização de glicose e a resposta na liberação pancreática de insulina (Regnault et al. 2004). Estudos demonstram importantes diferenças entre gestantes e não gestantes, principalmente no terço final de gestação (Regnault et al., 2004), além de correlacionarem níveis plasmáticos de cálcio na gestante com a taxa de metabolização de glicose (Schlumbohm et al. 1997).

3. Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (ANP). Disponível em: <http://www.anp.gov.br> acesso em: 01/12/2014
- ABO EL-NOR, S.; ABUGHAZALEH, A.A.; POTU, R.B. et al. Effects of differing levels of glycerol on rumen fermentation and bacteria. **Animal feed Science and Technology**, v.162, studies on glycerol transformation by rumen microorganisms. **Arch Tierernahr.** v.48, p.245-256, 1995.
- BORGES J. R. J., GODOY,R.F.; XIMENES, F.B.; CASTRO, M.B. MUSTAFA, V.; RECKZIEGEL, G.; FERREIRA NOVAIS, E.P. **Doenças hepáticas em ovinos e caprinos.** Universidade de Brasília, 2009.
- BROMMAGE, R.; DELUCA, H.F. Regulation of bone mineral loss during lactation. **Am. J. Physiol.**, v.248, p.182-187, 1985.
- BOYD, J.; WEST, J. W.; BERNARD, J. K. Effects of increasing concentrations of dietary glycerol on ruminal environment and digestibility in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 1, p. 88, 2009.

- BRISSON, D.; VOHL, M.C.; ST-PIERRE, J. et al. Glycerol: a neglected variable in metabolic process. **Bioessays**, v.23, p.534-542, 2001.
- CHUNG, Y.H., RICO, D.E., MARTINEZ, C.M., CASSIDY, T.W., NOIROT, N., AMES, A., AND VARGA, G.A. Effects of feeding dry glycerin to early postpartum Holstein dairy cows on lactational performance and metabolic profiles. **Journal of Dairy Science**; 90: 5682–5691 2007.
- CZERKAWSKI, J. W.; BRECKENRIDGE, G. Fermentation of various glycolytic intermediates and other compounds by rumen micro-organisms, with particular reference to methane production. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 27, p. 131-146, 1972.
- DEFRAIN, J.M; HIPPEN, A.R; KALSCHEUR, K.F. et al. Feeding glycerol to transition dairy cows: effects on blood metabolites and lactation performance. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.4195–4206, 2004.
- DONKIN, S.S. Glycerol from Biodiesel Production: The New Corn for Dairy Cattle **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p.280-286, 2008.
- FAY, J.P.; OVEJERO, F.M.A. Effect of lactate on the *in vitro* digestion of *Agropyron elongatum* by rumen microorganisms. **Anim Feed Sci Technol** 16, 161–167 1986.
- GARTON, G. A. **In: Digestive Physiology and Nutrition of the Ruminant**, p. 140. Ed. by Lewis, D. London: Butterworths, 1961.
- GOFF, J.P. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. **The Veterinary Journal**, v. 176, p. 50–57, 2008.
- GUNN, P.J.; NEARY, M.K.; LEMENAGER, R.P.; et al. Effects of crude glycerin on performances and carcass characteristics of finishing wether lambs. **Journal of Animal Science**, v.88, p.1771-1776, 2010.
- HOBSON, P. N.; MANN, S. O. The isolation of glycerol-fermenting and lipolytic bacteria from the rumen of the sheep. **Journal of General Microbiology**, London, v. 25, p. 227- 240, 1961.
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.2755-2766, 1986.
- IUPAC. International Union of Pure and Applied Chemistry. 1993. A guide to iupac nomenclature of organic compounds – recommendations, Blackwell scientific publications.
- JOHNS, A.T. Fermentation of glycerol in the rumen of sheep. **Journal of New Zealand**, 1953.

- JOHNSON, R. B. The treatment of ketosis with glycerol and propylene glycol. **Cornell Veterinarian**, v. 44, p. 6-21, 1953.
- KOVACS, C.S., KRONENBERG, H.M. Maternal-fetal calcium and bone metabolism during pregnancy, puerperium, and lactation. *Endocrine Reviews*, v. 18, p.832–872, 1997.
- KREHBIEL, C. R. Ruminant and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 1, p. 392, 2008.
- KRUEGER, N.A.; ANDERSON, R.C.; TEDESCHI, L.O. et al. Evaluation of feeding glycerol on free fatty acid production and fermentation kinetics *in vitro*, **Bioresource Technology**, v.101, p.8469–8472, 2010.
- LAGE, J.F.; PAULINO, P.V.R.; PEREIRA, L.G.R.; et al. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.45, p.1012-1020, 2010.
- LEE, S.; YOUNG-BAE, C.; KEM, D.; KIM, C.; SEO, S. Glycerol as a feed supplement for ruminants: *In vitro* fermentation characteristics and methane production. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 166–167, p. 269- 274, 2011.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímicas**. São Paulo: SARVER. . 39p 2011
- LIN, E.C.C. Glycerol utilization and its regulation in mammals. **Annual Review of Biochemistry**, Palo Alto, v. 46, p. 765-795, 1977.
- MACEDO JÚNIOR, G.L.; FERREIRA, M.I.C.; BORGES, I.; SILVA, V.B.; COUTO, J.R.L.; CAVALCANTI, L.F.L. Consumo e digestibilidade aparente das frações fibrosas por ovelhas gestantes submetidas ou não à restrição nutricional. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p.179-192, 2010.
- MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v.87, p.632-638, 2009.
- MUSSELMAN, A.F. VAN EMON, P.J. GUNN, C.P. RUSK, M.K. NEARY, R.P. LEMENAGER, AND S.L. LAKE. 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.
- OHEIM, M., KIRCHHOFF. F., STUHMER, W. Calcium microdomains in regulated exocytosis. **Cell Calcium**, v.40, p. 423–439, 2006.
- ORSKOV, E.R. **Nutrición proteica de los rumiantes**. Zaragoza: Ed. Acribia. p.178.1988.

- ORTOLANI, E. L.; BENESI, F. J. Ocorrência de toxemia da prenhez em cabras (*Capra hircus*, L) e ovelhas (*Ovis Áries*, L) criadas no estado de São Paulo, Brasil. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP**, São Paulo, v.26, n. 2, p. 229- 234, 1989.
- ORTOLANI, E. L. Toxemia da prenhez. In: SOCIEDADE PAULISTA DE MEDICINA VETERINÁRIA. Manejo, patologia e clínica de caprinos, São Paulo, 1985.
- ORTOLANI, E. L. Doenças carênciais e metabólicas em caprinos: urolitíase e toxemia da prenhez, IN: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPÉCIE CAPRINA, 3, 1994, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal : UNESP, 1994.
- OVERTON, T. R. Use of glycerol in dairy rations. CORNELL NUTR. CONF. FEED MANUF. Syracuse, NY. Proceedings... p. 73-79, 2007.
- OWENS, F. E.; GOETSCH, A. L. Fermentação Ruminal. In. CHURCH, D.C. El rumiante: fisiologia digestiva e nutrición, Zaragoza, Espanha: Acribia, p. 159-189, 1993.
- PACHAURI, N.; HE, B. Value-added utilization of crude glycerol from biodiesel production: a survey of current research activities. In: ASABE – ANNUAL INTERNATIONAL MEETING, Moscow, Idaho, **Biological and Agricultural Engineering** 2006.
- 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.
- PAGGI, R.A.; FAY, J.P. Effect of short-chain fatty acids on growth of the ruminal bacterium *Streptococcus bovis*. **J Gen Appl Microbiol** **42**, 393–400, 1996.
- PAGGI, R.A., FAY, J.P.; FERNÁNDEZ, H.M. Effect of short-chain acids and glycerol on the proteolytic activity of rumen fluid. **Anim Feed Sci Technol** **78**, 341–347. 1999.
- PARSONS, G. L.; SHELOR, M. K.; DROUILLARD, J. S. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. **Journal of Animal Science**, v.87, p.653-657, 2009.
- PLÁ, J. A. Perspectivas do biodiesel no Brasil. Indicadores Econômicos FEE, Porto Alegre, v.30, n.2, p.179-190, set. 2002.
- PUGH, D.G.; **Clínica de ovinos e caprinos**. São Paulo: ROCA, 109, 189 p. 2005.
- RADOSTITS, O.M.; GAY, C.C.; BLOOD, D.C.; HINCHCLIFF, K.W. Tratado de Doenças dos Bovinos, Ovinos, Suínos, Caprinos e Equinos. 9º edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogans, 1737 págs. 2002.

- RÉMOND, B., SOUDAY, E., JOUANY, J.P. *In vitro* and *in vivo* fermentation of glycerol by rumen microbes. **Animal Feed Science and Technology** 41, 121-132, 1993.
- REGNAULT, T.R.H.; ODDY, H.V.; NANCARROW, C. *et al.* Glucose-stimulated insulin response in pregnant sheep following acute suppression of plasma non-esterified fatty acid concentrations. **Rep. Biol. End.**, v.2, p.64, 2004.
- ROBERGS, R.A.; GRIFFIN, S.E. Glycerol. Biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications. **Sports Medicine**. v.26, p.145-167. 1998.
- ROGER, V.; FONTY, G.; ANDRE, C. *et al.* Effects of glycerol on the growth, adhesion and cellulolytic activity of rumen cellulolytic bacteria and anaerobic fungi. **Current Microbiology**, v.25, p.197-201, 1992.
- ROOK, J. S. Pregnancy toxemia of ewes, does, and beef cows. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 16, n. 2, p. 293-317, 2000.
- RUSSELL, J.B.; DIEZGONZALEZ, F. The effects of fermentation acids on bacterial growth. **Adv Microb Physiol** 205–234, 1998.
- SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K.-H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in Diets for ruminants. Kiel: University of Kiel, 1999.
- SCHLUMBOHM, C.; SPORLEDER, H.P.; GURTLER, H.; HARMEYER, J. The influence of insulin on metabolism of glucose, free fatty acids and glycerol in normo- and hypocalcemic ewes during different reproductive states. **Deut. Tierarz. Wochen.**, v.104, p.359-365, 1997.
- TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S. *et al.* Ruminal fermentation of propylene glycol and glycerol. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.55, p.7043-7051, 2007.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca, New York: Cornell.p.476. 1994.
- WANG, C.; LIU, Q.; YANG, W. Z.; DONG, K. H.; HUANG, Y. X.; GUO, G. Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 121, n. 1, p. 15-20, 2009.
- WRIGHT, D. E. Fermentation of glycerol by rumen microorganisms. **New Zeland Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 12, p. 281-286, 1969.

Glicerina bruta: Estratégia energética para fase gestacional e início da lactação em ovelhas

Resumo

Objetivou-se avaliar a influência da suplementação com glicerina bruta (GB) em dietas para ovelhas durante a gestação e início da lactação. Foram avaliadas 24 ovelhas do genótipo Lacaune x East Friesian distribuídas de forma inteiramente casualizada em quatro tratamentos que se diferenciaram quanto à suplementação de GB em (zero; 1,5; 3,0 e 4,5% de MS) sendo esta adicionada a água. As ovelhas receberam suplementação ao longo da gestação e lactação. O consumo de matéria seca foi reduzido linearmente com a maior suplementação da GB na dieta, sendo este mantido até o momento do parto. Ao longo da lactação houve uma influência linear decrescente da suplementação da GB até o décimo oitavo dia desta fase, posteriormente apresentando um comportamento quadrático até o fim do período avaliado. O consumo de água para todos os tratamentos foi crescente durante a gestação havendo um pico na segunda semana da lactação. A digestibilidade da matéria seca apresentou redução linear no terço final da gestação e início da lactação, posteriormente ao longo da quarta à sexta semana apresentou comportamento quadrático. O escore corporal sofreu influência da GB apenas no vigésimo quarto dia que antecede o parto. O teor de β -hidroxibutirato e ácidos graxos não esterificados não sofreram influência da suplementação com GB ao longo de toda a gestação. A composição química e físico-química do leite de ovelhas não foi alterada pelas suplementações GB na água. A suplementação com GB veiculada à água de ovelhas gestantes e no início da lactação reduziu o CMS, não afetou negativamente a produção e composição do leite e parâmetros sanguíneos.

Palavras-chave: biodiesel, gestação, glicerol, ovinos

1. Introdução

A demanda global por biocombustíveis é cada vez maior para atender a necessidade de energia mundial, o que ocasiona em uma excedente produção de glicerina bruta (GB). Ela é resultado da reação de transesterificação de um óleo vegetal ou gordura de origem animal em contato com o metanol ou etanol na presença de um catalisador ácido, básico ou biológico, gerando o biodiesel e a glicerina bruta como co-produto (Thompson & He, 2006).

A GB é reconhecida como segura para utilização em dietas para animais (FDA, 2006). Nos ruminantes, ela pode ser convertida a ácidos graxos voláteis, particularmente propionato e butirato em detrimento do acetato, ou pode ser diretamente absorvida pelo sistema digestivo atuando como um precursor para gliconeogênese no fígado (Rémond et al., 1993;. Krehbiel, 2008). Diversas pesquisas tem demonstrado o seu potencial energético em dieta para ruminantes (Fisher et al., 1971;

Rèmond et al., 1993; Khalili et al., 1997; De Frain et al., 2004; Chung et al. 2007; Osborne et al. 2009) contudo estudos durante a fase gestacional e período de transição em ovelhas ainda são escassos, justificando pesquisas que determinem o limite superior de inclusão assim como a avaliação de utilização do mesmo como um ingrediente suplementar para prevenção de distúrbios metabólicos.

O aumento da demanda energética no final da gestação coincide com a redução da ingestão de alimentos e com o rápido crescimento do feto (Forbes, 2007). Para ovinos, até 90% do peso dos neonatos é obtido durante os últimos dois meses da gestação. Nesta fase o fígado aumenta a gliconeogênese para facilitar a disponibilidade de glicose para os fetos, cada feto requer 30-40 g de glicose por dia. Para garantir esta adequada energia o estoque de gordura é mobilizado face esta crescente demanda (Merck, 2008). Entretanto, esse balanço energético negativo e o aumento da mobilização dos depósitos de gordura podem superar a capacidade de metabolização do fígado e resultar em lipidose hepática com consequente injúria da função hepática (González e Silva, 2006). Diante deste cenário a GB insere-se como uma alternativa energética para o final da gestação e início da lactação em ovinos, podendo ser ofertada na água como uma estratégia suprir a redução do consumo de matéria seca e ocupando menos espaço físico. Objetivou-se avaliar a suplementação da GB veiculada à água de ovelhas e determinar os seus efeitos sobre o consumo, parâmetros sanguíneos, produção e composição do leite durante a gestação e período de transição.

2. Material e Métodos

2.1 Animais

Foram utilizadas 40 ovelhas não gestantes do genótipo Lacaune x East Friesian entre três e quatro anos com o peso médio de $66,14 \pm 6,23$. As ovelhas foram sincronizadas com protocolo de curta duração sendo utilizado o implante intravaginal com progestágeno (CIDR[®]), durante 09 dias, sendo o dia 0 (D0) considerado o dia da aplicação do dispositivo. No dia 7 (D7) foi aplicado 0,6 mL de prostaglandina 2 α (Ciosin[®]) + 300UI de gonadotrofina coriônica equina (Novormon[®]). No nono dia houve a retirada do progestágeno, seguido por identificação do cio (D10 a D12) e monta dirigida com três carneiros Lacaune de conhecida capacidade fecundante, no período matutino e vespertino (intervalo de 12 h). Trinta dias após a monta foi realizado um exame de ultrassonografia trans-vaginal para confirmação da gestação. Após 45 dias o procedimento foi repetido para quantificação fetal, onde permaneceram no experimento as ovelhas com gestação simples perfazendo-se de um total de 24 ovelhas que foram acompanhadas ao longo de toda a gestação e durante as seis primeiras semanas de lactação. O uso desses animais está em conformidade com protocolo aprovado pelo Comitê de ética em Experimentação Animal (CEUA, protocolo 056/11).

As ovelhas foram distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, sendo alocadas em quatro tratamentos que se diferenciaram quanto à suplementação de glicerina bruta em (zero; 1,5; 3,0 e 4,5% de MS), esta adicionada a água e ajustada em relação ao consumo de matéria seca total.

2.2 Dietas

As dietas foram formuladas para atender às exigências nutricionais para cada categoria (gestação ou lactação), conforme preconizado pelo NRC (2007) (tabela 1). O arraçoamento foi dividido em duas refeições iguais as oito e 16 horas. A GB foi acrescentada à água nas inclusões (zero, 1,5%, 3,0% e 4,5%) conforme ajuste da ingestão de matéria seca e consumo de água, sendo a glicerina utilizada como suplementação à dieta. A quantidade de GB estabelecida para cada animal era pesada, posteriormente completado o valor para 10 kg de água para cada animal. A oferta de GB e dieta foram ajustadas a cada quatro dias. A composição bromatológica da glicerina segue na tabela 2.

Tabela 1. Composição centesimal e bromatológica das dietas oferecida às ovelhas durante a gestação e lactação

Ingredientes* (%)	0-120 dias gestação	120- 145 dias gestação	lactação
Feno de Tifton	60,27	52,39	50,33
Milho fubá	36,08	41,02	31,51
Farelo de soja	2,12	5,00	16,22
Sal ovinos	1,00	1,00	1,00
Sal comum	0,50	0,50	0,50
Calcário	0,017	0,182	0,346
Fosfato bicálcico	0,005	0,005	0,095
Nutrientes* (%)			
Matéria seca	89,02	89,04	89,56
Proteína bruta	10,00	14,24	15,57
FDN	47,56	42,68	42,00
FDA	23,35	21,00	21,00
Cálcio	0,31	0,48	0,43
Fósforo	0,24	0,29	0,37
NDT	67,43	69,63	69,53

*Valores expressos com base na matéria seca.

Tabela 2. Composição bromatológica e teor de energia da glicerina

Nutrientes	% do nutriente*
Matéria seca	85,40
Proteína bruta	0,06
Glicerol	80,70
Extrato etéreo	13,41
Matéria mineral	5,71
FDN	-
FDA	-
CHT	75,00
CNF	75,00
Densidade (g/mL)	1,20
Energia (kcal/kg)	3954,00

Fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CHT), carboidratos não fibrosos (CNF), *Valores expressos com base na matéria seca.

Diariamente foram realizadas pesagens das quantidades dos volumosos e concentrados fornecidos e das sobras da dieta experimental, para determinação do consumo individual assim como a pesagem da sobra de água e posteriormente sobra da GB. Os animais recebiam a dieta experimental de acordo com o consumo do dia anterior, de forma a manter o percentual de sobras da dieta em torno de 10% do fornecido. Foram realizadas coletas diárias de amostras dos alimentos fornecidos e das sobras. Essas foram colocadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em *freezer* a -18°C. Posteriormente foram feitas amostras compostas que também foram congeladas para futuras análises bromatológicas.

2.3 Mensurações do peso, escore corporal, perfil sanguíneo e análises bromatológicas

Aos 70, 85, 100, 115 125, 135, 145 dias de gestação e durante o período da primeira a sexta semana de lactação foram realizadas as mensurações do peso vivo e escore da condição corporal dos animais (ECC, escala de um até cinco, em que escore um corresponde ao animal muito magro e cinco ao animal muito gordo) juntamente com a avaliação dos parâmetros sanguíneos. O sangue foi coletado por venopunção jugular com auxílio de *vacutainer* e tubos sem anticoagulante para análise do perfil metabólico. As coletas foram realizadas no período da manhã, antes da primeira alimentação. Para determinação da glicemia o sangue foi coletado com tubos contendo fluoreto, nos seguintes tempos pré-estabelecidos (zero; três; seis e nove horas pós prandial). As amostras foram centrifugadas a 5000 rotações por minuto (RPM) por 5 minutos, sendo os soros separados em alíquotas, guardados em microtubos (ependorf®) e armazenados em *freezer* a -5°C para posterior processamento laboratorial. Os componentes bioquímicos de determinação do metabolismo energético foram: glicose, triglicerídeos, colesterol, frutossamina e ácidos graxos não esterificados

(AGNE), β -hidroxibutirato. Os componentes bioquímicos quantificados para avaliar a função hepática foram: Gama glutamiltransferase (GGT), Aspartato aminotransferase (AST) e fosfatase alcalina (FA). Para avaliação do metabolismo proteico foram analisadas as proteínas totais, albumina, creatinina, ácido úrico e ureia. As amostras foram processadas em analisador bioquímico automatizado, usando kit comercial da Lab Test[®].

Aos 70, 100 e 135 dias de gestação e durante a segunda e sexta semana de lactação foi administrado nos animais o indicador externo (NANOLIPE[®]) para determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes, seguindo as recomendações de Saliba et al. (2003). As análises bromatológicas das dietas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFMG. Para as determinações de matéria seca, extrato etéreo, proteína bruta do material analisado seguiu-se a metodologia proposta por AOAC (1995). O consumo de matéria seca incluiu o consumo de feno, concentrado e GB. Para a quantificação da fibra em detergente neutro (FDN), utilizou-se a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991), que não usa a decalina e recomenda o uso do trietilenoglicol, da amilase e da uréia (8 Mol.L-1) para remoção do amido, utilizou-se também o sulfito de sódio. Para a quantificação da fibra em detergente ácido (FDA) utilizou-se a marcha analítica da forma sequencial, utilizando-se o resíduo da determinação do teor de FDN para determinação do FDA segundo a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991). Para estimativa dos carboidratos totais (CHT) usou-se a equação proposta por Sniffen et al. (1992).

$$CHT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$$

Para estimativa dos carboidratos não fibrosos (CNF), foi usada a equação preconizada por Hall et al. (1999).

$$CNF = \%CHT - \%FDNCcp$$

Sendo, FDN_{cp} a porção de FDN corrigida para cinza e proteína.

O cálculo do consumo de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, e energia bruta foram feitos a partir da seguinte fórmula:

$$(Oferecido\ total\ do\ nutriente\ em\ MS,\ g/d -\ sobra\ total\ do\ nutriente\ em\ MS,\ g/d)$$

A determinação do coeficiente de digestibilidade de matéria seca foi feita a partir da metodologia de Silva e Leão (1979) pela seguinte fórmula:

$$\frac{[(\text{Consumo do nutriente}, g - \text{quantidade do nutriente nas fezes}, g)]}{\text{Consumo do nutriente em gramas}} \times 100$$

2.4 Produção e composição do leite

As ovelhas após o parto foram acompanhadas por um período de seis semanas. A produção de leite foi mensurada à partir do 10 dia de lactação. Para a realização da ordenha, as ovelhas foram separadas de seus cordeiros por um período de 12 horas, a fim de permitir o acúmulo de leite nas glândulas mamárias. Para este procedimento, os animais foram colocados sobre uma plataforma e contidos. A ordenha foi realizada diariamente, em sistema mecânico, no período da tarde. Para a remoção de todo o conteúdo de leite presente nas cisternas da glândula mamária, foi aplicado 0,5 mL ocitocina na concentração de 10 UI/mL, intramuscular. O manejo da ordenha consistia na desinfecção dos tetos com solução de hipoclorito de sódio (0,5%), teste para o controle da sanidade da glândula mamária (após desprezar os primeiros jatos de leite, era feita a ejeção do leite sobre uma caneca de fundo escuro para verificação da presença de grumos indicativos de acometimento da mesma), posteriormente ocorria à ordenha mecânica dos tetos até esgota e aplicação de solução iodada desinfetante (1 %) ao final do procedimento, os animais desciam da plataforma e eram repostos em suas baias específicas. A produção do leite obtida individualmente era pesada em balança digital com precisão de 10 gramas e anotada diariamente.

Semanalmente durante a ordenha uma alíquota de 40 mL de leite individual da ordenha completa foi coletada após a ordenha, adicionada ao conservante bronopol, resfriada e enviada ao Laboratório da qualidade do leite (LabUFMG) para avaliação da composição do leite. As análises da composição do leite foram realizadas no equipamento Bentley 2000®, acoplado com o Somacount 300® (*Bentley Instruments Inc. 4004, Peavey Road Chaska, MN 55318 U*), segundo IDF (Whole Milk, 2000), absorção de onda no infravermelho médio.

A produção diária de leite e a porcentagem de gordura e de proteína obtidas nas análises da composição do leite foram utilizadas para calcular a produção de leite corrigida para 6,5% de gordura e 5,8% de proteína (PLC), com base nas seguintes equações desenvolvidas por Pulina et al. (1989):

$$PL_{6,5G} = PL (0,37 + (0,097 \times G))$$

$$PLC = PL_{6,5G} (0,25 + (0,085 \times G) + (0,035 \times P))$$

em que: $PL_{6,5G}$ = produção de leite corrigida para 6,5% de gordura (kg); PL = Produção de leite, kg; G = teor de gordura do leite (%); PLC = Produção de leite corrigida, kg; P = teor de proteína do leite (%).

A produção de leite obtida na ordenha (PLO) foi somada ao leite ingerido pelas crias, sendo o mesmo estimado pela técnica de pesagem do cordeiro antes e após a mamada (Benson et al., 1999). Consideramos os resultados obtidos com este cálculo como a produção de leite diária e total (PLT). No início de cada medição os cordeiros eram separados das suas mães e mantidos em outra baía. Antes e após este período de separação, os cordeiros eram pesados individualmente e diariamente usando uma balança digital com precisão de 10 g. Foi desconsiderado se os cordeiros evacuavam ou urinavam durante o período em que foi permitido o aleitamento. Não foram consideradas as medições quando a diferença entre o peso antes de depois do tempo de mamada foram iguais ou menores que zero.

2.5 Análises dos dados

Realizou-se o estudo para verificar se as pressuposições de distribuição normal, de aditividade e de homocedasticidade dos dados, foram atendidas. O modelo estatístico utilizado na análise dos dados encontra-se a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + X_i + \sigma_{j(i)} + \tau_k + \varepsilon_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = valor observado da característica;

μ = média geral;

X_i = efeito relativo a dieta (teores de glicerina bruta);

$\sigma_{j(i)}$ = efeito relativo dos dias que antecederam o parto e lactação,

τ_k = efeito da interação entre dieta i e os dias j ;

ϵ_{ijk} = erro aleatório, associado a cada observação Y_{ijk} .

As variáveis quantitativas foram analisadas por meio de ajuste de modelos lineares mistos nos quais os parâmetros foram estimados por máxima verossimilhança restrita, onde os efeitos da suplementação com glicerina bruta e fases (dias em relação ao parto ou estágios) foram alocados como efeitos fixos e as ovelhas alocadas como efeito aleatório no modelo. Para cada variável avaliou-se por meio de critério de Akaike (Akaike Information Criteria, AIC) a necessidade de se incluírem funções para modelar qualquer heterocedasticidade entre níveis de glicerina, e ainda, em caso de detecção de dependência por meio de autocorrelações empíricas entre fases, utilizaram-se estruturas de correlação autoregressiva para controlar tais efeitos. Para a interpretação gráfica dos dados, as médias previstas pelos modelos ajustados para cada variável, bem como seus respectivos erros padrões, foram plotados, sendo os efeitos de fase comparados por meio de contrastes pareados, elencando-se $\alpha = 0,05$ como critério para diferença significativa. As análises estatísticas foram conduzidas em ambiente R (R Core Team, 2014), sendo os modelos ajustados por meio do pacote nlme (Pinheiro et al., 2013), enquanto os gráficos foram gerados por meio do pacote ggplot2 (Wickham, 2009).

3. Resultados

3.1 Consumo de matéria seca e água ingerida

Aproximadamente aos 50 dias que antecedem o parto, os animais apresentam uma redução no consumo de matéria seca (CMS) devido às mudanças fisiológicas deste estágio, contudo a mesma foi acentuada pela maior suplementação de GB na dieta apresentando um comportamento linear decrescente, sendo este mantido até o momento do parto. Avaliando a lactação nota-se um aumento fisiológico do CMS, entretanto este sofreu influência linear decrescente com a suplementação da GB nos primeiros 18 dias desta fase, posteriormente apresentando um comportamento quadrático até o fim do período avaliado. A inclusão de 1,5% superou as demais veiculações no que se refere ao CMS durante a fase gestacional e posteriormente na lactação (figura 1).

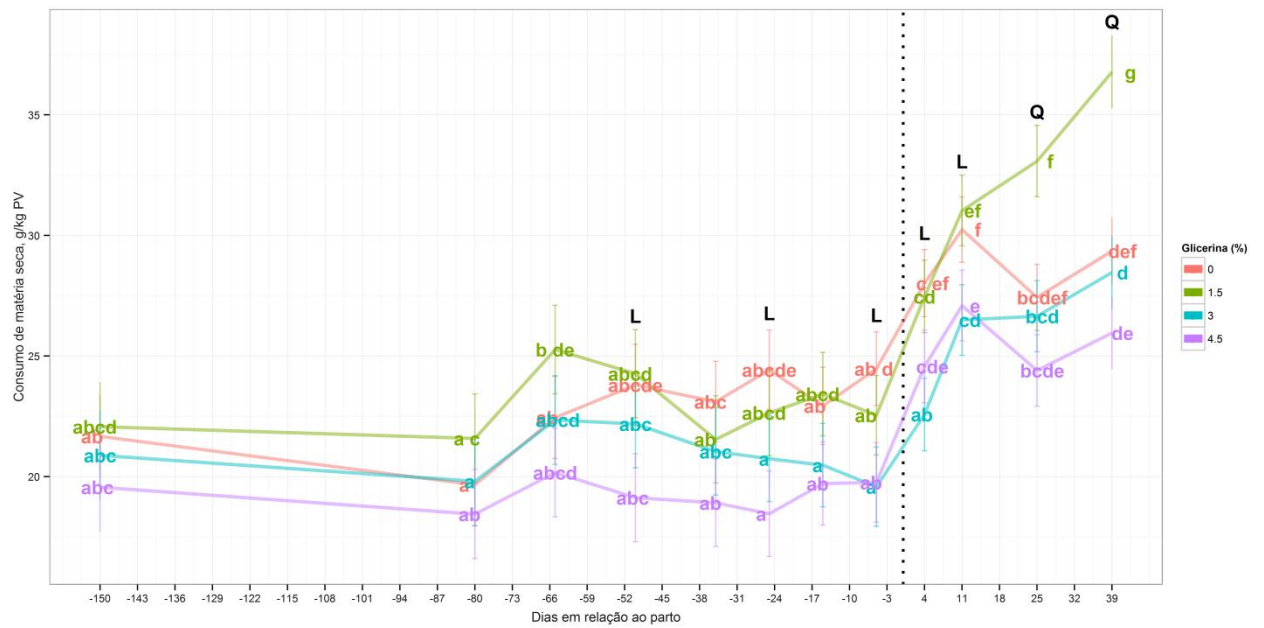


Figura 1. Consumo de matéria seca em gramas por quilo de peso vivo em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto e lactação

Letras minúsculas distintas dentro de cada tratamento diferem estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,05$). L, Q indicam efeito linear ou quadrático ($P < 0,05$) da suplementação com glicerina bruta entre os tratamentos.

Avaliando o consumo de água total (CH_2OTO) observa-se um comportamento quadrático para as suplementações com GB no vigésimo quarto dia que antecede o parto. Não houve diferença ($P > 0,05$), para o consumo de água entre as suplementações de GB ao longo da gestação. O consumo de água para todos os tratamentos foi crescente durante a gestação havendo um pico na segunda semana da lactação (figura 2).

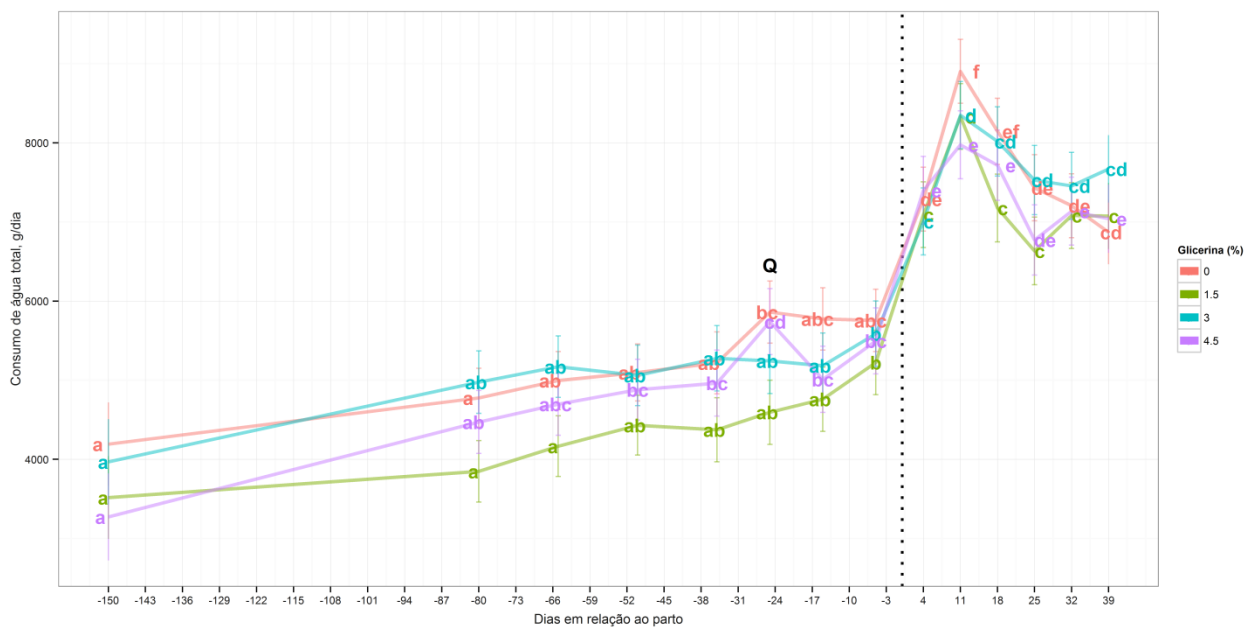


Figura 2. Consumo de água em gramas por dia em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto e lactação

Letras minúsculas distintas dentro de cada tratamento diferem estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,05$). L, Q indicam efeito linear ou quadrático ($P < 0,05$) da suplementação com glicerina bruta entre os tratamentos.

Avaliando, entretanto, a relação entre o CH_2OTO e CMS em gramas por dia observamos que quanto maior a suplementações com GB maior foi à superioridade na relação ao longo de toda a gestação e lactação, sugerindo que as ovelhas consumiram maior proporção de água em detrimento ao CMS dentro destes tratamentos (figura 3).

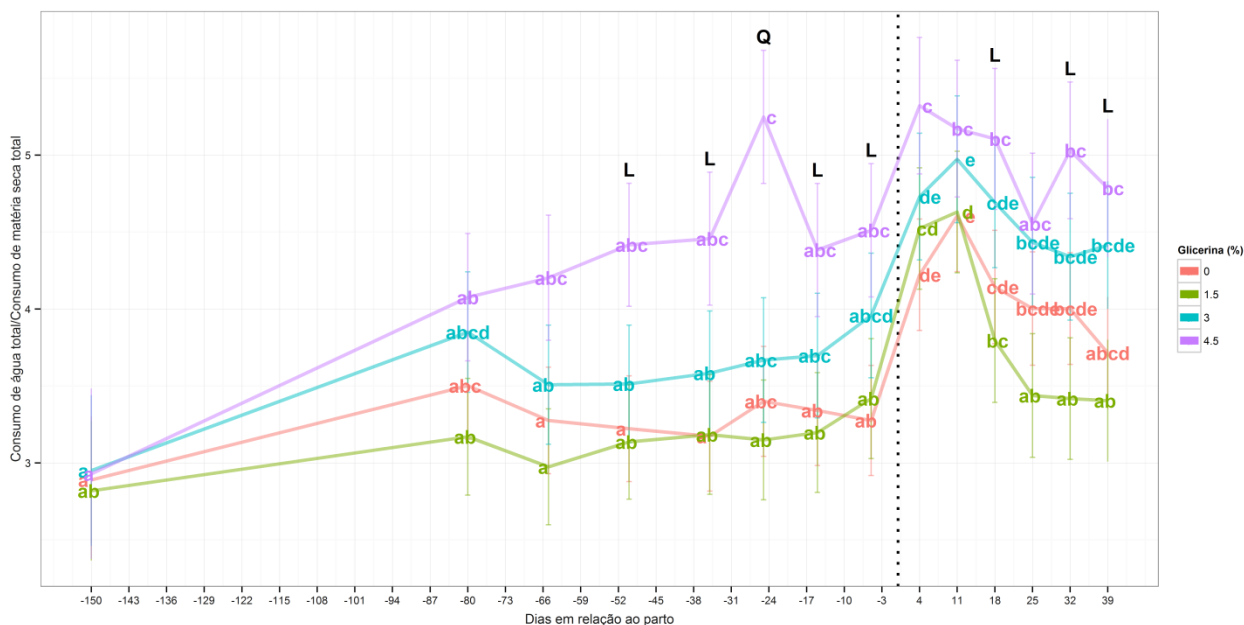


Figura 3. Consumo de água em gramas por dia/ CMS em gramas por dia em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto e lactação.

Letras minúsculas distintas dentro de cada tratamento diferem estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,05$). L, Q indicam efeito linear ou quadrático ($P < 0,05$) da suplementação com glicerina bruta entre os tratamentos.

O consumo de fibra em detergente neutro e ácido (CFDN, CFDA) foi influenciado pela suplementação da GB assim como pelos os estágios fisiológicos estudados, apresentando comportamento similar ao CMS (figuras 4 e 5).

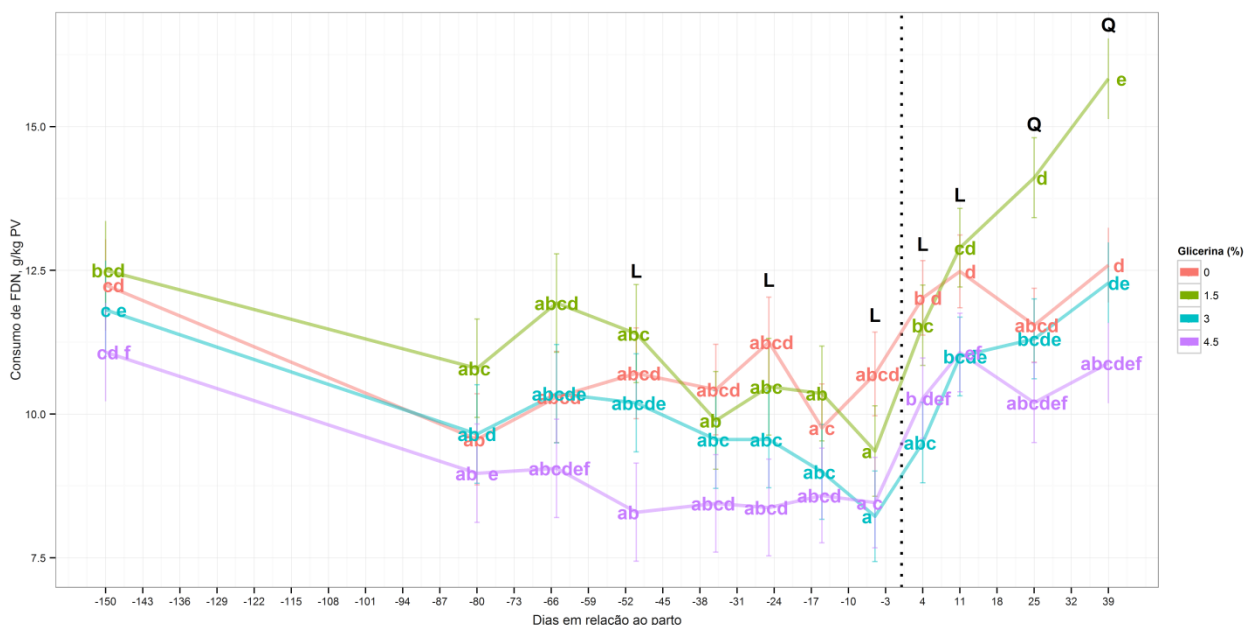


Figura 4. Consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) por quilo de peso vivo em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto e lactação

Letras minúsculas distintas dentro de cada tratamento diferem estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,05$). L, Q indicam efeito linear ou quadrático ($P < 0,05$) da suplementação com glicerina bruta entre os tratamentos.

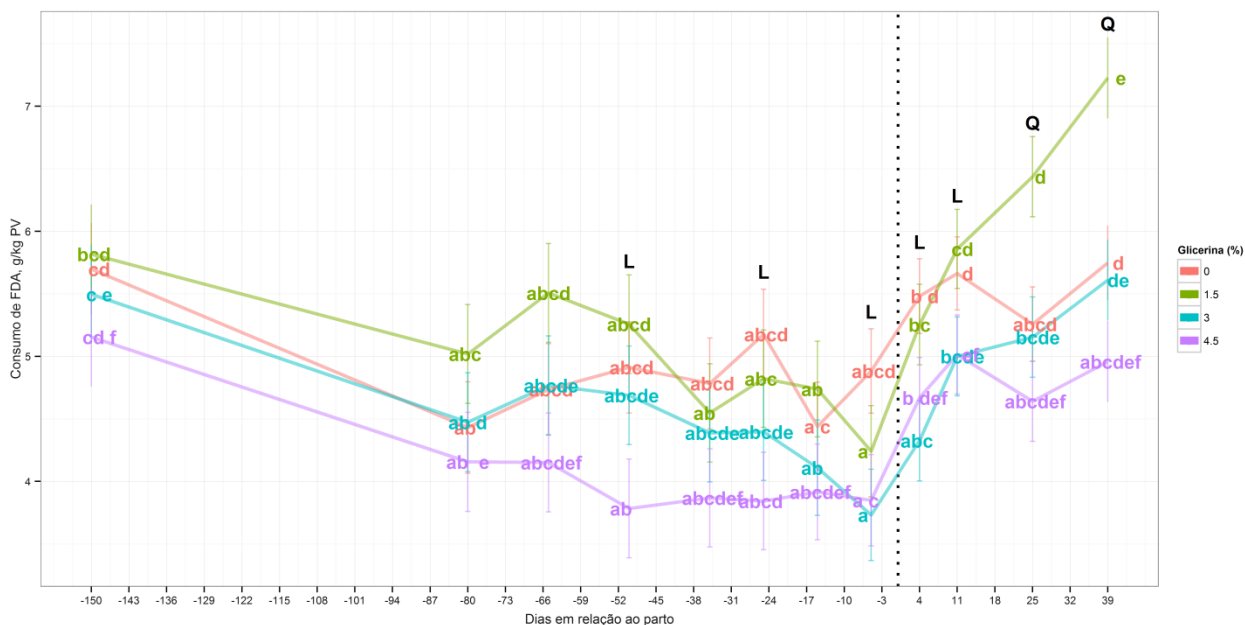


Figura 5. Consumo de fibra em detergente ácido (CFDA) por quilo de peso vivo em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto e lactação

Letras minúsculas distintas dentro de cada tratamento diferem estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,05$). L, Q indicam efeito linear ou quadrático ($P < 0,05$) da suplementação com glicerina bruta entre os tratamentos.

O consumo de proteína bruta (CPB) não sofreu influência da suplementação com GB ao longo da gestação, entretanto, ao longo da lactação apresentou comportamento semelhante ao do CMS (figura 6). As dietas experimentais eram semelhantes, diferenciando apenas na suplementação GB.

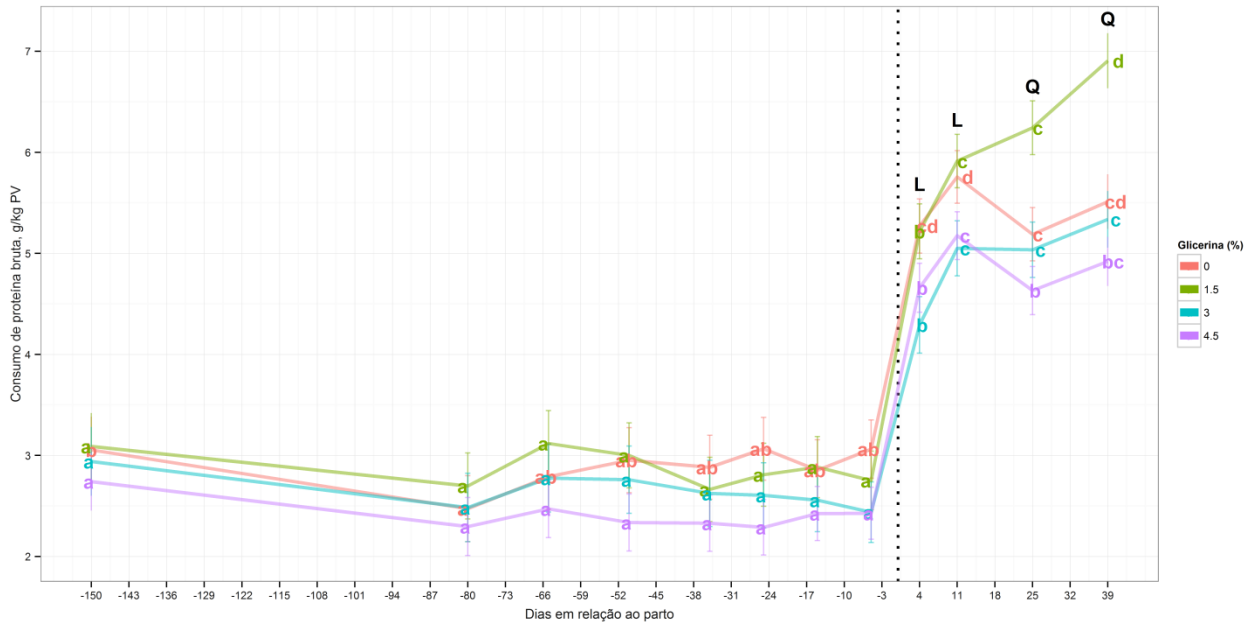


Figura 6. Consumo de proteína bruta (CPB) por quilo de peso vivo em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto e lactação

Letras minúsculas distintas dentro de cada tratamento diferem estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,05$). L, Q indicam efeito linear ou quadrático ($P < 0,05$) da suplementação com glicerina bruta entre os tratamentos.

Os consumos de extrato etéreo (CEE), carboidratos totais (CCHT), carboidratos não fibrosos (CCNF) seguiram a mesma tendência apresentada pelo CMS (tabela 4). A digestibilidade da matéria seca (DMS) apresentou uma redução linear no terço final da gestação e início da lactação, todavia a partir da quarta semana apresentou um comportamento quadrático.

Tabela 3. Médias e erros-padrão do consumo de extrato etéreo (CEE), consumo de carboidratos totais (CCHT), consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) em gramas dia/ Kg PV e digestibilidade de matéria seca (DMS) em função dos teores de inclusão da GB na água e estágios fisiológicos das ovelhas

	GB	CEE	CCHT	CCNF	DMS
GESTAÇÃO ESTÁGIO 1	0,0%	0,749 (0,05)	17,727 (1,08)	6,908 (0,64)	76,85 (1,37)
	1,5%	0,789 (0,06)	18,874 (1,26)	7,521 (0,71)	74,74 (1,48)
	3,0%	0,696 (0,05)	16,79 (1,2)	6,893 (0,64)	74,63 (1,48)
	4,5%	0,678 (0,04)	16,544 (1,07)	6,912 (0,54)	74,34 (1,48)
GESTAÇÃO ESTÁGIO 2	0,0%	0,794 (0,05) ^L	19,225 (1,09) ^L	7,009 (0,64)	79,65 (1,72) ^L
	1,5%	0,808 (0,06) ^L	19,606 (1,27) ^L	7,638 (0,71)	75,79 (1,86) ^L
	3,0%	0,703 (0,05) ^L	17,221 (1,21) ^L	6,771 (0,64)	74,95 (1,86) ^L
	4,5%	0,661 (0,04) ^L	16,559 (1,07) ^L	6,576 (0,54)	73,45 (1,86) ^L
LACTAÇÃO ESTÁGIO 1	0,0%	0,868 (0,04) ^L	20,833 (0,95)	7,723 (0,6)	79,59 (1,72) ^L
	1,5%	0,896 (0,05) ^L	21,657 (1,1)	8,429 (0,66)	78,25 (1,86) ^L
	3,0%	0,774 (0,05) ^L	18,939 (1,06)	7,446 (0,59)	76,65 (1,86) ^L
	4,5%	0,774 (0,04) ^L	19,252 (0,95)	7,793 (0,51)	74,55 (1,86) ^L
LACTAÇÃO ESTÁGIO 2	0,0%	0,791 (0,05) ^{L,Q}	19,256 (1,01) ^{L,Q}	6,957 (0,61)	78,11 (1,72) ^{L,Q}
	1,5%	0,972 (0,05) ^{L,Q}	23,961 (1,17) ^{L,Q}	8,863 (0,68)	81,45 (1,86) ^{L,Q}
	3,0%	0,782 (0,05) ^{L,Q}	19,463 (1,12) ^{L,Q}	7,417 (0,61)	76,77 (1,86) ^{L,Q}
	4,5%	0,700 (0,04) ^{L,Q}	17,658 (1,00) ^{L,Q}	6,999 (0,52)	72,85 (1,86) ^{L,Q}
	E	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,063
	GB	0,041	0,057	0,470	0,083
	EXGB	0,019	0,011	0,079	0,239
	L-GE1	0,145	0,247	0,819	0,232
	L-GE2	0,017	0,034	0,422	0,016
	L-LE1	0,030	0,084	0,759	0,037
	L-LE2	0,018	0,042	0,608	0,011
	Q-GE1	0,570	0,546	0,641	0,53
	Q-GE2	0,582	0,653	0,518	0,52
	Q-LE1	0,757	0,802	0,761	0,834
	Q-LE2	0,005	0,003	0,055	0,047

* Glicerina bruta (GB); estágio (E); linear (L); quadrático (Q).

Gestação estágio (GE1) compreende os dias entre 70 a 119 dias de gestação; gestação estágio (GE2) compreende os dias entre 120 ao parto. Lactação estágio (LE1) compreende a 1, 2 e 3 semanas de lactação; lactação estágio (LE2) compreende a 4, 5 e 6 semanas de lactação

3.2 Escore corporal e ganho de peso

O escore corporal apresentou variação natural entre os períodos avaliados aumentando ao longo da gestação e reduzindo posteriormente durante a lactação. Vale ressaltar que as ovelhas experimentais pariram com o escore superior a três e inferior a quatro (figura 7). A suplementação com GB influenciou significativamente apenas no vigésimo quarto dia que antecede o parto. Nota-se que a animais que receberam suplementação com 4,5% apresentaram escore menor que os

demais ao longo de toda gestação e lactação. O ganho de peso não foi influenciado pela GB ao longo da gestação (figura 8).

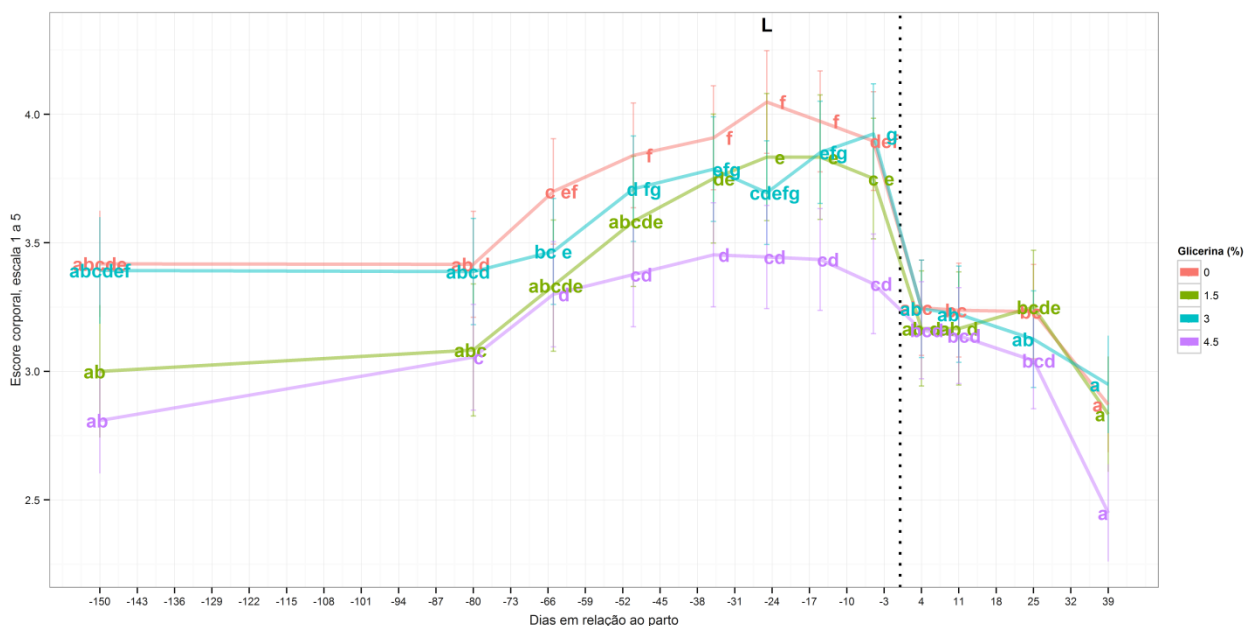


Figura 7. Escore corporal em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto e lactação

Letras minúsculas distintas dentro de cada tratamento diferem estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,05$). L, Q indicam efeito linear ou quadrático ($P < 0,05$) da suplementação com glicerina bruta entre os tratamentos.

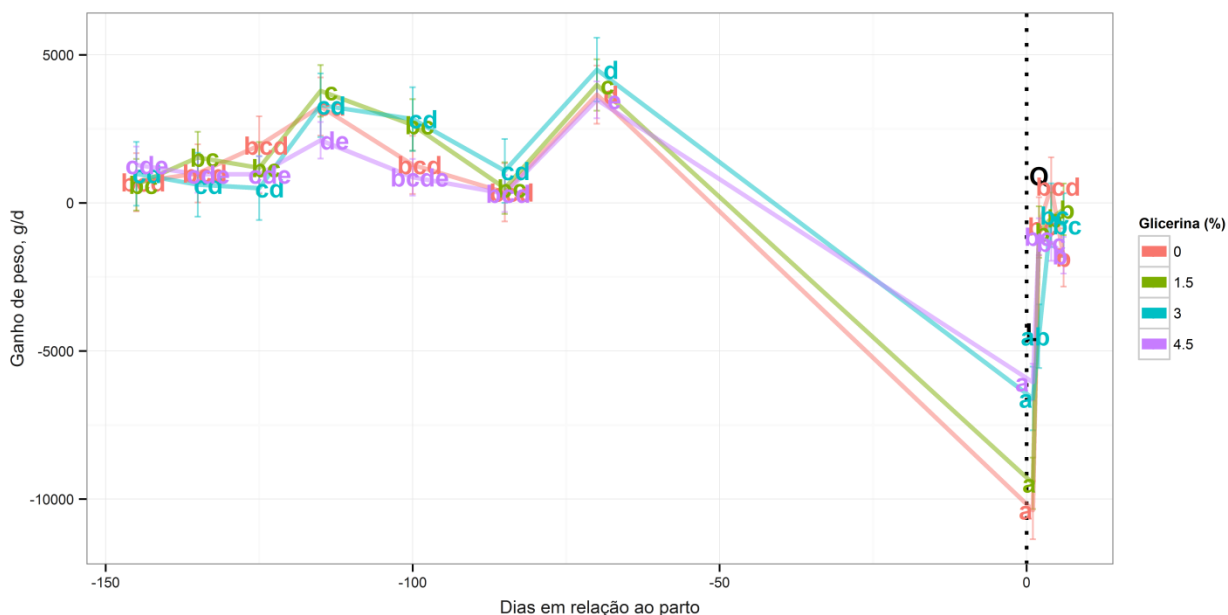


Figura 8. Ganho de peso em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto e lactação

Letras minúsculas distintas dentro de cada tratamento diferem estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,05$). L, Q indicam efeito linear ou quadrático ($P < 0,05$) da suplementação com glicerina bruta entre os tratamentos.

3.3 Parâmetros sanguíneos

Os resultados laboratoriais revelaram elevação nos valores da ureia sanguínea durante a lactação. Os valores de ácido úrico e albumina mantiveram-se dentro da faixa de normalidade para a espécie Kaneko et al. (2008). No entanto, ressaltam-se que os valores de proteínas totais (PT) se mantiveram acima dos valores de referência em todos os estágios avaliados (tabela 4). Os teores de ácido úrico, albumina, PT e ureia não foram influenciados pelas inclusões de glicerina ($P>0,05$).

Tabela 4. Médias e erros-padrão do teor de ácido úrico (mg/dL), albumina(g/dL), proteínas totais (PT) (g/dL) e ureia (mg/dL) em função das inclusões da glicerina bruta na água e estágios fisiológicos das ovelhas

	GB	A. ÚRICO	ALBUMINA	PT	UREIA
GESTAÇÃO ESTÁGIO 1	0,0%	0,623 (0,08)	3,025 (0,09)	8,859 (0,25)	24,799 (3,01)
	1,5%	0,679 (0,09)	2,771 (0,09)	8,873 (0,27)	29,430 (3,25)
	3,0%	0,493 (0,09)	2,908 (0,09)	9,246 (0,27)	29,304 (3,25)
	4,5%	0,627 (0,09)	2,783 (0,09)	8,356 (0,27)	24,679 (3,25)
GESTAÇÃO ESTÁGIO 2	0,0%	0,950 (0,10)	2,783 (0,09)	8,006 (0,28)	28,433 (3,37)
	1,5%	0,774 (0,10)	2,478 (0,10)	7,653 (0,30)	18,219 (3,58)
	3,0%	1,082 (0,10)	2,739 (0,10)	8,266 (0,30)	22,402 (3,58)
	4,5%	1,008 (0,10)	2,639 (0,10)	7,808 (0,30)	21,264 (3,58)
LACTAÇÃO ESTÁGIO 1	0,0%	0,733 (0,18)	2,894 (0,14)	8,397 (0,39)	46,394 (4,91)
	1,5%	0,525 (0,18)	2,517 (0,14)	8,139 (0,40)	54,430 (4,95)
	3,0%	0,555 (0,18)	2,767 (0,14)	8,923 (0,40)	46,384 (4,96)
	4,5%	0,500 (0,18)	2,633 (0,14)	7,792 (0,40)	40,651 (4,95)
LACTAÇÃO ESTÁGIO 2	0,0%	0,026 (0,12)	2,850 (0,11)	8,670 (0,31)	50,267 (3,93)
	1,5%	0,031 (0,13)	2,733 (0,11)	8,983 (0,34)	53,639 (4,27)
	3,0%	0,023 (0,13)	3,050 (0,11)	9,373 (0,34)	48,287 (4,41)
	4,5%	0,118 (0,13)	2,850 (0,11)	8,696 (0,34)	48,030 (4,27)
	E	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	GB	0,854	0,104	0,122	0,712
	ExG	0,559	0,629	0,872	0,21
Valores de referência*		0-1,9	2,4 - 3,0	6,0 - 7,9	17,12 - 42,8

* Fonte: Kaneko et al. (2008). Glicerina bruta (GB); estágio (E); linear (L); quadrático (Q). Gestação estágio (GE1) compreende os dias entre 70 a 119 dias de gestação; gestação estágio (GE2) compreende os dias entre 120 ao parto. Lactação estágio (LE1) compreende a 1, 2 e 3 semanas de lactação; lactação estágio (LE2) compreende a 4, 5 e 6 semanas de lactação

Tabela 5. Médias e erros-padrão do teor de creatinina (mg/dL), frutosamina ($\mu\text{mol/L}$), colesterol (mg/dL) e triglicerídeos mg/dL em função das inclusões da GB na água e estágios fisiológicos das ovelhas

	GB	CREATINA	FRUTOSAMINA	COLESTEROL	TRIGLICERÍDEOS
GESTAÇÃO ESTÁGIO 1	0,0%	1,206 (0,07)	834,279 (29,60)	60,976 (3,19)	23,857 (3,8)
	1,5%	1,074 (0,07)	799,232 (31,97)	60,503 (3,53)	23,621 (4,1)
	3,0%	1,054 (0,07)	823,795 (31,97)	59,851 (3,64)	24,713 (4,1)
	4,5%	1,183 (0,07)	808,491 (31,97)	66,564 (4,08)	25,138 (4,1)
GESTAÇÃO ESTÁGIO 2	0,0%	1,059 (0,07)	733,580 (32,68) ^Q	59,384 (3,39) ^Q	37,398 (4,33)
	1,5%	1,053 (0,08)	583,272 (34,74) ^Q	49,254 (3,72) ^Q	39,333 (4,60)
	3,0%	0,966 (0,08)	699,564 (34,74) ^Q	51,600 (3,86) ^Q	29,591 (4,60)
	4,5%	1,117 (0,08)	688,039 (34,74) ^Q	59,465 (4,38) ^Q	34,220 (4,60)
LACTAÇÃO ESTÁGIO 1	0,0%	0,639 (0,11)	716,903 (51,38)	59,658 (4,42)	30,504 (6,53)
	1,5%	0,623 (0,11)	626,087 (51,79)	50,748 (4,71)	28,407 (6,56)
	3,0%	0,659 (0,11)	798,422 (51,79)	54,583 (4,95)	34,828 (6,56)
	4,5%	0,685 (0,11)	675,857 (51,79)	56,985 (5,87)	27,835 (6,56)
LACTAÇÃO ESTÁGIO 2	0,0%	0,880 (0,08)	569,692 (36,75)	66,650 (3,65)	23,343 (5,01)
	1,5%	0,814 (0,09)	597,502 (39,69)	62,791 (4,07)	23,655 (5,42)
	3,0%	0,773 (0,09)	640,987 (39,69)	63,455 (4,25)	23,135 (5,42)
	4,5%	0,791 (0,09)	561,416 (39,69)	69,753 (4,92)	23,786 (5,42)
	E	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	GB	0,367	0,240	0,350	0,970
	ExGB	0,968	0,083	0,710	0,917
Valores de referência*		1,2 - 1,9	172 \pm 2,0	52 - 76	9 - 30

* Fonte: Kaneko et al. (2008). Glicerina bruta (GB); estágio (E); linear (L); quadrático (Q). Gestação estágio (GE1) compreende os dias entre 70 a 119 dias de gestação; gestação estágio (GE2) compreende os dias entre 120 ao parto. Lactação estágio (LE1) compreende a 1, 2 e 3 semanas de lactação; lactação estágio (LE2) compreende a 4, 5 e 6 semanas de lactação

Os valores de creatinina mantiveram-se dentro dos valores de referência durante toda a gestação, contudo observou-se redução dos mesmos em todos os tratamentos em função da lactação (tabela 5). Destacam-se os valores da frutosamina que se mantiveram acima dos valores de referência, apresentando um comportamento quadrático no segundo estágio da gestação, maior teor no grupo controle e menor valor para o tratamento 1,5%.

Os dados referentes ao metabolismo hepático demonstraram que os valores de transaminase glutâmica oxalacética (TGO) estiveram acima dos valores de referência durante o estágio dois da gestação assim como os de gama GT durante toda a lactação, contudo não foram constatadas diferenças em função dos teores de inclusão da GB (tabela 6).

Tabela 6. Médias e erros-padrão do teor de transaminase glutâmica oxalacética (TGO) (U/L), fosfatase alcalina (U/L) e gama GT liquiform (U/L) em função das inclusões da GB na água e estágios fisiológicos das ovelhas

	GB	TGO	F. ALCALINA	GAMA GT
GESTAÇÃO ESTÁGIO 1	0,0%	74,786 (3,07)	191,775 (25,89) ^L	62,287 (6,14)
	1,5%	70,875 (3,31)	123,833 (27,97) ^L	46,105 (8,96)
	3,0%	62,542 (3,31)	131,687 (27,97) ^L	57,647 (6,93)
	4,5%	70,708 (3,31)	102,787 (27,97) ^L	48,117 (6,14)
GESTAÇÃO ESTÁGIO 2	0,0%	73,705 (3,43)	192,537 (27,58)	57,981 (6,6)
	1,5%	68,889 (3,64)	134,261 (29,47)	50,773 (9,74)
	3,0%	61,389 (3,64)	155,889 (29,47)	61,908 (7,4)
	4,5%	69,056 (3,64)	117,683 (29,47)	49,706 (6,47)
LACTAÇÃO ESTÁGIO 1	0,0%	58,184 (5,59)	219,674 (38,73)	63,193 (8,61) ^Q
	1,5%	71,333 (5,62)	190,900 (39,49)	102,58(12,88) ^Q
	3,0%	60,000 (5,62)	158,150 (39,49)	81,167 (9,34) ^Q
	4,5%	68,000 (5,62)	134,033 (39,49)	71,162 (7,88) ^Q
LACTAÇÃO ESTÁGIO 2	0,0%	111,429 (3,91)	165,321 (29,88)	90,800 (7,21)
	1,5%	101,500 (4,22)	134,133 (32,27)	87,140 (11,11)
	3,0%	103,833 (4,22)	171,233 (32,27)	88,209 (8,23)
	4,5%	102,333 (4,22)	122,675 (32,27)	89,222 (7,07)
	E	< 0,001	0,216	< 0,001
	GB	0,073	0,189	0,656
	ExGB	0,318	0,871	0,102
Valores de referência*		0-90	68-387	20-52

* Fonte: Kaneko et al. (2008). Glicerina bruta (GB); estágio (E); linear (L); quadrático (Q). Gestação estágio (GE1) compreende os dias entre 70 a 119 dias de gestação; gestação estágio (GE2) compreende os dias entre 120 ao parto. Lactação estágio (LE1) compreende a 1, 2 e 3 semanas de lactação; lactação estágio (LE2) compreende a 4, 5 e 6 semanas de lactação

O teor de β -hidroxibutirato (BHB) não sofreu influência da suplementação com GB ao longo de toda a gestação (figura 8) estando os mesmos dentro dos valores de referência (zero a 0,7 mmol/L) citados por Kaneko et al. (2008).

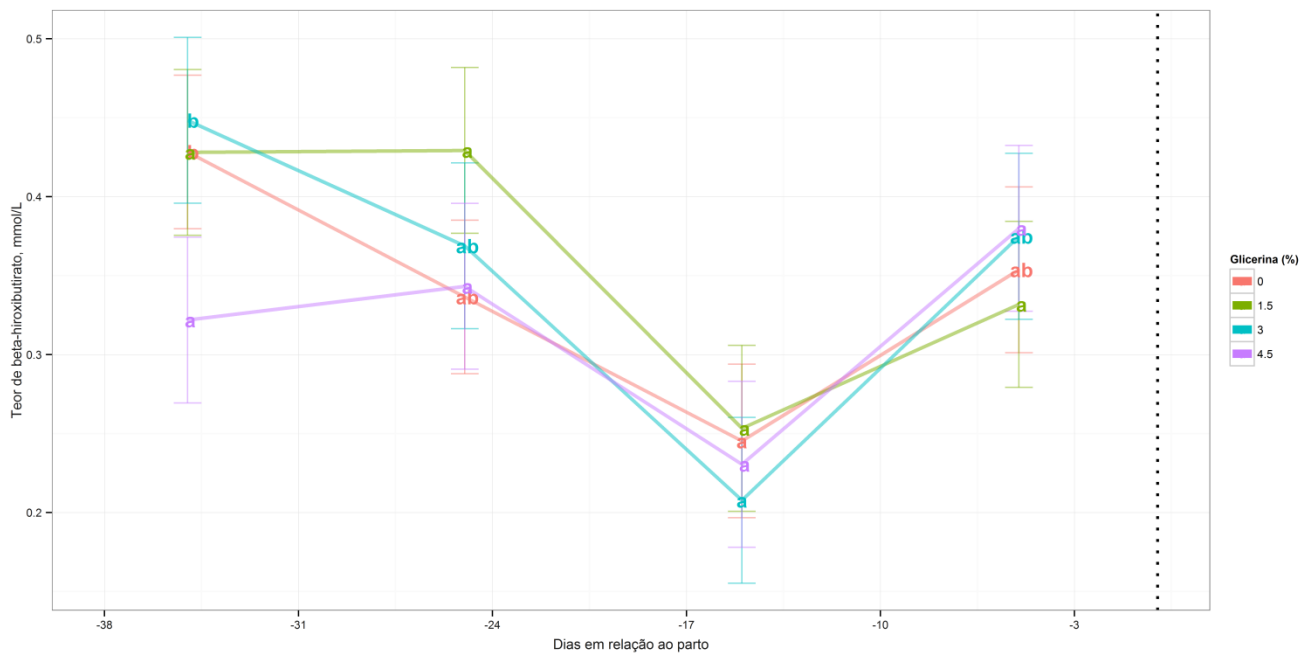


Figura 9. Teor de β -hidroxibutirato, mmol/L (BHB) em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto

Letras minúsculas distintas dentro de cada tratamento diferem estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,05$). L, Q indicam efeito linear ou quadrático ($P < 0,05$) da suplementação com glicerina bruta entre os tratamentos.

Avaliando o teor de ácidos graxos não esterificados (AGNE), nota-se que não se detectou diferença ($P > 0,05$) para as inclusões com GB, apresentando oscilações ao longo da gestação para a inclusão 3%, entretanto, os valores encontram-se dentro dos limites referenciados por Kaneko et al. (2008), sendo este: $< 0,4$ mmol/L. Os valores apresentados indicam que as mobilização das reservas energéticas estiveram dentro dos parâmetros clínicos considerados como normais para atender uma maior demanda de energia por parte das ovelhas e dos fetos (figura 10).

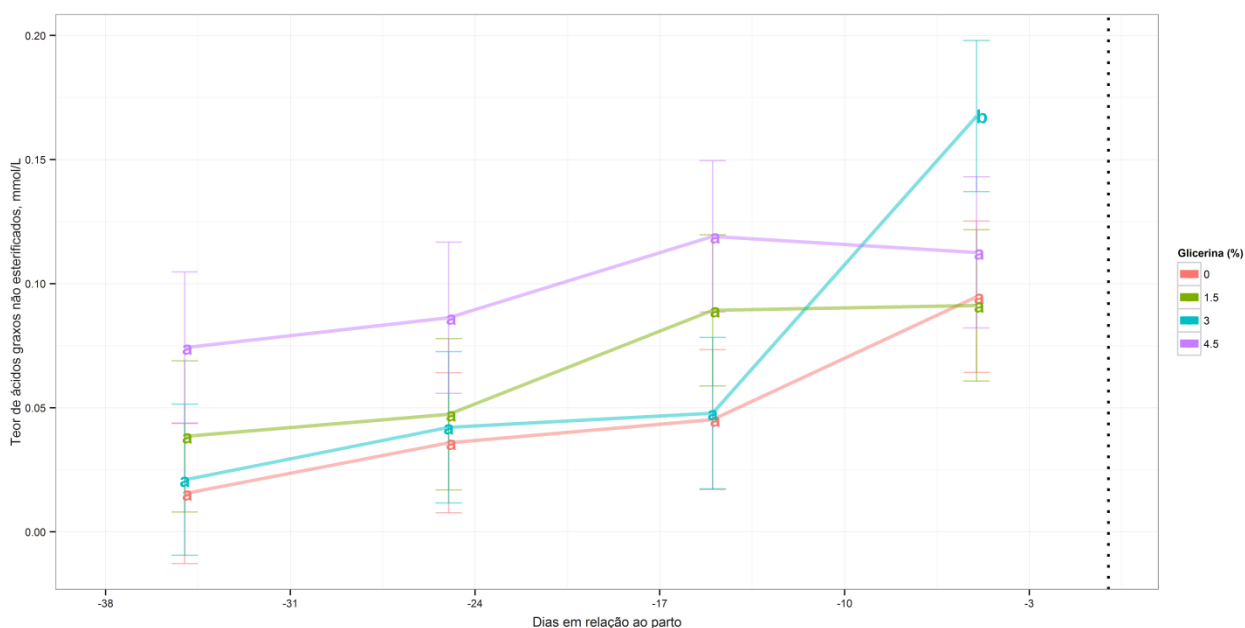


Figura 10. Teor de ácidos graxos não esterificados, mmol/L (AGNE) em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto

Letras minúsculas distintas dentro de cada tratamento diferem estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,05$). L, Q indicam efeito linear ou quadrático ($P < 0,05$) da suplementação com glicerina bruta entre os tratamentos.

O teor de glicose (zero hora) oscilou dentro de cada tratamento ao longo de toda gestação se mantendo entre 45 a 70 mg/dL (figura 11). Os valores de referência situam-se entre 50 a 80 mg/dL (Kaneko et al., 2008). Um efeito quadrático foi observado no octogésimo dia que antecedeu o parto onde a inclusão de 3,0% obteve o maior valor e a de 4,5% o menor valor para o teor de glicose. Três horas pós-alimentação o teor de glicose para todos os tratamentos se manteve dentro dos valores de referência não apresentando diferenças ($P > 0,05$) para as distintas suplementações (figura 12). Seis horas pós-alimentação destaca-se o aumento no teor de glicose para todos os tratamentos oscilando entre 60 a 100 mg/dL, apresentando um declínio no trigésimo quinto dia que antecedeu o parto. A suplementação de 4,5% apresentou o maior valor seguindo pelos tratamentos 3,0%; 1,5% e zero respectivamente. Ressalta-se que na semana que antecede ao parto houve uma redução no teor de glicose para todos os tratamentos situando-se no limite inferior dos valores de referência (figura 13). Nove horas pós-alimentação os valores para a glicose em todos os tratamentos se mantiveram acima daqueles tidos como referência ao longo da gestação, entretanto houve uma redução da glicemia nas semanas que antecederem o parto, não havendo influência dos tratamentos ao longo da gestação (figura 14).

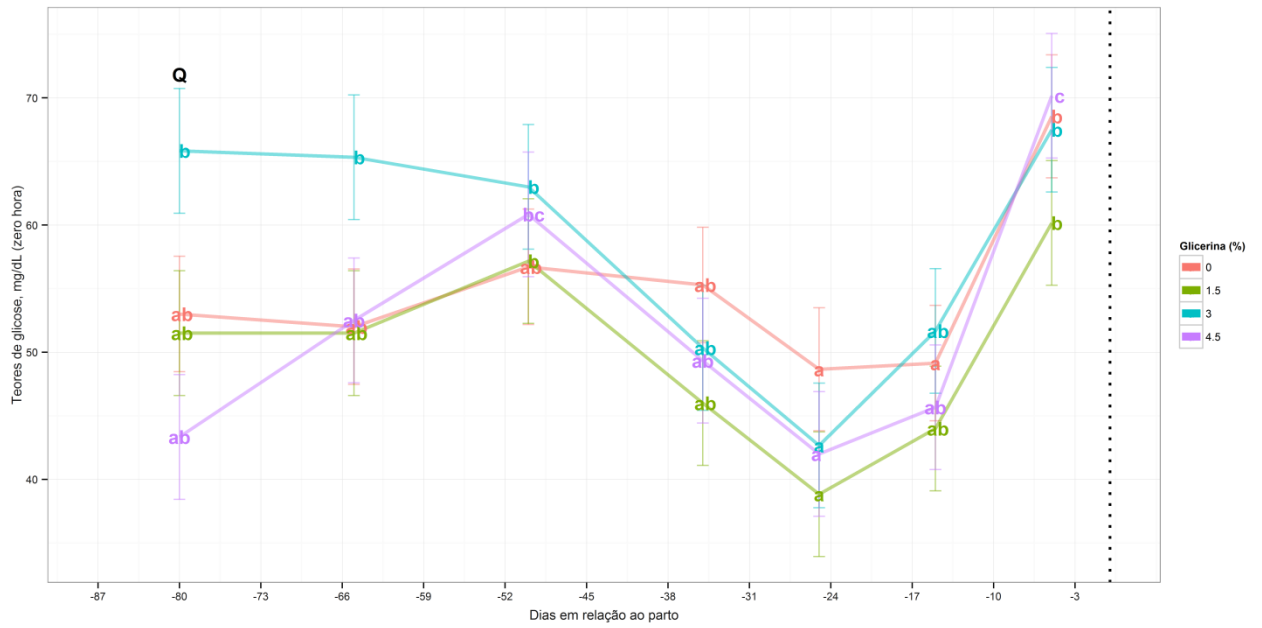


Figura 11. Teor de glicose (mg/dL) as zero horas em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto

Letras minúsculas distintas dentro de cada tratamento diferem estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,05$). L, Q indicam efeito linear ou quadrático ($P < 0,05$) da suplementação com glicerina bruta entre os tratamentos.

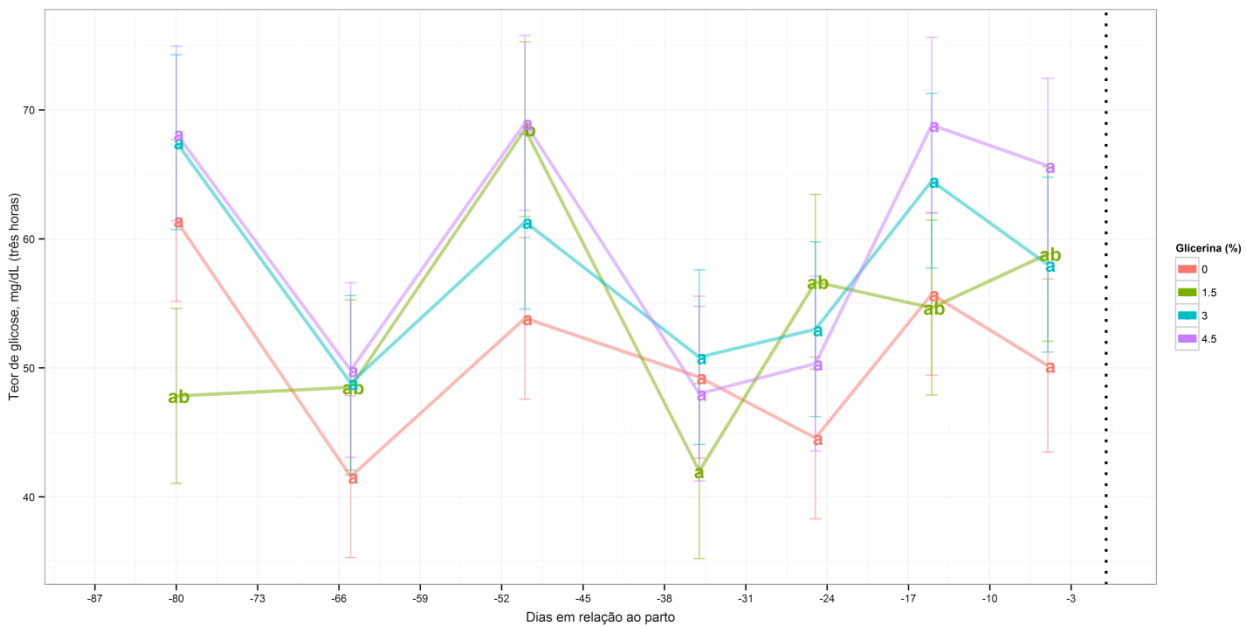


Figura 12. Teor de glicose (mg/dL) três horas pós alimentação em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto

Letras minúsculas distintas dentro de cada tratamento diferem estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,05$). L, Q indicam efeito linear ou quadrático ($P < 0,05$) da suplementação com glicerina bruta entre os tratamentos.

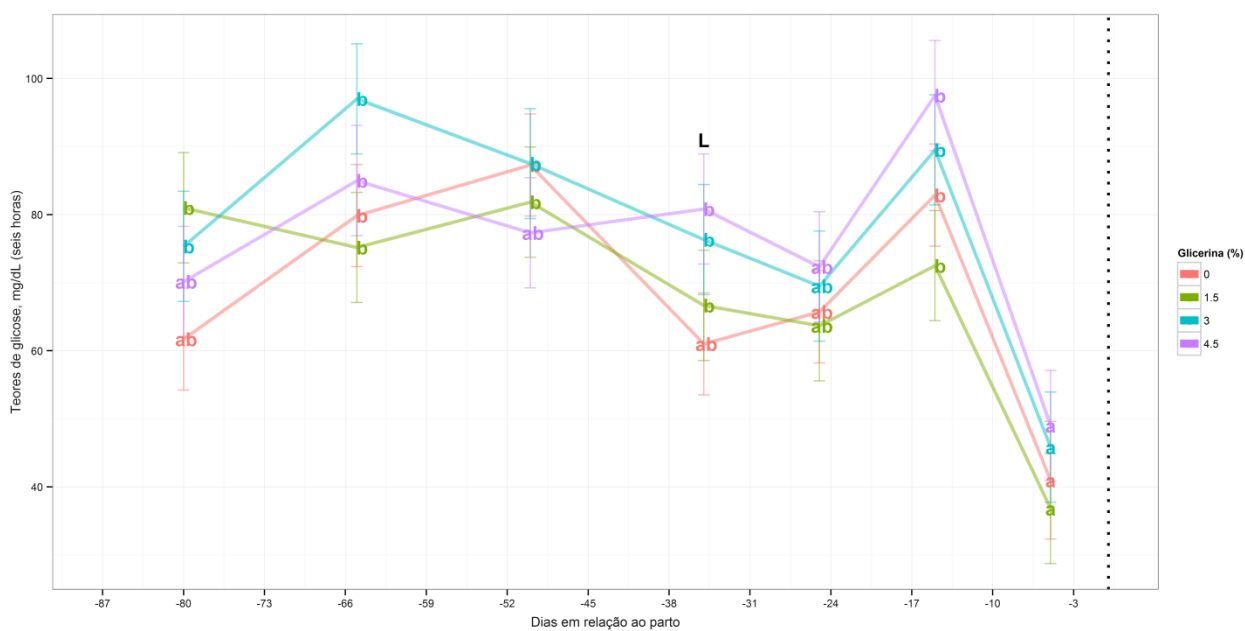


Figura 13. Teor de glicose (mg/dL) seis horas pós alimentação em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto

Letras minúsculas distintas dentro de cada tratamento diferem estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,05$). L, Q indicam efeito linear ou quadrático ($P < 0,05$) da suplementação com glicerina bruta entre os tratamentos.

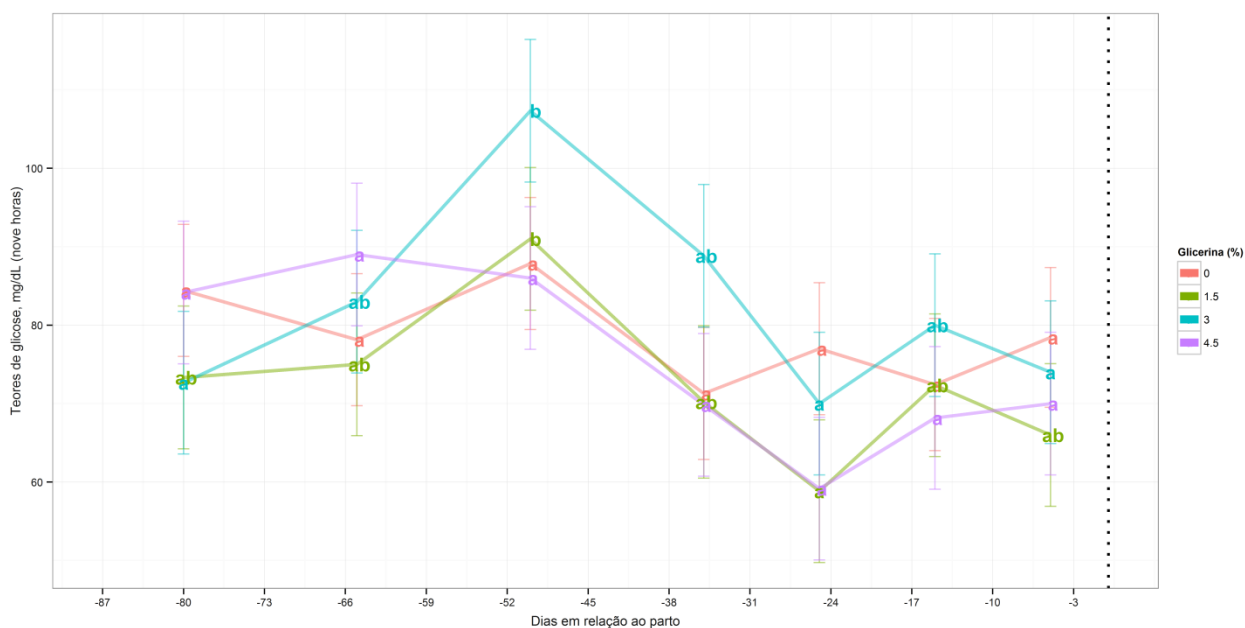


Figura 14. Teor de glicose (mg/dL) nove horas pós alimentação em função da suplementação com GB e dias em relação ao parto

Letras minúsculas distintas dentro de cada tratamento diferem estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,05$). L, Q indicam efeito linear ou quadrático ($P < 0,05$) da suplementação com glicerina bruta entre os tratamentos.

3.4 Produção e composição leite

Avaliamos a produção de leite diária, obtida através da ordenha (PLO) e a produção de leite diária total (PLT). A PLO apresentou uma resposta quadrática nos primeiros 10 dias da lactação. Observou-se que os animais suplementados com 4,5% de GB (figura 15) apresentaram a maior produção. A PLT (figura 16) não foi influenciada pela suplementação com GB ao longo do período avaliado. A composição química e físico-química do leite de ovelhas não foi alterada pelas suplementações GB na água ao longo da lactação (tabela 8). Avaliando-se a eficiência alimentar (figura 17) ressalta-se que não houve diferenças ($P > 0,05$) entre as suplementações com GB.

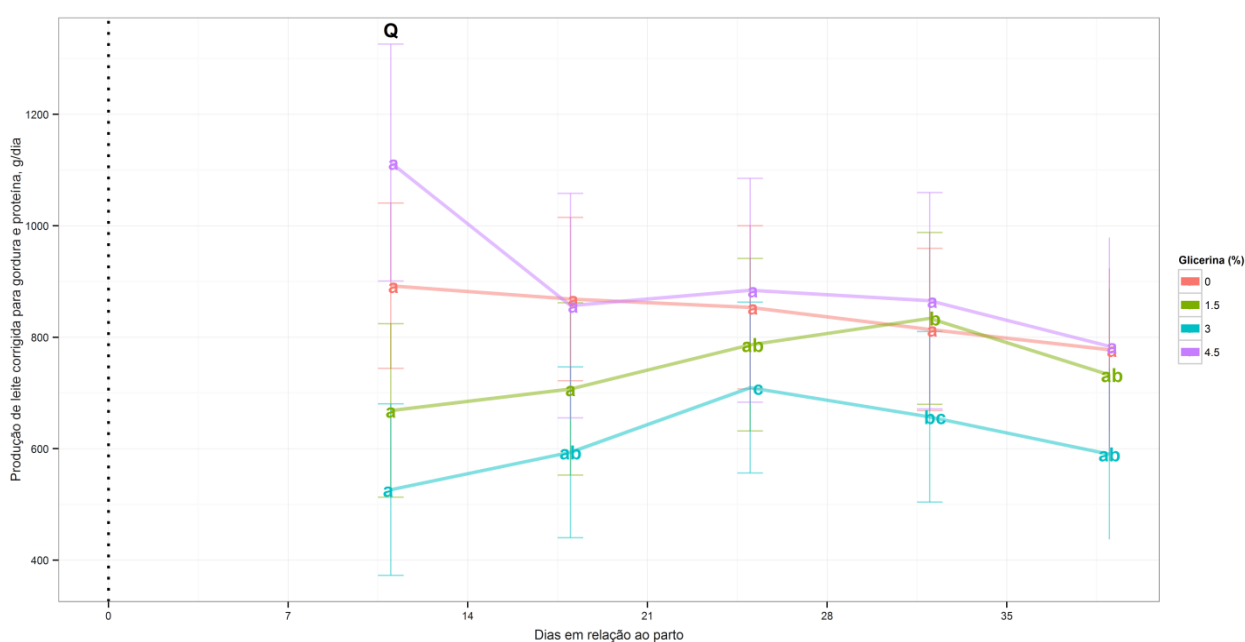


Figura 15. Produção de leite obtida na ordenha (PLO) e corrigida para 6,5% de gordura e 5,8% de proteína em função da suplementação com GB e dias de lactação

Letras minúsculas distintas dentro de cada tratamento diferem estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,05$). L, Q indicam efeito linear ou quadrático ($P < 0,05$) da suplementação com glicerina bruta entre os tratamentos.

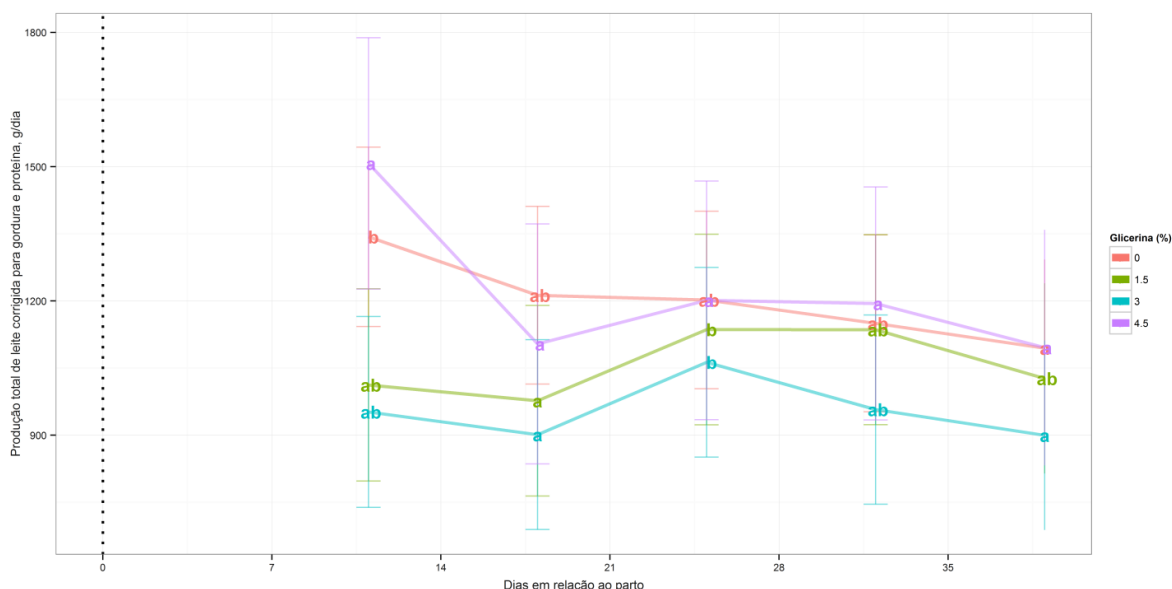


Figura 16. Produção de leite total (PLT) corrigida para 6,5% de gordura e 5,8% de proteína em função da suplementação com GB e dias de lactação

Letras minúsculas distintas dentro de cada tratamento diferem estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,05$). L, Q indicam efeito linear ou quadrático ($P < 0,05$) da suplementação com glicerina bruta entre os tratamentos.

Tabela 7. Médias e erros-padrão da composição química e físico-química em porcentagem do leite de ovelhas suplementadas com GB

GB	GORDURA	PROTEÍNA	LACTOSE	ST	ESD	UREIA
0,0%	6,565 (0,53)	4,287 (0,14)	4,784 (0,15)	15,571 (1,00)	10,030 (0,17)	18,636 (1,50)
1,5%	6,775 (0,52)	4,688 (0,11)	4,934 (0,08)	17,184 (0,50)	10,424 (0,15)	17,576 (1,69)
3,0%	6,597 (0,55)	4,472 (0,09)	4,947 (0,10)	16,864 (0,54)	10,286 (0,15)	18,847 (2,02)
4,5%	6,537 (0,51)	4,677 (0,10)	4,963 (0,09)	16,087 (1,13)	10,500 (0,12)	15,497 (1,62)
SEMANA	0,948	0,864	0,998	0,918	0,646	0,523
GB	0,986	0,082	0,736	0,495	0,151	0,491
SxGB	A	A	A	A	A	A

Glicerina bruta (GB); semana (S), sólidos totais (ST). Médias seguidas de letras iguais nas colunas não indicam diferenças ($P < 0,05$)

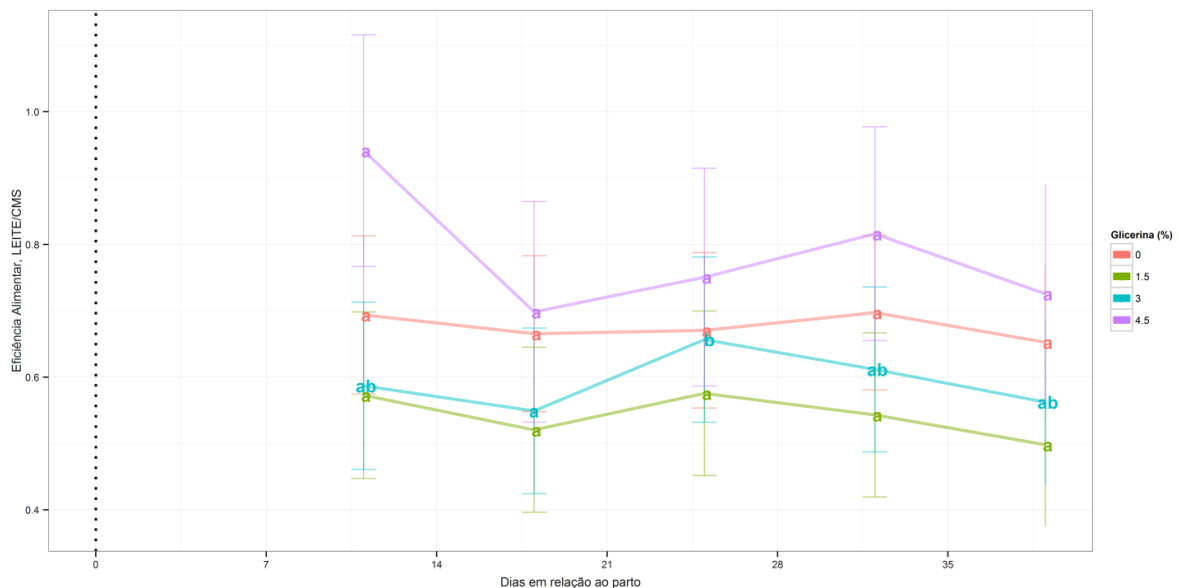


Figura 17. Eficiência alimentar, produção de leite/consumo de matéria seca total em função da suplementação com GB e dias de lactação

Letras minúsculas distintas dentro de cada tratamento diferem estatisticamente em contrastes pareados usando testes de aleatorização ($\alpha > 0,05$). L, Q indicam efeito linear ou quadrático ($P < 0,05$) da suplementação com glicerina bruta entre os tratamentos.

4. Discussão

No presente estudo as suplementações com GB ocasionaram uma redução linear no CMS (figura 1), segundo Mertens (1997) e Mertens (1994), o consumo em ruminantes pode ser regulado por três mecanismos básicos: físico, fisiológico e psicogênico. O comportamento do CMS neste ensaio, possivelmente pode ser explicado pelo mecanismo de regulação fisiológico, sendo este dado pelo balanço nutricional ou *status* energético, ou seja, o atendimento das exigências de manutenção e produção (Mertens, 1997). A GB age como um precursor energético (Donkin, 2008), dessa forma, é possível que as demandas relativas ao potencial de desempenho e estado fisiológico dos animais do experimento tenham sido atendidas, por meio da regulação quimiostática. Justificando assim a redução da ingestão observada nos animais que receberam maiores teores de GB.

Ruminantes em geral são capazes de controlar seu consumo energético de maneira semelhante aos animais de estômago simples, desde que a densidade de nutrientes da dieta seja suficientemente alta para que as restrições físicas não interfiram (Forbes, 1993). Ressaltamos aqui que as dietas experimentais eram semelhantes havendo diferença apenas na suplementação da GB, sendo que possivelmente os animais foram capazes de selecionar seu consumo em função de sua necessidade energética.

Osborne et al. (2009) constataram uma redução no CMS na semana que antecede o parto para o grupo tratado com GB (99,7% de glicerol) adicionada à água fornecida para vacas no período de transição. Este comportamento foi atribuído ao fato dos animais consumirem principalmente para satisfazerem as suas necessidades energéticas.

Pesquisas em que a GB foi utilizada como substituto e não como suplemento, demonstram não haver efeito sobre o CMS em vacas no período de transição (Khalili et al., 1997; Schröder & Südekum, 1999; DeFrain et al., 2004). Donkin et al. (2009) sugeriram que a pureza da GB deve ser verificada, uma vez que o teor do glicerol é o fator determinante para efeitos da GB sobre o CMS, particularmente em caso de ingestão reduzida. No presente estudo, a GB possuía 80,7% de glicerol. Associado a este fato, alertamos que impurezas derivadas da GB do biodiesel podem afetar adversamente o CMS e a produção de leite. No Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, aprovou a GB para nível máximo de inclusão de 12% em base de matéria seca em dietas para animais domésticos (MAPA, 2010). A justificativa para tal recomendação é a falta de estudos que comprovem a possibilidade de uso de níveis mais elevados de forma segura.

Houve uma redução na DMS a partir do segundo estágio da gestação com a inclusão de GB (tabela 3), contrariamente aos achados de Donkin et al. (2009), que não relataram efeito da GB sobre a DMS. O menor CMS pode acarretar na redução na taxa de passagem e conseqüentemente melhora na digestibilidade, pelo aumento do tempo de permanência do alimento dentro do rúmen, entretanto, a pequena participação da GB na dieta (máximo de 110 g/dia, para a maior suplementação) possivelmente não influenciou na taxa de passagem. Conclui-se que a menor CMS associado a taxas de passagem semelhantes influenciaram possivelmente na redução da DMS.

Observamos que a maior elevação do escore corporal foi obtida no vigésimo dia que antecedeu o parto, no qual o tratamento controle obteve o maior valor, e a suplementação com 4,5% o menor. Entretanto, nota-se que na primeira semana pós-parto todos os tratamentos possuíam escore semelhante e acima de três, conforme a recomendação ideal para o parto de vários autores (Villarreal, 1989; Silva Sobrinho et al., 1996; Susin, 1996). Os animais suplementados com 4,5% de GB apresentaram o menor CMS e escore corporal, entretanto os mesmos foram capazes de manter a condição corporal ao longo de toda a gestação. Sugerimos aqui, que a suplementação com GB promoveu um incremento na metabolizabilidade da dieta. Donkin et al. (2009) relataram que a absorção do glicerol pelo epitélio ruminal ou intestinal é determinante para o metabolismo intermediário e este fator, associado a fermentação de parte do glicerol no rúmen seria o responsável pela melhora na eficiência energética da dieta.

Os parâmetros sanguíneos revelaram um aumento na uremia ao longo da lactação, sendo que os mesmos podem ser associados a uma situação de maior aporte proteico da dieta ou pelo momento de obtenção da amostra sanguínea, relativamente à última refeição ou por alguma

disfunção renal (Caldeira et al., 1999). A hipótese de ter ocorrido alguma insuficiência na filtração glomerular pode ser descartada ao examinar os teores de creatinina deste ensaio. O nível sérico da mesma não é significativamente afetado pela dieta (Caldeira et al., 1999), e sim por alterações no funcionamento hepático ou pelo ciclo da ureia (Kerr, 2002). As ovelhas apresentaram teores de creatinina durante a gestação dentro dos limites citados por Kaneko et al. (2008), rejeitando-se a hipótese de alguma patologia renal ter ocorrido ao longo da gestação. A elevação nos teores de ureia na gestação, portanto, estão possivelmente correlacionado ao aumento do aporte proteico da dieta. Já na lactação, os teores de sanguíneos da creatinina reduziram, estando os mesmos, possivelmente correlacionados à redução do peso corporal ocorrida naturalmente neste estágio. Existindo vários registros na literatura que demonstram a associação da excreção de creatinina em função constante do peso vivo dos animais (Ørskov & Mcleod, 1982; Susmel et al., 1994; Vagnoni et al., 1997).

O teor de frutosamina neste ensaio se manteve elevado ao longo de todo o período experimental. A mesma é formada quando a glicose reage não enzimaticamente com grupos aminas das proteínas, principalmente a albumina. Sua concentração plasmática ou sérica é controlada pelo balanço entre a síntese e eliminação destes compostos proteicos com a glicose. Todavia, se a concentração de glicose estiver dentro da normalidade, como o que ocorreu neste ensaio, os índices de frutosamina estarão relacionados aos níveis de proteínas plasmáticas, e o reflexo deste metabolismo se dará em 3 a 4 semanas. Deste modo, os níveis de frutosamina em uma condição de prolongada hiperproteinemia aumentam, condição esta que possivelmente ocorreu neste trabalho (Jensen et al., 1992; Kaneko et al., 2008).

Houve um aumento da gama GT no pós-parto. De acordo com Dirksen (1993), os níveis da mesma aumentam fisiologicamente no período periparto, principalmente nos dias iniciais do puerpério. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que em bovídeos existe transferência desta enzima da mãe para o filhote através do colostro. Portanto ocorre o aumento deste composto na concentração sanguínea da mãe, no início da lactação, para que a mesma seja transferida para suas crias. Este aumento acontece até o vigésimo primeiro dia da lactação (Kramer & Hoffmann, 1997).

Destacamos aqui que mesmo com a redução no CMS as ovelhas suplementadas com maiores teores de GB foram capazes de manter o escore corporal, além disso, os parâmetros de BHB e AGNE indicam que a mobilização das reservas energéticas estiveram dentro dos parâmetros clínicos considerados como normais para espécie, atendendo portanto a maior demanda ao longo do terço final da gestação, confirmando o potencial energético da GB. A avaliação dos teores de glicose em função do tempo de arraçamento revelou que o aumento da glicemia ocorreu de seis a nove horas pós-alimentação, independente de tratamento. Salientamos a redução da mesma, nas

semanas que antecedem o parto, deve-se provavelmente ao maior crescimento fetal, entretanto destacamos o potencial do glicerol como precursor de glicose, e dessa forma observou-se que no trigésimo quinto dia anterior ao parto, a suplementação de 4,5% apresentou o maior valor glicêmico seguindo dos tratamentos 3,0%; 1,5% e zero. DeFrain et al. (2004) sugeriram que o glicerol utilizado na dieta durante o período de transição em vacas, pode agir como um suplemento para aumentar as concentrações de glicose no soro pós-parto e reduzir as concentrações do AGNE.

Os dados contidos no presente estudo indicam que a GB pode ser utilizada como suplemento em dietas de ovelhas leiteiras não causando prejuízos sobre a produção ou mesmo composição do leite (figura 15, 16, 17 e tabela 7). Destacamos ainda que a suplementação com o máximo de GB 4,5% reduziu o CMS, apresentou o menor valor para escore corporal, entretanto não afetou a produção e composição do leite. Embora seja possível inferir que as mobilizações das reservas corporais estejam dentro dos parâmetros clínicos normais ao longo da gestação, esta mobilização não foi avaliada durante a lactação. Sugerimos, portanto a avaliação destes parâmetros ao longo da lactação para a determinação do teor ideal de suplementação com GB neste estágio.

Além do seu potencial energético a GB pode representar uma possível contribuição para o meio ambiente. Estudos têm demonstrado que a adição de GB provoca aumento na proporção molar entre acetato e propionato no rúmen (Schröder & Südekum de 1999; DeFrain et al., 2004; Wang et al., 2009). Lee et al. (2011) obtiveram uma redução na produção de metano adicionando glicerol *in vitro*. Os dados de eficiência na produção (quantidade de leite produzida/CMS) reafirmam o potencial de utilização da GB em ovelhas, tanto na gestação quanto lactação, abrindo portas para a necessidade de mais pesquisas avaliando a GB como um agente recuperador de escore corporal em fêmeas subnutridas ou superalimentadas, ovelhas com gestação gemelar ou primíparas.

5. Conclusões

A suplementação com GB veiculada à água de ovelhas gestantes e no início da lactação reduziu o CMS, não afetou negativamente a produção e composição do leite e parâmetros sanguíneos.

6. Referências

- A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis (red.). Washington DC: AOAC, 1015p. 1980.
- BENSON, M. E.; HENRY, M. J.; CARDELINO, R.A. Comparison of weigh-suckle-weigh and machine milking techniques for measuring milk production of ewes. **Journal of Animal Science**, v.77, p.2330-2335. 1999
- CALDEIRA, R.M., ALMEIDA, M.A., SANTOS, C.C. Daily variation in blood enzymes and metabolites in ewes under three levels of feed intake. **Can. J. Anim. Sci.**, 79, 157-164,1999.
- CHUNG, Y.H., RICO, D.E., MARTINEZ, C.M., CASSIDY, T.W., NOIROT, N., AMES, A., AND VARGA, G.A. Effects of feeding dry glycerin to early postpartum Holstein dairy cows on lactational performance and metabolic profiles. **J. Dairy Sci.** 90: 5682–5691, 2007.
- DEFRAIN, J.M., HIPPEN, A.R., KALSCHEUR, K.F., AND JARDON, P.W. Feeding glycerol to transition dairy cows: Effects on blood metabolites and lactation performance. **J. Dairy Sci.** 87: 4195–4206, 2004.
- DIRKSEN, G. Sistema digestivo. In: DIRKSEN, G., GRUNDER, H. D., STOBBER, M. *Exame clínico dos bovinos*.3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1993. p.166-228.
- DONKIN, S.S.; KOSER, S.L.; WHITE, H.M. . Feeding value of glycerol as a replacement for corn grain in rations fed to lactating dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.10, p.5111-5119, 2009.
- DONKIN, S.S. Glycerol from Biodiesel Production: The New Corn for Dairy Cattle **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p.280-286, 2008.
- FDA Code of Federal Regulations, 21 CFR 582.1320, Title 21, Vol. 6, 21CFR582.1320.http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2002/aprqtr/21cfr582.1320.htm 2006.
- FISHER, L.J., ERFLE, J.D., AND SAUER, F.D. Preliminary evaluation of the addition of glucogenic materials to the rations of lactating cows. **Can. J. Anim. Sci.** 51: 721–727, 1971.
- FORBES, J. M. Voluntary Food Intake and diet selection in farm animals. **Cabi**. 2007
- FORBES, J.M. Voluntary feed intake. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. (Eds.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: University Press. p.479-494, 1993.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. Bioquímica clínica de glicídios. In: Introdução a Bioquímica Clínica Veterinária. 2ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006, p.153-207.

HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates: nutritional relevance and analysis.** Florida /US: University of Florida, 1999.

JENSEN, A.L. Serum fructosamine in canine diabetes mellitus: An initial study. **Vet. Res. Commun.** 16: 1-9, 1992.

KANEKO J.J. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Academic Press, San Diego. 932p, 2008.

KERR, M.G. **Veterinary Laboratory Medicine – Clinical Biochemistry and Haematology,** Blackwell Scientific Publications (Oxford), 2002.

KHALILI, H., VARVIKKO, T., TOIVONEN, V., HISSA, K., AND SUVITIE, M. The effects of added glycerol or unprotected free fatty acids or a combination of the two on silage intake, milk production, rumen fermentation and diet digestibility in cows given grass silage based diets. **Agric. Food Sci. Finl.** 6: 349–362, 1997.

KRAMER, J.W. E HOFFMAN, W.E. **Clinical enzymology. In: Clinical Biochemistry of Domestic Animals,** 5ª edição, Editores: J.J. Kaneko, J.W. Harvey, M.L. Bruss, Academic Press (San Diego), 303-325, 1997.

KREHBIEL, C. R. Ruminant and physiological metabolism of glycerol. **Journal of Dairy Science,** Champaign, v. 86, n. 1, p. 392, 2008.

LEE, S.; LEE, S.; YOUNG-BAE, C.; KEM, D.; LEE, S.; KIM, C.; SEO, S. Glycerol as a feed supplement for ruminants: In vitro fermentation characteristics and methane production. **Animal Feed Science and Technology,** Amsterdam, v. 166–167, p. 269- 274, 2011.

MERCK **Veterinary Manual. Pregnancy Toxemia in Ewes.** 9ed. Merck & Co., Inc. Whitehouse Station, NJ USA, 2008.

MERTENS, D.R. **Regulation of forage intake.** In: Forage Quality, Evaluation, and Utilization, G. C. Fahey, Jr, M. Collins, D. R. Mertens, and L. E. Moser, ed., American Society of Agronomy,

Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, WI. p.450–493, 1994.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fibre requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 80: 1463-1481, 1997.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. GENPA 80 GRANOL. **Ingrediente vegetal**, Código SIF: RS-15127. Porto Alegre-RS, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUICIL – NRC. Nutrient requeriments of small ruminants. 7 th ed. Washington, National Academic Press, 2007. 408p.

OSBORNE, V.R., ODONGO, N.E., CANT, J.P., SWANSON, K.C., AND MCBRIDE, B.W. Effects of supplementing glycerol and soybean oil in drinking water on feed and water intake, energy balance, and production performance of periparturient dairy cows. **Journal of dairy science**, 92: 698–707, 2009.

ØRSKOV, E.R., MACLEOD, N.A. The determination of the minimal nitrogen excretion in steers and dairy cows and its physiological and practical implications. **Br. J. Nut.**, 47:625-636, 1982.

PINHEIRO, J., BATES, D., DEBROY, S., SARKAR, D., R Development Core Team, & nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models: R Package Version, 3.1-110, 2013.

PULINA, G.; SERRE, A.; CANNAS, A. Determinazione e stimadel valore energeticodilattedipecoredirazza sarda. In: CONGRESS SISVET, 43., 1989, Terrasini. Proceedings... Terrasini, p.1870, 1989.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <http://www.R-project.org/2014>

RÉMOND, B., SOUDAY, E., JOUANY, J.P. In vitro and in vivo fermentation of glycerol by rumen microbes. **Animal Feed Science and Technology** 41, 121-132, 1993.

SALIBA, E. O. S.; RODRIGUEZ, N. M.; PILO-VELOSO, D. Purified lignin extracted from *Eucalyptus grandis* (PELI), used as an external marker in digestibility trails in various animal species. In: Paim, N., Barcelos, J.O.J, Neto, J.B., Ferreiro, L., Franke, Berbaridi, M.L., Dall’Agnol, M. (editors), Proceedings of the 9th World Conference on Animal Production. UFRGS, Porto Alegre: 221-222, 2003.

- SCHRÖDER, A; SÜDEKUM, K. H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in Diets for ruminants. 10 international rapeseed congress, Canberra/Austrália, 1999.
- SILVA, J.F.C. e LEÃO, M.I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. Piracicaba, Livroceres, 380p. 1979.
- SILVA SOBRINHO, A. G.; BATISTA, A. M. V.; SIQUEIRA, E. *Nutrição de ovinos*, Jabotical, FUNEP, 1996. 258 p.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. . A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p. 3562- 3577, 1992.
- SUSIN, I. Exigências nutricionais de ovinos e estratégias de alimentação. IN: SILVA SOBRINHO, A. G.; BATISTA, A. M. V.; SIQUEIRA, E. R.; **Nutrição de de ovinos**, Jabotical, FUNEP, 1996. P.119-141.
- SUSMEL, P., STEFANON, B., PLAZZOTA, SPANGHERO, M.; MILLS, C. R. The effect of energy and protein intake on the excretion of purine derivatives. **J. Agric. Sci.**, 123:257-266, 1994.
- THOMPSON J C, HE B B. Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstocks. **Applied Engineering in Agriculture** 22: 261-265, 2006.
- VAGNONI, D.B., BRODERICK, M.K., CLAYTON, M.K.; Hatfield , R.D.. Excretion of purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. **J. Dairy Sci.**, 80:1695-1702, 1997.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarchpolysacarides in relation to animal nutrition. **Journal Animal Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- VILLARROEL, A. B. S. Manejo reprodutivo dos ovinos. IN: SIQUEIRA, E. R. GONÇALVES, H. C. **Simpósio Paulista de Ovinocultura, I**. Fundação Cargill, Campinas, 1989. 67-79 p.
- WANG, C.; LIU, Q.; YANG, W. Z.; DONG, K. H.; HUANG, Y. X.; GUO, G. Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 121, n. 1, p. 15-20, 2009.

WICKHAM, H. ggplot2: elegant graphics for data analysis. New York: Springer.2009.

Glicerina bruta como suplemento para ovelhas leiteiras: Efeito sobre peso ao nascer e desenvolvimento de seus cordeiros

Resumo

Objetivou-se avaliar a influência da suplementação com glicerina bruta (GB) em dietas para ovelhas durante a gestação e início da lactação e seus efeitos sobre o peso e medidas corporais de seus cordeiros do nascimento a desmama. Foram avaliados 24 cordeiros, oriundos de ovelhas do genótipo Lacaune x East Friesian distribuídas de forma inteiramente ao acaso em quatro tratamentos que se diferenciaram quanto à suplementação de GB na dieta em (zero; 1,5; 3,0 e 4,5% de MS) sendo esta adicionada a água. As ovelhas receberam a suplementação durante toda a gestação e lactação. Os cordeiros permaneceram com suas mães do nascimento até o desmame, realizado aos 45 dias. O teor de GB explicou 5,2% da variação observada (ω^2), seguidas pelo ECC, $\omega^2=12,3\%$, SEXO, $\omega^2=19,2\%$ e PV, $\omega^2=26,5\%$ totalizado o R^2 de 63%. Cordeiros mais leves foram oriundos da combinação de ovelhas com peso entre 40 a 50 kg, que não receberam GB ou níveis mais altos e possuíam escore entre 4 a 5. Em contrapartida, os cordeiros mais pesados, com PN superior a 5,5, provinham de ovelhas pesadas, entre 80 a 90 kg, que receberam níveis de 1,5 e 3% de GB e possuíam escore baixo. A biometria do nascimento ao desmame não sofreu influência da suplementação com GB. O escore, peso corporal das ovelhas e o sexo da cria influenciaram o peso ao nascer dos cordeiros. Recomenda-se a suplementação com GB entre 2% a 4% na dieta de ovelhas gestantes para otimização do peso ao nascer de seus cordeiros. As medidas corporais dos cordeiros não foram influenciadas pela suplementação com GB nas dietas das mães.

Palavras-chaves: biometria, glicerol, ovinos, subprodutos.

1. Introdução

A crescente preocupação com a produtividade no setor da pecuária desencadeia diversas pesquisas para determinar os pontos de estrangulamento existentes, sendo estes entraves para a lucratividade. A rentabilidade na ovinocultura está diretamente relacionada com o número de cordeiros nascidos vivos e a taxa de desmame anual. Portanto, torna-se necessário o conhecimento dos componentes que influenciam o desenvolvimento dos animais e, conseqüentemente, a produção.

Diversas pesquisas evidenciaram o peso ao nascer como principal fator que influencia a sobrevivência dos cordeiros. A literatura se baseia no fato de que cordeiros pesados estão associados com perdas ao parto (*i.e.*, partos distócicos), e pelo lado oposto, baixos pesos ao nascer

resultam em menor capacidade digestiva, imaturidade endócrina, menor conteúdo de DNA muscular, e conseqüente maior mortalidade pré-desmame (Eltawil et al., 1970; Bradford, 1972; Gama et al., 1991; Mandal et al., 2008). O peso ao nascer, portanto, é reflexo de fatores genotípicos e fenotípicos, bem como pelo tipo e número de parto, sexo das crias e condição corporal da ovelha.

A glicerina é um co-produto da indústria do biodiesel. Ela é resultado da reação de transesterificação do óleo vegetal ou gordura de origem animal quando em contato com um álcool na presença de um catalisador (Plá, 2002). O grande interesse na utilização da glicerina bruta (GB) em dietas de ruminantes é devido ao elevado teor de glicerol, e seu potencial energético, atuando como um importante precursor de glicose (Boyd et al., 2013; Rico et al., 2012; Osborne et al. 2009; Chung et al., 2007). A mesma pode ser inserida no final da gestação e início da lactação a fim de solucionar o aumento da demanda metabólica devido ao crescimento fetal neste período (Sargison, 2007). O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da glicerina bruta como suplemento para ovelhas gestantes e início de lactação e seus efeitos sobre peso ao nascer e à desmama de seus cordeiros.

2. Material e Métodos

Foram utilizadas 24 ovelhas gestantes com feto simples do genótipo Lacaune x East Friesian entre três e quatro anos, como o peso médio de $66,14 \pm 6,23$. As ovelhas foram distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, sendo alocadas em quatro tratamentos que se diferenciaram quanto à suplementação de glicerina bruta em (zero; 1,5; 3,0 e 4,5% de MS), esta foi adicionada à água e ajustada em relação ao consumo de matéria seca total. O uso desses animais está em conformidade com protocolo aprovado pelo Comitê de ética em Experimentação Animal (CEUA, protocolo 056/11).

As dietas foram formuladas para atender às exigências nutricionais para cada categoria (gestação ou lactação), conforme preconizado pelo NRC (2007) (tabela 8). O arraçoamento foi dividido em duas refeições iguais às oito e 16 horas. A glicerina bruta foi utilizada como suplementação à dieta. A oferta de GB e a dieta foram ajustadas a cada quatro dias. A composição bromatológica da glicerina segue na tabela 9.

Tabela 8. Composição centesimal e bromatológica das dietas oferecidas às ovelhas durante a gestação e lactação

Ingredientes* (%)	0-120 dias gestação	120- 145 dias gestação	lactação
Feno de tifton	60,27	52,39	50,33
Milho fubá	36,08	41,02	31,51
Farelo de soja	2,12	5,00	16,21
Sal ovinos	1,00	1,00	1,00
Sal comum	0,50	0,50	0,50
Calcário	0,017	0,182	0,346
Fosfato bicálcico	0,005	0,005	0,095
Nutrientes* (%)			
Matéria seca	89,02	89,03	89,56
Proteína bruta	10,00	14,24	15,57
FDN	47,56	42,68	42,00
FDA	23,35	21,00	21,00
Cálcio	0,31	0,48	0,43
Fósforo	0,24	0,29	0,37
NDT	67,43	69,63	69,53

*Valores expressos com base na matéria seca.

Tabela 9. Composição bromatológica teor de energia da GB

Nutrientes*	% do nutriente
Matéria seca	85,40
Proteína bruta	0,06
Glicerol	80,70
Extrato etéreo	13,41
Matéria mineral	5,71
FDN	-
FDA	-
CHT	75,00
CNF	75,00
Densidade (g/mL)	1,20
Energia (kcal/kg)	3954,00

Fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CHT), carboidratos não fibrosos (CNF), *Valores expressos com base na matéria seca.

A partir de 70 dias de gestação foram realizadas as mensurações do peso vivo e escore da condição corporal (ECC) das ovelhas. Para esse último, empregou-se a escala de um a cinco, em que escore um corresponde ao animal muito magro e cinco ao animal muito gordo. Sendo essas obtidas a cada 15 dias. A pesagem foi realizada sempre pela manhã, sem os animais serem alimentados e com uso de balança apropriada para a espécie.

Após o parto, as ovelhas e seus cordeiros (11 fêmeas e 13 machos) foram acompanhados durante seis semanas. As fêmeas e suas crias permaneceram juntas em baias individualizadas por 10 dias, sendo os mesmos examinados clinicamente, pesados e vermifugados. Posteriormente adotou-se o sistema de manejo de mamada controlada, onde os cordeiros passavam a noite com as mães sendo retirados no dia seguinte. Os cordeiros foram pesados duas vezes ao dia ao longo dos 45 dias.

As avaliações biométricas dos cordeiros foram realizadas quinzenalmente, com o auxílio de uma fita métrica e de um hipômetro, sempre com o animal em estação e nos períodos da tarde. As medidas avaliadas foram:

- altura da cernelha (AC): distância entre o ponto mais alto da borda cranial da escápula e o solo;
- comprimento corporal (CC): distância entre a borda cranial da escápula e a tuberosidade maior do fêmur;
- perímetro torácico (PT): medida feita ao redor do tórax, imediatamente na região posterior às escápulas;
- largura de peito (LP): distância entre as bordas craniais das escápulas;
- comprimento de pernil (CP): distância entre o trocânter maior do fêmur e a borda da articulação fêmuro-tibiana;
- perímetro de pernil (PP): perímetro tomado na parte média da perna, acima da articulação fêmuro-tibiana.

Para avaliar o efeito da suplementação com GB, nas dietas das ovelhas, sobre o peso ao nascer dos cordeiros, realizou-se regressão múltipla do mesmo em função de todas as possíveis covariáveis envolvidas (consumo de matéria seca ao longo da gestação, escore corporal (ECC), ECC^2 , ECC à monta, ECC^2 à monta, peso vivo (PV), PV^2 , PV à monta, PV^2 à monta, GB, GB^2 e GB^3 , sendo as mesmas selecionadas por procedimento *stepwise*. Realizou-se uma simulação das possíveis combinações de valores para as variáveis independentes selecionadas cujo resultado foi separado em grupos conforme os quartis dos valores estimados.

As medidas biométricas foram analisadas por meio de ajuste de modelos lineares mistos nos quais os parâmetros foram estimados por máxima verossimilhança restrita, onde os efeitos da suplementação com glicerina e fases (dias em relação ao parto) foram alocados como efeitos fixos e os cordeiros alocados como efeito aleatório no modelo. Para cada variável avaliou-se por meio de critério de Akaike (Akaike Information Criteria, AIC) a necessidade de se incluírem funções para

modelar qualquer heterocedasticidade entre níveis de glicerina e ainda em caso de detecção de dependência por meio de autocorrelações empíricas entre fases, utilizaram-se estruturas de correlação autoregressiva para controlar tais efeitos.

As análises estatísticas foram conduzidas em ambiente R(R Core Team, 2014), sendo os modelos mistos ajustados por meio do pacote nlme (Pinheiro et al., 2013) enquanto os gráficos gerados por meio do pacote ggplot2 (Wickham, 2009).

3. Resultados

O modelo selecionado contou com quatro variáveis conforme a seguir: PN, que corresponde ao peso ao nascer, em kg, GB é o teor de glicerina bruta na dieta, %, SEXO assume valor 1 para macho e 0 para fêmea, ECC é o escore da condição corporal em notas de 1 a 5 onde 1 são animais magros e 5 obesos, e PV é o peso vivo materno ao parto, kg.

$$PN = 3,1 + 0,64GB - 0,11GB^2 + 0,67SEXO - 0,07ECC^2 + 0,0003PV^2$$

O teor de GB explicou 5,2% da variação observada (ω^2), acompanhadas pelo ECC, $\omega^2=12,3\%$, SEXO, $\omega^2=19,2\%$ e PV, $\omega^2=26,5\%$ totalizado o R^2 de 63% . Verifica-se na simulação apresentada na (figura 18) que cordeiros mais leves, cujo PN foi inferior a 3,98 kg, são originados das combinação de ovelhas com peso entre 40 a 50 kg (cerca de 7,8 a 9,95% do peso da matriz ao parto), com suplementação de GB em níveis altos, ou zero (*i.e.*, resposta quadrática) e quando as mães possuíam escore entre 4 a 5. Em contrapartida, os cordeiros mais pesados obtidos na simulação possuíam PN superior a 5,5 kg provinham de ovelhas pesadas, entre 80 a 90 kg (cerca de 6,11 a 6,88% do peso da matriz ao parto), e que receberam níveis entre 2% a 4% de GB e ainda possuíam escore baixo.

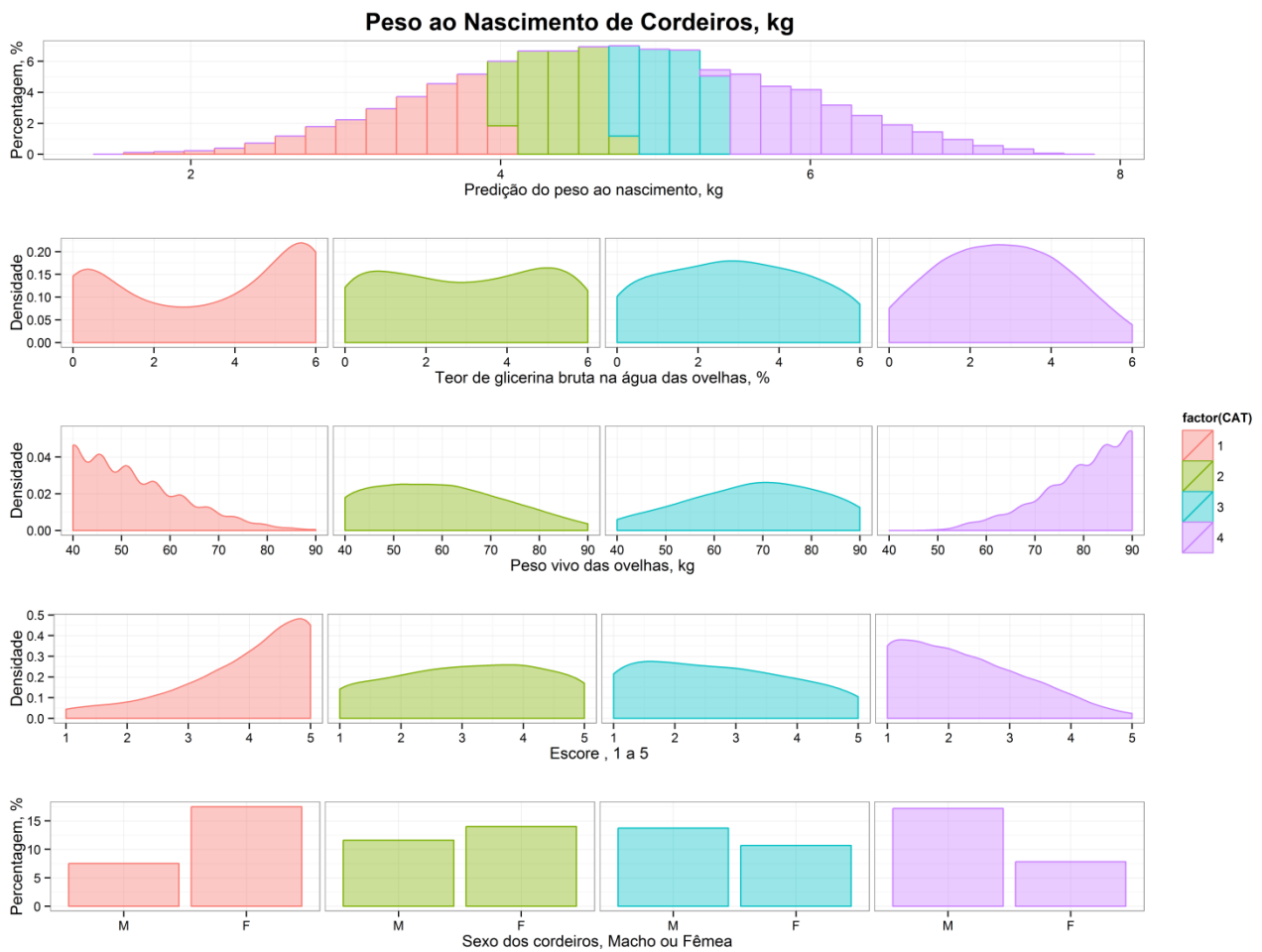


Figura 18. Influência da GB, peso vivo e escore corporal das ovelhas e sexo dos cordeiros sobre o peso ao nascer.

Avaliando a biometria do nascimento ao desmame nota-se que não houve efeito da idade em que foram obtidos, desde o nascimento até desmama, para a inclusão de glicerina e sexo (tabela 10).

Tabela 10. Médias e erros-padrão do comprimento corporal (CC), altura de cernelha (AC), circunferência torácica (CIT), largura peito (LP), largura do pernil (LPE) e comprimento do (CPE) ao nascimento até o desmame

	GB	CC	AC	CIT	LP	LPE	CPE
DIA 1	0,0%	33,46 (1,13)	39,75 (1,19)	39,54(1,74)	10,35 (0,87)	13,82 (1,01)	19,64 (0,97)
	1,5%	32,91 (1,16)	40,24 (0,87)	39,51(1,92)	10,40 (0,86)	13,42 (1,00)	18,35 (0,97)
	3,0%	34,47 (1,90)	43,32(0,86)	40,13(2,51)	10,70 (0,91)	13,99 (1,05)	19,96 (1,02)
	4,5%	32,775 (1,44)	39,74 (0,87)	38,79(2,46)	10,46 (0,99)	14,87 (1,14)	18,57 (1,11)
DIA 15	0,0%	41,67 (1,19)	46,27 (1,26)	48,24(1,81)	14,14 (0,91)	17,13 (1,06)	24,52 (1,04)
	1,5%	38,53 (1,29)	45,28 (0,95)	46,32 (2,08)	13,45 (0,95)	16,77 (1,11)	22,84 (1,10)
	3,0%	39,68 (2,23)	46,44 (0,97)	46,47(2,76)	14,09 (1,02)	17,07 (1,20)	22,29 (1,19)
	4,5%	40,78 (1,71)	44,97 (0,99)	45,29 (2,77)	13,74 (1,14)	16,65 (1,33)	24,29 (1,34)
DIA 30	0,0%	45,49 (1,18)	49,34 (1,26)	56,87 (1,80)	15,78 (0,91)	19,66 (1,05)	26,01 (1,03)
	1,5%	41,78 (1,16)	49,36 (0,87)	55,71(1,92)	16,41 (0,86)	17,63 (1,00)	25,10 (0,97)
	3,0%	43,61 (1,90)	49,46 (0,86)	57,39 (2,51)	15,90 (0,91)	18,40 (1,05)	26,38 (1,02)
	4,5%	46,70 (1,56)	49,18 (0,93)	54,80(2,63)	15,40 (1,06)	18,27 (1,24)	27,02 (1,21)
DIA 45	0,0%	49,35 (1,18)	54,06 (1,26)	61,30(1,82)	17,94 (0,92)	20,10 (1,07)	31,43 (1,03)
	1,5%	47,28 (1,16)	53,61 (0,87)	59,82(1,93)	17,59 (0,87)	20,48 (1,01)	30,48 (0,97)
	3,0%	48,90 (1,90)	55,74 (0,86)	62,87(2,52)	17,29 (0,91)	21,51 (1,06)	30,53 (1,02)
	4,5%	48,90 (1,56)	51,98 (0,93)	61,01(2,67)	17,67 (1,08)	20,17 (1,25)	33,22 (1,21)
DIA	0	0	0	0	0	0	
GB	0,607	0,217	0,917	0,994	0,936	0,5	
DxGB	0,652	0,329	0,994	0,997	0,885	0,694	
SEXO	0,52	0,625	0,568	0,457	0,115	0,499	

Glicerina bruta (GB), tratamentos (t), dia (D) *($P < 0,05$); **($P < 0,001$)

4. Discussão

Dentre os fatores que afetam o peso ao nascer, destacamos aqui a nutrição materna. Considerando que no início do período gestacional o crescimento fetal é pequeno e já no terço final ocorre grande crescimento, a desnutrição materna no terço final da gestação pode predispor os cordeiros à intolerância à glicose e o aumento da adiposidade no início da idade adulta. Assim como a alta ingestão de energia materna pode ocasionar em capacidade limitada de crescimento muscular tornando estes subnutridos ou com crescimento retardado durante a vida pós-natal (Greenwood et al., 2002; Kenyon et al., 2006; Bell, 2006). Contudo, Sen et al. (2013) avaliaram o efeito da nutrição materna na fase mediana da gestação, entre o trigésimo e octogésimo dia e afirmaram que a restrição materna nesta fase causa redução no peso e tamanho da placenta. Tal alteração provoca consequências no desenvolvimento fetal, sendo uma das razões para o baixo peso ao nascer dos cordeiros. No presente estudo, a suplementação com GB ocorreu durante todo o período experimental constituindo uma importante alternativa para suprir as necessidades energéticas ao longo de toda a gestação.

A presença da GB na dieta das mães explicou 5,2% da variação observada no peso ao nascer de seus cordeiros, demonstrando o grande potencial da mesma como um ingrediente energético. Os cordeiros mais pesados foram oriundos de mães que receberam entre 2% a 4,0% de GB na dieta, sugerindo estes teores de suplementação como os ideais, associados aos outros fatores descritos no modelo tais como peso, score e sexo. Ovelhas nutridas adequadamente, principalmente no terço final da gestação formam mães de cordeiros mais pesados e com maiores chances de sobrevivência, já que suas reservas energéticas fornecerão boas condições para enfrentar o frio e conseguir mamar, além de ser essencial para maximizar a produção de colostro e a concentração de imunoglobulinas (Awemua et al., 1999).

Morris et al. (2000) e Mandal et al. (2007) citaram sobre a importância dos fatores não-genéticos e seus efeitos sobre a sobrevivência dos cordeiros, tais como o sexo do cordeiro, partos duplos, idade da mãe, estação e ano de nascimento e peso ao nascer. O sexo do cordeiro possuiu grande impacto no peso ao nascer, neste estudo representou 27,5%, sendo os machos mais pesados que as fêmeas. Idris et al. (2010), entretanto, relataram que as cordeiras nascem com o peso inferior ao machos, contudo essa superioridade não teve efeito sobre a taxas de crescimento até a desmama.

Dalton et al. (1980) estabeleceram uma faixa ideal para o peso ao nascer de 3,5 até 5,5 kg nos rebanhos da Nova Zelândia. No presente estudo, o peso ao nascer de 3,98 a 5,5 Kg dos cordeiros foi alcançado em ovelhas alimentadas com GB entre 1,5 a 3,0 %, pesando entre 60 a 70 Kg, possuindo um score entre 2 a 4. Binabaj et al. (2013) alertam que ao invés da seleção ser feita para o máximo

peso ao nascer, deve ser praticado a viabilidade de nascimento conjuntamente com o ao peso ao nascer, visto que o mesmo possui grande influência sobre a maioria das mortes, ocorrendo principalmente em cordeiros com peso ao nascimento abaixo da média, resultado da baixa reserva energética portanto, menos capazes de resistir às duras condições ambiental e doenças (Awemua et al., 1999). Por outro lado Sawalha et al. (2007) alerta sobre a distorcia, sendo uma das causas de mortalidade ao nascimento em cordeiros mais pesados.

Diversos trabalhos sugerem a avaliação do escore corporal sendo o mesmo um método preciso e prático para avaliação status nutricional em ovinos (Gunn et al., 1984; Ribeiro et al., 2003). O peso aliado ao escore corporal foi objeto de estudo de Ducker & Boyd (1977) onde, ovelhas com pesos semelhantes, contudo com pequeno tamanho e alto escore corporal apresentaram maior taxa de ovulação do que ovelhas grandes com escore baixo. Gunn et al. (1984) recomendam o escore corporal de 2,5 para o momento da cobertura sugerindo, que o mesmo construí o mínimo para se obter taxas de ovulação aceitáveis. No presente trabalho demonstramos a influencia do escore e do peso vivo das ovelhas sobre o peso ao nascer dos cordeiros, contudo demonstramos que ovelhas pequenas, pesadas e que possuíam alto escore corporal pariram cordeiros leves.

Os dados biométricos refletem as características da raça, portanto quando o desenvolvimento ocorre sobre condições ambientais semelhantes os mesmos apresentam pouca variação entre os mesmos (Afolayan et al., 2006), motivo este que possivelmente não foram detectadas diferenças neste estudo. Fajemilehin & Salako (2008) citam o perímetro torácico como medida que melhor se correlaciona com o peso, tanto ao nascimento como ao desmame, entretanto no presente estudo a mesma não sofreu influencia dos tratamentos.

5. Conclusões

O escore, peso corporal das ovelhas e o sexo da cria influenciam o peso ao nascer dos cordeiros. Recomendamos a suplementação com GB entre 2% a 4% na dieta de ovelhas gestantes para otimização do peso ao nascer de seus cordeiros. As medidas corporais não foram influenciadas pela suplementação com GB.

6. Referências

- AFOLAYAN, R.A.; ADEYINKA, I.A.; CAM LAKPINI, E. A estimativa do peso vivo de medidas corporais em Yankasa ovelhas. **Checa Journal of animal science**, 51: 343-348 2006.
- AWEMUA, E.M., NWAKALORA, L.N., ABUBAKAR, B.Y. Environmental influences on pre-weaning mortality and reproductive performance of Red Sokoto does. **Small ruminant research**, Res. 34, 161–165,1999.
- BELL, A.W. Prenatal programming of postnatal productivity and health of livestock: a brief review. **Australian Journal of Experimental Agriculture** 46, 725–732, 2006.
- BINABAJ, F.B.; TAHMOORESPUR, M.; ASLAMINEJAD, A.A.; VATANKHAH, M. The investigation of non-genetic factors affecting survival of Karakul lambs from birth to one year of age using linear and nonlinear models. **Small Ruminant Research** ,113 34– 39, 2013.
- BOYD J., BERNARD J.K., WEST J.W. Effects of feeding different amounts of supplemental glycerol on ruminal environment and digestibility of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 96, 470–476, 2013.
- BRADFORD, G. E. The role of maternal effects in animal breeding. VII. Maternal effects in sheep. **Journal of Animal Science** 35: 1324-1334, 1972.
- CHUNG, Y.H., RICO, D.E., MARTINEZ, C.M., CASSIDY, T.W., NOIROT, N., AMES, A., AND VARGA, G.A. Effects of feeding dry glycerin to early postpartum Holstein dairy cows on lactational performance and metabolic profiles. **Journal of dairy science**, 90: 5682–5691 2007.
- DALTON, D.C.; KNIGHT, T.W.; JOHNSON, D.L. Lamb survival in sheep breeds on New Zealand hill country. **New Zealand journal of agricultural research** 39: 53–62, 1980.
- DUCKER, M.J.; BOYD, J.S. The effect of body size and body condition on the ovulation rate of ewes. **Animal Production**, v.24, p.377-385, 1977.
- ELTAWIL, E.A.; HAZEL, L. N.; SIDWELL, G. M. Evaluation of environmental factors affecting birth, weaning and yearling traits in navajo sheep. **Journal of Animal Science**, 1970.

- FAJEMILEHIN, O. K. S.; SALAKO, A. E. Body measurement characteristics of the West African Dwarf (WAD) Goat in deciduous forest zone of Southwestern Nigeria. **African Journal of Biotechnology**, Lagos, v. 7,n. 14, p. 2521-2526, 2008.
- GREENWOOD, P.L.; HUNT, A.S.; SLEPETIS, R.M.; FINNERTY, K.D.; ALSTON, C.; BEERMANN, D.H.; BELL, A.W Effects of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep: III. Regulation of energy metabolism. **Journal Animal Science**. v. 80, p.2850-2861. 2002.
- GAMA, L. T.; DICKERSON, G. E.; YOUNG, L. D.; LEYMASTER, K. A. Effects of breed, heterosis, age of dam, litter size, and birth weight on lamb mortality. **Journal of Animal Science**, 69:2727-2743, 1991.
- GUNN,R.G.; DONEY, J.M.; SMITH,W.F. The effect of level of pre-mating nutrition on ovulatory rate in scottish blackface ewes in different body conditions at mating. **Animal Production**, v.39, p.235-239, 1984.
- IDRIS, A.O., KIJORA, C., EL-HAG, F.M., SALIH, A.M., Effects of supplementation on late pregnancy and early lactation of bodyweight of desert ewes and their lambs. **Livest. Res. Dev.** 22, 2010.
- KENYON, P.R.; REVELL, D.K.; MORRIS, S.T. Mid-pregnancy shearing can increase birthweight and survival to weaning of multiple-born lambs under commercial conditions. **Australian Journal of Experimental Agriculture** 46, 821–825, 2006.
- MANDAL, A., PRASAD, H., KUMAR, A., ROY, R., SHARMA, N. Factors associated with lamb mortalities in Muzaffarnagari sheep. **Small ruminant research**. Res. 71, 273–279. 2007.
- MANDAL, A.; ROY, R.; ROUT, P.K. Direct and maternal effects for body measurements at birth and weaning in Muzaffarnagari sheep of India. **Small ruminant research**, v.75, p.123-12, 2008.
- MORRIS, C.A., HICKEY, S.M., CLARKE, J.N. Mukasa-Mugerwa, E. Genetic and environmental factors affecting lamb survival at birth and through to weaning. NZ. **J. Agric.** Res. 43, 515–524.2000.
- NATIONAL RESEARCH COUCIL – NRC. Nutrient requeriments of small ruminants. 7 th ed. Washington, National Academic Press, 2007. 408p.

- OSBORNE, V.R., ODONGO, N.E., CANT, J.P., SWANSON, K.C., AND MCBRIDE, B.W. Effects of supplementing glycerol and soybean oil in drinking water on feed and water intake, energy balance, and production performance of periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 92: 698–707, 2009.
- PINHEIRO, J., BATES, D., DEBROY, S., SARKAR, D., R Development Core Team, & nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models: R Package Version, 3.1-110, 2013.
- PLÁ, J. A. Perspectivas do biodiesel no Brasil. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v.30, n.2, p.179-190, set. 2002.
- RIBEIRO, L.A.O.; FONTANA, C.S.; WALD, V.B. Relação entre a condição corporal e a idade das ovelhas encarneiradas com a prenhez. **Ciência Rural**, v.33, n.2, 2003.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <http://www.R-project.org/2014>
- RICO, D.E.; CHUNG, Y.H.; MARTINEZ, C.M. Effects of partially replacing dietary starch with dry glycerol in a lactating cow diet on ruminal fermentation during continuous culture. **Journal of Dairy Science**, v.95, n.6, p.3310-3317, 2012.
- SARGISON, N.D. Pregnancy toxemia. In: AITKEN, I.D. Diseases of Sheep. 4ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2007, p. 359-363.
- SAWALHA, R.M., CONINGTON, J., BROTHERSTONE, S., VILLANUEVA, B. Analysis of lamb survival of Scottish Black face sheep. **Animal**, 151–157. 2007.
- SEN, U.; SIRIN, E.; KURAN, M. The effect of maternal nutritional status during mid-gestation on placental characteristics in ewes. **Animal Reproduction Science** 137, 31–36, 2013.
- WICKHAM, H. ggplot2: elegant graphics for data analysis. New York: Springer.2009.

7. Considerações Finais e Implicações

A suplementação com GB em dieta para ovelhas se insere como uma alternativa viável dentro da nutrição animal, não acarretando prejuízos à produção e à composição do leite, entretanto considerações quanto ao custo e disponibilidade devem ser avaliadas para inserção da mesma dentro de programas alimentares. Pesquisas aliadas ao processo de padronização da GB são de extrema importância para a sua fixação no mercado, resultando em desempenhos semelhantes entre animais, comprovando a eficácia da mesma.

Destacamos aqui a forma de utilização da GB veiculada à água, podendo a mesma se resultar como estratégia para outros setores produtivos, por não desencadear prejuízos quanto à redução do consumo de água, ou mesmo abrindo campo para novas pesquisas da GB como “Dench” ao longo da gestação e pós-ordenha.

Ressalta-se, ainda, a possibilidade da inserção da GB na prevenção de distúrbios metabólicos, tais como a toxemia da prenhez em ovinos, despertando a necessidade de pesquisas futuras onde o coproduto se insere como grande potencial energético.