

Parâmetros sanguíneos de cordeiros em crescimento filhos de ovelhas suplementadas com níveis crescentes de propilenoglicol

Rogério Pereira dos Santos¹, Luciano Fernandes Sousa², Jhone Tallison Lira de Sousa², Marina Elizabeth Barbosa Andrade³, Gilberto de Lima Macedo Júnior³, Simone Pedro da Silva⁴

¹ Minerthal Produtos Agropecuários, Av. Rio Corrente, 308, Daiara, CEP 77813-852, Araguaína-TO, Brasil. E-mail: rogerio.zootecnista@hotmail.com

² Universidade Federal do Tocantins, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia. Rua Humberto Campos, 508, São João, CEP 77804-060, Araguaína-TO, Brasil. E-mail: luciano.sousa@mail.uft.edu.br; jhonelira@hotmail.com

³ Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Medicina Veterinária, Av. Pará, 1720, Umuarama, CEP 38400-902, Uberlândia-MG, Brasil. E-mail: marina.elizabeth.15@hotmail.com; gilbertomacedojr@gmail.com

⁴ Instituto Federal Goiano, Campus Avançado de Hidrolândia, Estrada São Braz, km 04, CEP 75340-000, Hidrolândia-GO, Brasil. Caixa Postal 52. E-mail: simone.psilva@hotmail.com

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão crescente do propilenoglicol na água de ovelhas durante a lactação sobre os parâmetros sanguíneos de suas crias. Foram avaliados 24 cordeiros, filhos de ovelhas que foram alimentadas com diferentes níveis de propilenoglicol (PG) na água. Essas ovelhas foram distribuídas em 4 tratamentos (0; 1,5; 3,0 e 4,5% PG) em delineamento inteiramente casualizado com esquema de parcela subdividida no tempo. Houve efeito de interação entre os níveis de inclusão do PG na água e a idade do cordeiro para as concentrações de colesterol, HDL (Lipoproteína de alta densidade), triglicerídeos, VLDL (Lipoproteína de muito baixa densidade), frutossamina, e enzimas aspartato aminotransferase (AST) e fosfatase alcalina (FA). A inclusão de PG e o período de avaliação (idade dos cordeiros) afeta a concentração dos metabólitos energéticos. A utilização do PG na alimentação de ovelhas lactantes, não proporciona efeitos negativos nos parâmetros sanguíneos dos cordeiros. As concentrações das enzimas AST, GGT e FA dentro da normalidade indica que os cordeiros filhos de ovelhas alimentadas com PG não desenvolveram lesão hepática. A inclusão de PG acima de 2,5% ocasiona intoxicação nas ovelhas.

Palavras-chave: energia, metabólitos, ovinos, proteína

Blood parameters of growing lambs sons of supplemented sheep with increasing levels of propylene glycol

ABSTRACT

It was evaluated the effect of propylene glycol (PG) supplementation in lactating ewes on the metabolites parameters of young lambs until weaning. Were evaluated 24 lambs, sons of sheep that were fed levels of propylene glycol (PG) in water. The ewes were allocated on 4 treatments (0, 1.5, 3.0 and 4.5% PG) in a completely randomized split plot design. Interaction effect was found between inclusion levels of PG in water and the evaluation period (lamb age) for cholesterol, HDL (high density lipoprotein), triglycerides, VLDL (very low density lipoprotein), fructosamine, and aspartate aminotransferase (AST) and alkaline phosphatase (AP) concentrations. The inclusion of PG and the evaluation period (lamb age) affects the concentration of energy metabolites. The use of PG in lactating ewes does not provide adverse effects on blood parameters of lambs. The concentration of AST, GGT and AP within the normal range indicates that lambs of sheep fed with PG did not develop hepatic lesion. The inclusion of PG above 2.5% causes toxicity in lactating ewes.

Key words: energy, metabolites, protein, sheep

Introdução

Apesar do crescimento do rebanho ovino no Brasil, com aumento 17,4%, em nove anos (Anualpec, 2007), a ovinocultura brasileira ainda apresenta baixos índices zootécnicos, com oferta irregular do produto no mercado, o que é consequência, principalmente, das técnicas de criação utilizadas.

No sistema de produção de ovinos de corte, o principal produto comercializável é o cordeiro para abate. Para adequado crescimento do cordeiro e abate em idade precoce é necessário, além de fatores genéticos, também adequada alimentação. Considerando que, o bom desempenho desses animais na fase de cria está diretamente relacionado com a produção de leite das mães, é de fundamental importância a adoção de estratégias visando o aumento na produção de leite e consequentemente maior desempenho dos cordeiros.

Um das estratégias que pode ser adotada, buscando o aumento na produção de leite das ovelhas, é o fornecimento de produtos glicogênicos no período pós-parto, como o uso de propilenoglicol, que pode ser fornecido misturado na água disponível aos animais.

Após ingestão, o propilenoglicol escapa intacto da fermentação ruminal, é absorvido e transforma-se em glicose no fígado, primariamente pela rota do lactoaldeído, com subsequente oxidação a lactato. Como alternativa para amenizar o balanço energético negativo gerado pelo aumento da capacidade de produção das ovelhas, alguns estudos registraram sucesso com a suplementação com propilenoglicol (PG), reduzindo-se as concentrações plasmáticas de beta-hidroxibutirato, ácidos graxos livres, ureia e aumentando as concentrações plasmáticas de glicose, insulina, colesterol e IGF-I (Andrade et al., 2014; Cruz et al., 2014).

Uma vez que a ingestão de propilenoglicol ocasiona aumento na concentração plasmática de glicose e de IGF-I, a utilização desse composto glicogênio durante a lactação das ovelhas, pode ocasionar aumento na produção de leite e com isso melhorar o desempenho dos cordeiros lactentes.

A avaliação do perfil metabólito vem sendo utilizada durante muito tempo, como ferramenta para avaliar e prevenir transtornos metabólicos e nutricionais em ruminantes. Segundo González & Scheffer (2002), a composição bioquímica do

plasma sanguíneo expressa de modo confiável a situação dos tecidos animais diante dos desafios nutricionais. As variações dos metabólicos sanguíneos em ruminantes possibilitam estimar o processo de adaptação metabólica a novas situações fisiológicas ou de alimentação.

Nós tivemos como objetivo, avaliar o efeito da inclusão crescente do propilenoglicol na água de ovelhas durante a lactação sobre os parâmetros sanguíneos de suas crias.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no setor de ovino-caprinocultura na fazenda Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, durante o período de abril a junho de 2012. O presente trabalho teve a aprovação da Comissão de Ética no uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Uberlândia.

Foram avaliados 24 cordeiros, entre 9º dia após nascimento até o desmame (90 dias de idades). Esses cordeiros eram filhos de 19 ovelhas da raça Santa Inês, com capacidade média de produção leiteira de 900 mL dia⁻¹. As ovelhas em lactação foram confinadas em baias coletivas e distribuídas de forma inteiramente casualizada em quatro tratamentos que se diferenciaram quanto ao nível de inclusão de propilenoglicol na água (0,0; 1,5; 3,0 e 4,5%). O consumo de água por baia foi medido durante cinco dias consecutivos e obtido através da diferença entre a quantidade ofertada e a quantidade residual no período de 24 h. Foi feita a limpeza da água através da filtragem para retirada de resto de alimento. Após a filtragem utilizaram-se provetas graduadas (1L) para determinar o consumo de água. Após a mensuração do volume restante, retornou-se a água novamente para os bebedouros e completou-se com propilenoglicol diluído na água, de acordo com o respectivo tratamento.

A ração fornecida às mães e aos filhotes foi balanceada para atender as necessidades desses animais seguindo recomendações do NRC (2007). Os ingredientes utilizados na ração concentrada das mães e filhotes foram silagem de milho (volumoso) e farelo de milho, polpa cítrica, farelo de soja e sal mineral (concentrado) (Tabela 1). A relação volumoso:concentrado adotada foi 68:32.

Tabela 1. Composição bromatológica (%) e centesimal dos alimentos, das rações e do propilenoglicol

Ingredientes	MS	PB	FDN	FDA	HCEL	CEL	MM	EE	
Silagem de milho	27,8	6,66	60,03	35,25	24,78	15,90	4,35	2,74	
Concentrado*	90,7	17,93	21,04	9,72	11,32	14,38	4,50	1,84	
Composição bromatológica da ração									
Proteína Total (%)							9,22		
Nutrientes Digestíveis Totais							69,00		
Fibra em Detergente Neutro (%)							33,88		
Propilenoglicol – testes feitos pela empresa Vetec									
Testes	Limites			Resultados					
Teor (CG)	Min. 99,5%			99,95%					
Cor (Apha)	Máx. 10			< 10					
Resíduo após ignição	Máx. 0,005%			0,002%					
Ácidos Tituláveis	Máx. 0,0005meq g ⁻¹			<0,0005 meq g ⁻¹					
Cloreto (Cl)	Máx. 1ppm			< 1 ppm					
Água (K.F.)	Máx. 0,2%			0,03%					
Densidade 20°C/20°C	1,035-1,040			1,039					

MS=Matéria Seca, FDN=Fibra em Detergente Neutro, FDA=Fibra em Detergente Ácido, HCEL=Hemicelulose, CEL=Celulose, MM=Matéria Mineral, EE=Extrato Etéreo, *Composição do concentrado: farelo de milho (45%), farelo de soja (29,75%), polpa cítrica (22,25%) e sal mineral (3%) específico para a espécie.

Os cordeiros permaneceram com suas mães com acesso a alimentação das mesmas, do nascimento até 30 dias. Após esse período, foi adotado o manejo da mamada controlada, até os cordeiros atingirem peso adequado ao desmame, que foi realizado com 90 dias.

Para realização do manejo da mamada controlada, os cordeiros foram separados de suas mães pela manhã e alojados em duas baias coletivas (creche), e no final da tarde eram levados para as baias das genitoras. Na creche, os cordeiros dispunham de alimentação à vontade, contendo silagem de milho, concentrado (com os mesmo ingredientes das mães, porém com 20% de proteína bruta e 70% de nutrientes digestíveis totais), sal mineral e água.

As colheitas de sangue foram por venopunção jugular com auxílio de *vacutainer*, nos seguintes períodos: 9, 18, 27, 36; 45; 60; 75 e 90 dias de idade. Todas as colheitas de sangue foram realizadas no período da manhã, antes do fornecimento da primeira alimentação. As amostras de sangue coletadas foram centrifugadas a 5000 rotações por minuto (RPM) por 10 min, sendo os soros separados em alíquotas, guardados em microtubos (*ependorf*) e armazenados em freezer a -5 °C para posterior análise laboratorial.

Os componentes bioquímicos para determinação do metabolismo energético foram: triglicerídeos, colesterol, HDL (lipoproteína de alta densidade), VLDL (lipoproteína de muito baixa densidade) e frutamina. Os componentes bioquímicos analisados para determinar função hepática foram: gama glutamiltransferase (GGT), aspartato aminotransferase (AST) e fosfatase alcalina (FA). Todas as amostras foram processadas em analisador bioquímico automatizado, usando kit comercial da *Lab Test*.

Os dados experimentais obtidos foram submetidos ao teste de normalidade, homocedasticidade e esfericidade. O delineamento experimental usado foi o inteiramente casualizado, em esquema experimental de parcelas subdivididas no tempo. Nas parcelas, encontravam-se os níveis de inclusão de propilenoglicol na água (0; 1,5; 3,0 e 4,5% de propilenoglicol) e nas subparcelas, os dias de avaliação (9, 18, 27, 36; 45; 60; 75 e 90 dias) ou idade dos cordeiros. Após obtenção das variâncias individuais, das parcelas e subparcelas, foram realizadas as análises de regressão.

Resultados e Discussão

Foi verificado efeito do período de avaliação (idade dos cordeiros) sobre a concentração de colesterol nos diferentes níveis de inclusão de PG (Tabela 2). Com o avançar da idade dos cordeiros, a concentração de colesterol diminuiu. Essa redução nos níveis de colesterol, possivelmente esta relacionado com o manejo da manada controlada, que foi estabelecida a partir do 30° de idade. A partir desse período, os cordeiros diminuíram a ingestão de leite, que é rico em gordura e ocasionou redução do colesterol no plasma sanguíneo. O colesterol no organismo animal de origem endógena é sintetizado a partir do acetil-Coenzima A (acetil-CoA) no fígado, gônadas, intestino, glândula adrenal e pele (González & Scheffer, 2002), sendo, que o de origem exógena é proveniente dos alimentos, neste caso, do leite ovino.

Tabela 2. Interação entre os períodos de avaliação (idade dos cordeiros) e os níveis de propilenoglicol para a concentração do metabólito energético colesterol (mg dL⁻¹)

Idade	Inclusão do propilenoglicol (%)			
	0,0 ^A	1,5 ^B	3,0 ^C	4,5 ^D
9	110,66	108,07	119,94	131,56
18	129,01	118,42	108,38	154,01
27 ^E	101,37	134,26	135,14	149,50
36	122,57	147,80	135,72	133,28
45	101,66	131,30	100,30	101,60
60 ^F	92,10	142,51	86,22	74,15
75	85,56	95,21	68,54	72,28
90	81,37	82,12	77,48	61,67

^AŶ=125,501320-0,499125x, R²=69,03%; ^BŶ=139,695617-0,413505x, R²=23,09%; ^CŶ=136,723065-0,727957x, R²=65,14%; ^DŶ=164,027976-1,205952x, R²=84,38%; ^EŶ=111,880500+9,083667x, R²=67,25%; ^FŶ=99,646657+23,896057x-6,941651x², R²=58,14%; Coeficiente de Variação = 23,96%; Média Geral = 108 mg dL⁻¹; Valor de Referência = 52-76 mg dL⁻¹ (Kaneko et al., 2008).

No 27° dia de idade, os níveis de colesterol aumentaram com a inclusão crescente de propilenoglicol, enquanto que no 60° dia de idade observou-se comportamento quadrático, sendo que a inclusão de 1,7% de PG proporcionou a maior concentração de colesterol (120 md dL⁻¹). Aos 27 dias de idade, é possível que, antes do estabelecimento da mamada controlada, os cordeiros consumiam mais leite, e o PG afetou a produção de leite das mães, com maior produção nas ovelhas que tiveram maior consumo de PG. No entanto, aos 60 dias, os níveis mais altos de PG, ocasionou intoxicação das matrizes, que foi observado ao final do período experimental. Esta intoxicação, possivelmente por metanol, provocou menor consumo de matéria seca e consequentemente menor produção de leite pelas matrizes, afetando diretamente o consumo de leite pelos cordeiros.

O colesterol é precursor da síntese de hormônios esteróides, vitaminas D e sais biliares, e participa da formação das membranas celulares. Além disso, é constituinte das lipoproteínas que são sintetizadas no fígado e no intestino delgado, e atuam no transporte de lipídios no organismo (Kaneko et al., 2008). Os animais desse estudo tiveram concentração de colesterol sanguínea suficiente para síntese dessas substâncias e para desempenhar funções essenciais no organismo do animal, uma vez que, as concentrações desse metabólito ficaram um pouco acima dos valores considerados referência para a espécie ovina.

Houve redução dos níveis de HDL no plasma com o aumento da idade dos cordeiros para todos os níveis de inclusão de PG, com exceção do tratamento 1,5% que apresentou comportamento quadrático (Tabela 3). Neste tratamento, por volta do 52° dia idade, foi observado maior concentração de HDL (67,19 mg dL⁻¹). A redução dos níveis de HDL próximo ao desmame (90 dias de idade) se deve ao menor consumo de leite ovino pelos cordeiros.

Apesar do comportamento quadrático obtido com o nível de inclusão de 1,5% PG, é possível verificar sinergismo entre as resposta obtidas com o colesterol e HDL. O que reforça a ideia, de que colesterol de origem exógena, é proveniente principalmente dos alimentos, neste caso, o leite. O colesterol tem importante relação com a lipoproteína de alta densidade (HDL) que é responsável pelo transporte do colesterol dos tecidos extra-hepáticos para o fígado, enquanto as lipoproteínas de baixa densidade (LDL) realizam o transporte no sentido contrário (Campbell, 2001).

Tabela 3. Interação dos períodos de avaliação (idade dos cordeiros) e níveis de propilenoglicol para a concentração do metabólito energético HDL (mg dL⁻¹)

Idade	Inclusão de propilenoglicol (%)			
	0,0 ^A	1,5 ^B	3,0 ^C	4,5 ^D
9	60,58	47,30	63,60	57,25
18	57,85	45,18	63,00	68,14
27	53,48	70,52	59,22	70,62
36	64,11	66,20	72,80	69,42
45	54,82	59,30	54,60	48,51
60 ^E	48,27	68,14	58,02	45,05
75	48,96	61,26	50,04	38,45
90 ^F	50,26	52,10	42,92	31,94

^AŶ=61,472110-0,148350x, R²=53,77%; ^BŶ=36,254249+1,173232x-0,011129x², R²=61,51%;
^CŶ=69,385117-0,252422x, R²=61,41%; ^DŶ=74,081135-0,453410x, R²=73,42%;
^EŶ=49,632107+15,095690x-3,647540x², R²=88,69%; ^FŶ=53,932054-4,276845x, R²=81,97%.
 Coeficiente de Variação = 25,54%; Média Geral = 55,91 mg dL⁻¹; Valor de Referência = 49-53 mg dL⁻¹ (Kaneko et al., 2008).

Aos 60º dia de idade, a inclusão de PG ocasionou efeito quadrático na concentração de HDL (Tabela 3), sendo que a inclusão de 2,1% PG proporcionou a maior concentração de HDL (65,28 mg dL⁻¹). Por outro lado, aos 90 dias de idade, os níveis de HDL reduziram linearmente com inclusão do PG (Tabela 3), o que novamente reforça que ao final do período experimental, após longo intervalo de tempo ingerindo PG, as ovelhas apresentaram quadro de intoxicação, com queda no consumo de matéria seca e consequentemente na produção de leite, o que levou ao menor consumo de alimento rico em gordura (colesterol e HDL). Também aos 90 dias, os animais foram desmamados e apresentavam maior consumo de alimento sólido (forragem e ração concentrada), com menor concentração de gordura.

Nos tratamentos 0 e 1,5% PG, a concentração de triglicerídeos apresentou comportamento linear decrescente com o avançar da idade dos cordeiros (Tabela 4). Por outro lado, os tratamentos 3,0 e 4,5% PG, as concentrações de triglicerídeos não se modificaram. Provavelmente, os animais que foram alimentados com leite das ovelhas que receberam 0 e 1,5% PG, esse leite teve menor concentração energética, devido ao menor consumo de PG, que é precursor de glicose. Portanto, esses animais, que estavam em plena fase de crescimento ascendente, fizeram uso da energia presente nos triglicerídeos para deposição muscular.

A VLDL apresentou comportamento semelhante aos triglicerídeos. Isso ocorreu porque a VLDL é uma lipoproteína que transporta os triglicerídeos, dessa forma, já era esperado

Tabela 4. Interação dos períodos de avaliação (idade dos cordeiros) e níveis de propilenoglicol para a concentração do metabólito energético triglicerídeo (mg dL⁻¹)

Idade	Inclusão de propilenoglicol (%)			
	0,0 ^A	1,5 ^B	3,0	4,5
9 ^C	29,67	44,35	38,00	29,87
18 ^D	50,35	46,17	29,06	34,41
27	41,20	34,02	36,68	40,44
36	42,85	36,40	37,30	48,28
45	30,95	28,35	20,85	29,42
60	35,46	32,48	29,62	31,82
75	34,60	21,15	30,30	25,80
90	29,54	33,66	34,72	34,57

^AŶ=42,116165-0,117497x, R²=20,07%; ^BŶ=43,822343-0,205505x, R²=51,47%;
^CŶ=30,63767+11,018262x-2,533825x², R²=87,66%; ^DŶ=49,738143-4,328143x, R²=71,16%;
 Coeficiente de Variação = 31,94%; Média Geral = 34,72 mg dL⁻¹; Valor de Referência = 09-30 mg dL⁻¹ (Kaneko et al., 2008).

que esses metabólitos tivessem o mesmo padrão de resposta (Tabela 5).

Aos 9º e 36º dias de idade houve redução dos níveis de frutossamina com inclusão de propilenoglicol (Tabela 6), o que pode estar relacionado ao estresse que os animais sofreram durante esse período, logo após o nascimento e na fase de estabelecimento da mamada controlada, o que provocou queda na concentração de glicose sanguínea e refletiu em queda na concentração de frutossamina. Considerando que, a frutossamina é uma cetoamina estável, formada quando a glicose reage não enzimaticamente com a proteína, principalmente a albumina. Se a concentração da proteína da dieta está dentro da normalidade, os índices de frutossamina estão relacionados aos níveis de glicose plasmática (Kaneko et al., 2008).

A concentração da enzima aspartato aminotransferase (AST) diferiu com avançar da idade dos cordeiros, com exceção do tratamento 1,5% PG. No tratamento 0% PG houve redução linear com avançar da idade dos cordeiros, No tratamento 3,0% PG, a enzima AST teve comportamento quadrático, com alta concentração aos 9 dias de idade (Tabela 7). As maiores concentrações da enzima AST nos primeiros dias de vida do cordeiro, se deve, ao maior consumo de alimento rico em gordura (colostro). A enzima aspartato aminotransferase (AST) quando identificada acima das concentrações consideradas normais, indica que o animal pode desenvolver lesão hepatocelular secundária, oriundo da excessiva mobilização lipídica. No entanto, no presente estudo, as concentrações de AST estiveram dentro do intervalo considerado normal para a espécie, o que indica que esses animais não desenvolveram lesão hepática.

Tabela 5. Interação dos períodos de avaliação (idade dos cordeiros) e níveis de propilenoglicol para a concentração do metabólito energético VLDL (mg dL⁻¹)

Idade	Inclusão de propilenoglicol (%)			
	0,0 ^A	1,5 ^B	3,0	4,5
9 ^C	5,93	8,87	7,60	5,97
18 ^D	10,07	9,23	5,81	6,88
27	8,24	6,80	7,33	8,08
36	8,57	7,28	7,46	9,65
45	6,19	5,67	4,17	5,88
60	7,09	6,49	5,92	6,36
75	6,29	4,23	6,06	5,16
90	5,90	6,73	6,94	6,91

^AŶ=8,423233-0,023499x, R²=20,07%; ^BŶ=8,764469-0,041101x, R²=51,47%;
^CŶ=6,127536+2,203652x-0,506765x², R²=87,66%; ^DŶ=9,947629-0,865629x, R²=71,16%;
 Coeficiente de Variação = 31,94%; Média Geral = 6,94 mg dL⁻¹; Valor de Referência = 3-4 mg dL⁻¹ (Kaneko et al., 2008).

Tabela 6. Interação dos períodos de avaliação (idade dos cordeiros) e níveis de propilenoglicol para a concentração do metabólito frutossamina (µmg dL⁻¹)

Idade	Inclusão de propilenoglicol (%)			
	0,0 ^A	1,5	3,0 ^B	4,5 ^C
9 ^D	414,38	310,53	395,79	312,58
18	336,91	341,73	287,38	329,00
27	285,25	245,07	276,78	214,08
36 ^E	371,27	305,49	311,67	304,61
45	251,75	272,52	267,03	227,59
60	336,32	264,11	297,78	286,36
75	275,68	289,17	211,58	268,33
90	297,46	299,33	261,53	296,46

^AŶ=367,820224-1,037500x, R²=29,42%; ^BŶ=346,856455-1,292418x, R²=48,10%; ^CŶ=345,868355-3,160084x+0,029235x², R²=34,02%; ^DŶ=391,348800-14,676654x, R²=27,16%; ^EŶ=352,335694-12,920105x, R²=60,52%. Coeficiente de Variação = 15,87%; Média Geral = 298,01 µmg dL⁻¹; Valor de Referência = 172±2 µmg dL⁻¹ (Kaneko et al., 2008).

Tabela 7. Interação dos períodos de avaliação (idade dos cordeiros) e níveis de propilenoglicol para a concentração da enzima aspartato aminotransferase (AST) ($\mu\text{mg dL}^{-1}$)

Idade	Inclusão de propilenoglicol (%)			
	0,0 ^A	1,5	3,0 ^B	4,5 ^C
9 ^D	67,08	70,15	85,00	56,00
18	67,48	61,80	71,20	56,85
27	63,25	62,80	66,60	53,42
36	58,37	59,40	60,20	53,85
45	66,75	62,40	61,60	75,14
60	70,12	67,52	77,40	61,71
75	67,87	69,28	72,60	56,85
90	83,57	69,80	72,25	76,57

^A $\bar{Y}=60,420483-0,169866x$, $R^2=44,13\%$; ^B $\bar{Y}=85,456953-0,800531x+0,007869x^2$, $R^2=40,18\%$; ^C $\bar{Y}=52,59735+0,193472x$, $R^2=34,24\%$; ^D $\bar{Y}=64,301667+14,806666x-3,562963x^2$, $R^2=63,91\%$; Coeficiente de Variação = 16,94%; Média Geral = 66,19 $\mu\text{mg dL}^{-1}$; Valor de Referência = 68-387 U/L (Kaneko et al., 2008).

Não houve efeito de interação entre o período de avaliação (idade dos cordeiros) e níveis de propilenoglicol para a concentração da enzima gama glutamiltransferase (GGT) nos cordeiros. A inclusão do propilenoglicol na alimentação das ovelhas não afetou a concentração da GGT nos cordeiros. Os valores GGT foram reduzidos com avançar da idade dos cordeiros, o que também é explicado pelo maior consumo de alimento rico em gordura (colostró), nos primeiros dias de vida do cordeiro.

A GGT é uma enzima presente na membrana celular de diversos tecidos como fígado, rins, pâncreas e intestino. Porém, a maior concentração dessa enzima é nas células tubulares renais e no epitélio dos ductos biliares. Sua atividade é relativamente alta no fígado de bovinos, ovinos e caprinos. Aumentos séricos da GGT são verificados principalmente em animais com desordens hepáticas (Kaneko et al., 2008). No presente estudo, os valores de GGT permaneceram dentro do intervalo, considerado normal para espécie, o que evidencia que esses animais não desenvolveram lesão hepática.

Houve redução linear dos níveis séricos de fosfatase alcalina (FA) no decorrer da idade dos cordeiros alimentados com leite oriundo de ovelhas suplementadas com diferentes níveis de propilenoglicol, com exceção do tratamento 4,5% PG que apresentou comportamento quadrático. Neste tratamento, a menor concentração de FA ocorreu aos 76^o dias de idade dos cordeiros (284,2 U L⁻¹). Houve redução nas concentrações de FA, da fase inicial ao meio da idade dos cordeiros, contudo

Tabela 8. Valores médios da gama glutamiltransferase (GGT) em U L⁻¹ em função dos níveis de inclusão do propilenoglicol na água das matrizes e do período de avaliação (idade dos cordeiros)

Tratamentos	GGT* (U L ⁻¹)
0,0%	97,05
1,5%	88,43
3,0%	87,24
4,5%	65,57
Idade	GGT ¹ (U L ⁻¹)
9	228,27
18	83,03
27	70,22
36	61,13
45	68,76
60	57,89
75	59,17
90	47,94

*Log(+1); ¹ $\bar{Y}=144,817043-1,339213x$, $R^2=41,09\%$; Coeficiente de Variação=8,20%; Média Geral = 84,55 U L⁻¹. Valor de Referência = 60-280 U L⁻¹ (Kaneko et al., 2008).

observa-se aumento nas concentrações próximo ao final do período experimental (90 dias de idade) (Tabela 9).

Segundo Kaneko et al. (2008), a fosfatase alcalina é uma enzima sintetizada em vários tecidos, sendo as maiores concentrações no intestino, rins, ossos e fígado. Aumento nos níveis de FA no plasma sanguíneo é consequência de lesões nos tecidos hepáticos. No presente estudos, apesar das concentrações de FA na fase inicial de vida dos cordeiros permaneceram um pouco acima dos valores de referência para espécie, descarta-se a possibilidade de lesões no fígado, pois, as maiores concentrações de AST, GGT e FA na fase inicial de vida dos cordeiros, como mencionado anteriormente, ocorreu devido ao maior consumo de alimento rico em gordura (colostró e leite ovino).

Tabela 9. Interação dos períodos de avaliação (idade dos cordeiros) e níveis de propilenoglicol para a concentração do metabólito fosfatase alcalina (U L⁻¹)

Idade	Inclusão de propilenoglicol (%)			
	0,0 ^A	1,5 ^B	3,0 ^C	4,5 ^D
9	621,95	780,87	532,74	690,08
18	551,34	573,82	504,38	462,27
27	413,46	524,54	563,88	396,02
36	592,33	635,28	524,78	470,52
45	438,88	390,28	388,43	358,12
60	406,96	478,80	360,64	329,51
75	367,58	408,69	271,42	269,51
90	277,46	271,98	215,19	295,31

^A $\bar{Y}=623,526591-3,661685x$, $R^2=75,30\%$; ^B $\bar{Y}=726,436796-4,853386x$, $R^2=74,87\%$; ^C $\bar{Y}=617,231218-4,378855x$, $R^2=89,12\%$; ^D $\bar{Y}=719,850031-11,501052x+0,075909x^2$, $R^2=84,03\%$. Coeficiente de Variação = 20,03%; Média Geral = 449,95 U L⁻¹; Valor de referência = 68-387 U L⁻¹ (Kaneko et al., 2008).

Conclusões

A inclusão de propilenoglicol e o período de avaliação (idade dos cordeiros) afeta a concentração dos metabólitos energéticos. A utilização do propilenoglicol na alimentação de ovelhas lactantes, não proporciona efeitos negativos nos parâmetros sanguíneos dos cordeiros, o que é evidenciado pela ausência de déficit nutricional nos cordeiros lactantes, indicando pleno aporte nutricional para seu completo desenvolvimento.

As concentrações das enzimas AST, GGT e FA dentro da normalidade indica que os cordeiros filhos de ovelhas alimentadas com propilenoglicol na água, não desenvolveram lesão hepática.

Após 60 dias de avaliação, a inclusão de propilenoglicol acima de 2,5% na água ocasiona intoxicação nas ovelhas.

Literatura Citada

- Andrade, M. E. B.; Santos, R. P.; Macedo Júnior, G. L.; Cruz, W. F. G.; Schultz, E. B.; Neves, N.; Ribeiro, P. R.; Souza, J. T. L. Efeito do nível de inclusão de propilenoglicol na água de ovelhas gestantes sobre o perfil metabólico energético. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia (Zootec), 24, 2014, Vitória-ES. Anais... Vitória: ABZ, 2014. <<http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/artigos>>. 15 Fev. 2015.
- Anualpec. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Argos, 2007. 368p.

- Campbell, M. K. Bioquímica. Porto Alegre, 2001. v.3, 751p.
- Cruz, W. F. G.; Macedo Junior G. L.; Andrade, M. E. B.; Schultz, E. B.; Rodrigues, V. J. C.; Silva, S. P. Consumo, digestibilidade e parâmetros fisiológicos de ovelhas suplementadas com níveis crescentes de propilenoglicol na água. *Veterinária Notícia*, v.20, n.1, p.19-27, 2014 <<http://www.seer.ufu.br/index.php/vetnot/issue/view/1114>>. 17 Fev. 2015.
- González, F. H. D.; Scheffer, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: González, F. H. D.; Ortolani, E. L.; Barros, L.; Campos, R. (Eds.). Avaliação metabólica-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluidos corporais (sangue, leite e urina). Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. p.5-17.
- Kaneko, J. J.; Harvery, J. W.; Bruss, M. L. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6.ed. San Diego: Academic Press, 2008. 916p.
- National Research Council - NRC. *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids*. Washington: NRC, 2007. 362p.