

## A suplementação com propilenoglicol melhora o metabolismo energético em ovelhas gestantes

Rogério Pereira dos Santos<sup>1</sup>, Gilberto de Lima Macedo Junior<sup>2</sup>, Simone Pedro da Silva<sup>2</sup>, Luciano Fernandes Sousa<sup>1</sup>, Marina Elizabeth Barbosa Andrade<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Tocantins, Câmpus de Araguaína, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, BR 153, km 112, Fazenda Universitária - Zona Rural, CEP 77800-000, Araguaína-TO, Brasil. Caixa Postal 132. E-mail: rogerio.zootecnista@hotmail.com; luciano.sousa@mail.uft.edu.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Medicina Veterinária, Rua Ceará, s/n, Umuarama, CEP 38400-902, Uberlândia-MG, Brasil. E-mail: gilbertomacedojr@gmail.com; simone.silva@ufu.br

<sup>3</sup> Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, Vila Industrial, CEP 14884-900, Jaboticabal-SP, Brasil. E-mail: marina.elizabeth15@hotmail.com

### RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de propilenoglicol (PG) na água de ovelhas gestantes sobre os parâmetros metabólicos energéticos. Foram avaliadas 28 ovelhas gestantes que receberam diferentes níveis de PG na água. Essas ovelhas foram distribuídas em quatro tratamentos (0; 1,5; 3,0 e 4,5% PG) em delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcela subdividida. Os maiores níveis de inclusão de PG (3,0 e 4,5%) na água provocaram aumento linear na concentração sanguínea de glicose ao longo do período gestacional. A concentração sanguínea de glicose nas ovelhas que receberam 3% PG na água aumentou linearmente com o aumento no período de coleta. Enquanto, para as ovelhas que receberam 4,5% PG a resposta foi quadrática. A inclusão de PG na água de ovelhas gestante melhora os parâmetros metabólicos energéticos, sendo a utilização dessa substância de extrema importância para amenizar o balanço energético negativo no final da gestação.

**Palavras-chave:** AGNE; gestação; glicose; ovinos; triglicerídeos

### *The propylene glycol supplementation improves energy metabolism in pregnant sheep*

### ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of propylene glycol inclusion in water pregnant ewes on energy metabolic parameters. We evaluated 28 pregnant ewes which received various levels of propylene glycol (PG) in water. These sheep were distributed in four treatments (0, 1.5, 3.0 and 4.5% PG) in a randomized design in a split plot design. The highest propylene glycol inclusion (3.0 and 4.5%) in the water caused linear increase in blood glucose concentration throughout the gestational period. The blood glucose concentration in sheep receiving 3% propylene glycol in water increased linearly with the increase in the collection period. On the other hand, for the sheep who received 4.5% of propylene glycol response was quadratic. The addition of propylene glycol in the pregnant sheep of water improves energy metabolic parameters, and the use of this substance it's very important to minimize the negative energy balance at the end of pregnancy.

**Key words:** glucose; NEFA; pregnancy; sheep; triglycerides

## Introdução

A ovinocultura tem se apresentado como atividade promissora no agronegócio, pois como são animais que apresentam pequeno intervalo de geração, com períodos de crescimento curtos e não requerem muito espaço para a criação (Nawito et al., 2016). Entretanto, os principais problemas existentes dentro do sistema de produção são de origem nutricional e metabólica, sendo a toxemia da gestação o mais comumente observado em ovelhas no terço final da gestação. Essa patologia é caracterizada por hipoglicemia e hiperceonemia resultado da incapacidade do animal manter o equilíbrio energético adequado (Duehlmeier et al., 2013).

Nesse período, o rápido crescimento do(s) feto(s) e a insuficiente ingestão de alimentos resulta no aumento da demanda energética das fêmeas, o que ocasiona aumento na mobilização de gordura, predispondo os animais produtivos à distúrbios metabólicos. Essa fase, também denominada de balanço energético negativo afeta o desempenho produtivo e reprodutivo das matrizes (Rejitha & Karthiayini, 2014).

Para tentar prevenir ou amenizar esse problema, pesquisas têm sido realizadas (Lien et al., 2010; Rukkwamsuk & Panneum, 2010) com intuito de utilizar substâncias gliconeogênicas que possam diminuir a deficiência energética nesse período, permitindo que os animais possam ter produção e reprodução condizente com seu potencial.

Dentre as várias substâncias gliconeogênicas, se destaca o propilenoglicol, também chamado de 1,2 propanodiol, que é obtido através da hidrogenólise do glicerol em presença de catalisador metálico e hidrogênio (Chun et al., 2008). O glicerol é subproduto da produção do biodiesel, em função da expansão da indústria de biocombustíveis, existe potencial de aumento da disponibilidade de glicerol, assim como, de propilenoglicol, podendo esse ser destinado para alimentação de ruminantes, com preço acessível.

A avaliação dos parâmetros sanguíneos é uma importante extensão do exame físico (Polizopoulou, 2010). O hemograma auxilia na conclusão de diagnósticos e no estabelecimento de prognósticos para diferentes tipos de infecções, inflamações, condições de estresse, e principalmente distúrbios metabólicos que acometem o rebanho ovino (Jones & Allison, 2007). Portanto, o conhecimento de alguns parâmetros bioquímicos específicos tem importância na avaliação e prevenção de transtornos metabólicos. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de propilenoglicol na água de ovelhas gestantes sobre os parâmetros metabólicos energéticos.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no setor de ovinocaprinocultura da fazenda Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia. O presente trabalho teve a aprovação da Comissão de Ética no uso de Animais da Universidade Federal de Uberlândia, documento número 066/12.

Foram utilizadas 28 ovelhas da raça Santa Inês. Esses animais foram submetidos à indução, sincronização de cio e inseminação artificial com sêmen de carneiro Dorper. Aos 60

dias de gestação realizou-se ultra-sonografia para confirmação gestacional. Após esse procedimento, os animais confirmados em gestação, foram selecionados e distribuídas em função do peso e escore de condição corporal nos tratamentos, que foram os diferentes níveis de inclusão de propilenoglicol na água (0%; 1,5%; 3,0% e 4,5%).

Os animais foram alocados em 4 baias coletivas, com piso ripado e suspenso, segundo os tratamentos. Após 120 dias de gestação, os animais foram alocados em 4 baias coletivas com piso de cimento e cama de capim até o parto, tal procedimento foi adotado para reduzir fraturas das crias ao nascer.

A ração foi balanceada para atender as necessidades dos animais em gestação, seguindo as recomendações do NRC (2007). Os ingredientes utilizados foram silagem de sorgo, farelo de milho, polpa cítrica, farelo de soja e sal mineral específico para a espécie. A relação volumoso:concentrado foi mantida 73:27, até 120 dias de gestação. Após este período até o parto, a relação volumoso:concentrado foi alterada para 62:38, (Tabela 1), para que fosse possível atender a maior demanda de energia pelas fêmeas no final da gestação.

A ração foi fornecida duas vezes ao dia (8 e 15 h). Diariamente foram realizadas pesagens das quantidades dos volumosos e concentrados fornecidos e das sobras da ração experimental, para determinação do consumo. Os animais receberam a ração experimental de acordo com o consumo de alimento do dia anterior, de forma a manter o percentual de sobras da dieta em torno de 10% do fornecido.

Para a determinação do consumo de água, realizou-se diariamente a mensuração da quantidade oferecida e das sobras (24 h após), utilizando provetas graduadas (1 L). Após a mensuração do volume das sobras, retornava-se à água novamente para os bebedouros e completava-se com propilenoglicol diluído, respectivo ao tratamento.

O período experimental teve início aos 75 dias de gestação (considerado ponto zero das análises) e término com a parição das ovelhas. Os períodos de gestação avaliados foram 89, 96, 103, 110, 117, 124, 131, 138 e 145 dias.

As coletas de sangue foram realizadas 0, 3, 6 e 9 horas após alimentação, através da venopunção jugular e auxílio de *vacuntainer*. Para determinação da glicemia, o sangue foi coletado em tubos contendo fluoreto, nos seguintes períodos: 75, 90, 105, 120, 130 e 145 dias de gestação. Durante as coletas os animais foram manejados e contidos de forma a evitar o máximo de estresse, sendo a punção venosa realizada por pessoas treinadas, a fim de evitar perfuração com agulha nos animais repetida vezes.

As amostras de sangue colhidas foram centrifugadas a 5000 rotações por minuto (RPM) por 10 minutos, sendo os soros separados em alíquotas, guardados em microtubos (*ependorf*) e armazenados em freezer a -5 °C, para posterior processamento laboratorial. A mensuração de glicose nas amostras foi realizada entre 24 a 48 h após a coleta.

Para determinação dos demais componentes bioquímicos do metabolismo energético, triglicerídeos, colesterol, HDL, LDL, VLDL, relação LDL/HDL, frutossamina e ácidos graxos não esterificados (AGNE), as amostras foram processadas em analisador bioquímico automatizado, usando kit comercial da *Lab Test*.

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

Composição bromatológica dos ingredientes								
Ingredientes	MS	PB	FDN	FDA	HCEL	CEL	MM	EE
Silagem de sorgo	25,5	7,5	60,2	35,3	24,9	17,5	5,4	1,5
Concentrado*	90,0	12,8	21,1	11,0	10,0	10,0	5,2	2,2
					Até 120 dias		120 até 150 dias	
Composição centesimal das rações								
Silagem de Sorgo						72,6%	61,6%	
Concentrado*						27,4%	38,4%	
Composição Bromatológica das rações								
Proteína Total (%)						8,7	9,2	
Nutrientes Digestíveis Totais (%)						67	69	
Fibra em Detergente Neutro (%)						39,9	33,9	
Propilenoglicol – Testes feitos pela empresa Vetec Química Fina								
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 <sup>-1</sup>	<0,0005 meq g <sup>-1</sup>		
Cloreto (Cl)					Máx. 1ppm	< 1 ppm		
Água (K.F.)					Máx. 0,2%	0,03%		
Densidade 200C/200C					1,035-1,040	1,039		
Energia líquida (Mcal L <sup>-1</sup> )**					4,7			

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, farelo de soja, polpa cítrica e sal mineral específico para a espécie, \*\* Miyoshi et al. (2001).

Os dados experimentais obtidos foram submetidos a teste de normalidade, homocedasticidade e esfericidade. O delineamento experimental usado foi inteiramente casualizado em esquema de parcela subdividida. Nas parcelas, foram analisados os níveis de inclusão de propilenoglicol (0; 1,5; 3,0 e 4,5 %) e nas subparcelas, os dias de gestação (89; 96; 103; 110; 117, 124, 131, 138 e 145 dias). Após obtenção das variâncias individuais, das parcelas e subparcelas, os dados foram submetidos a análises de regressão. Para a avaliação da glicemia utilizou-se o esquema de parcela sub-subdividida, onde nas parcelas, foram analisados os níveis de inclusão de propilenoglicol (0; 1,5; 3,0 e 4,5 %), nas subparcelas os dias de gestação 89; 96; 103; 110; 117, 124, 131, 138 e 145 dias) e nas sub-subparcelas os horários de coleta (0, 3, 6 e 9 h pós alimentação). Para comparação das medidas não paramétricas (escore de condição corporal) foram adotados o modelo de Kruskal-Wallis e o Teste de Friedman.

## Resultados e Discussão

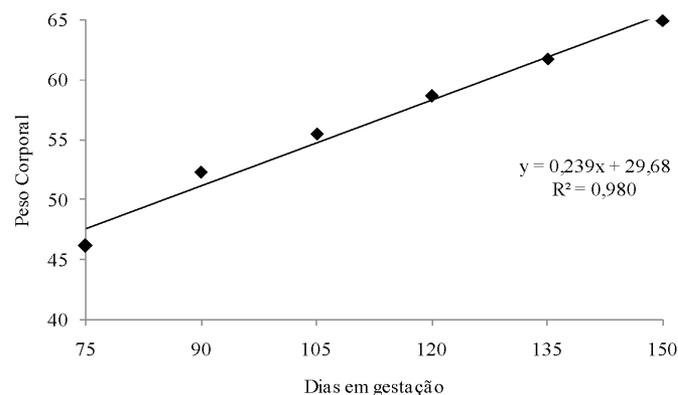
Não houve efeito de interação entre o nível de inclusão do propilenoglicol e os dias de gestação, para o peso corporal e escore de condição corporal ( $p \geq 0,05$ ). A adição do propilenoglicol não afetou o peso corporal e escore de condição corporal (ECC) das ovelhas (Tabela 2). Resultados semelhantes também foram encontrado por Liu et al. (2009), ao fornecerem propilenoglicol para vacas leiteiras no peri-parto. As ovelhas no final da gestação tiveram aumento do ECC (Tabela 2), provavelmente a suplementação com propilenoglicol ao longo do período experimental, disponibilizou energia acima do necessário para atender a demanda energética, e com isso, ocasionou aumento na deposição de tecido adiposo.

As ovelhas ao longo da gestação aumentaram linearmente o peso corporal ( $p < 0,05$ ; Figura 1). No início e meio da gestação, o ganho de peso esteve relacionado ao balanço energético positivo proveniente da adequada alimentação. No terço final da

**Tabela 2.** Efeito da inclusão de propilenoglicol (PG) na água e do período de gestação sobre o peso corporal (PC) e escore de condição corporal (ECC) das ovelhas.

Tratamento	Peso corporal (kg)	ECC*
0% PG	56,40	3,5a
1,5% PG	55,85	3,5a
3,0% PG	57,66	3,5a
4,5% PG	58,69	3,5a
CV (%)	11,74	
Média	57,10	3,5
Dias de gestação	ECC**	
75	2,5d	
90	3,0c	
105	3,5b	
120	4,0a	
135	4,0a	
145	4,0a	

\*Letras iguais não diferem pelo teste Kruskal-Wallis; \*\*Letras iguais não diferem pelo teste de Friedman. CV - coeficiente de variação.

**Figura 1.** Peso corporal das ovelhas em função dos dias de gestação.  $P = 0,0156$ .

gestação, o aumento do peso corporal foi oriundo do crescimento fetal, que acontece cerca de 70% nessa fase (Cezar & Sousa, 2006) e também em função do atendimento das necessidades energéticas e proteicas. O fato dos animais estarem confinados pode também ter contribuído para esse ganho de peso.

Houve efeito de interação entre o nível de inclusão do propilenoglicol e os dias de gestação para a glicemia basal ( $p < 0,05$ ), sendo que os maiores níveis de inclusão de propilenoglicol (3,0 e 4,5%) na água provocaram aumento linear na concentração sanguínea de glicose ao longo do período gestacional (Tabela 3), o que reflete que, as maiores quantidades de propilenoglicol na água propiciaram maior disponibilidade de energia aos animais, o que elevou a glicemia basal dos animais. Em trabalho realizado por Chiofalo et al. (2005), com ovelhas leiteiras suplementadas com propilenoglicol no periparto, foi observado aumento nas concentrações de glicose. O propilenoglicol é um precursor gliconeogênico, com isso, melhora status energético das fêmeas no periparto (Liu et al., 2009).

A inclusão do propilenoglicol provocou aumento linear nas concentrações de glicose aos 90, 105, e 130 dias de gestação. Nas ovelhas com 145 dias de gestação, os valores de glicemia ficaram acima de 60 mg dL<sup>-1</sup> (Tabela 3), o que se deve, ao aumento de glicose circulante próximo ao parto, uma vez que, a glicose é a única fonte de energia do feto, o que pode ter provocado ausência do efeito da inclusão do propilenoglicol.

A inclusão de 3% de propilenoglicol provocou aumento linear na concentração de glicose durante os períodos de coleta. Contudo, a inclusão de 4,5% de propilenoglicol foi observado efeito quadrático (Tabela 3). Neste tratamento, o pico de glicose (62,11 mg dL<sup>-1</sup>) ocorreu 5 horas e 33 minutos após o início da coleta, esse comportamento quadrático está ligado ao metabolismo da glicose nos ruminantes (Nafikov & Beitz, 2007).

A concentração sanguínea de glicose nas ovelhas que receberam 3% de propilenoglicol na água aumentou linearmente com o aumento no período de coleta. Enquanto, para as ovelhas que receberam 4,5% de propilenoglicol a resposta foi quadrática (Tabela 4). Tal efeito pode ser explicado, pelo fato, das ovelhas que receberam maior inclusão do propilenoglicol ingerirem menos água.

**Tabela 3.** Interação entre os níveis de inclusão de propilenoglicol e os dias de gestação para a concentração de glicose sanguínea (mg dL<sup>-1</sup>).

Inclusão de Propilenoglicol	Dias de gestação					
	75	90 <sup>E</sup>	105 <sup>F</sup>	120	130 <sup>G</sup>	145
0% <sup>A</sup>	57,89	49,74	53,46	51,10	56,42	60,73
1,5% <sup>B</sup>	58,22	53,03	57,85	53,53	60,61	65,33
3,0% <sup>C</sup>	58,19	58,02	63,42	56,55	67,27	65,50
4,5% <sup>D</sup>	56,95	55,22	59,05	57,00	64,43	66,19

<sup>A</sup> $\hat{Y} = 122,13 - 1,34X + 0,006X^2$ ,  $R^2 = 85,36\%$ ; ( $p = 0,0123$ ); <sup>B</sup> $\hat{Y} = 110,4 + 1,12X + 0,006X^2$ ,  $R^2 = 77,62\%$ ; ( $p = 0,0369$ ); <sup>C</sup> $\hat{Y} = 49,59 + 0,11X$ ,  $R^2 = 49,30\%$ ; ( $p = 0,0458$ ); <sup>D</sup> $\hat{Y} = 45,95 + 13X$ ,  $R^2 = 70,09\%$ ; ( $p = 0,0280$ ); <sup>E</sup> $\hat{Y} = 51,4 + 1,57X$ ,  $R^2 = 84,51\%$ ; ( $p = 0,0101$ ); <sup>F</sup> $\hat{Y} = 55,10 + 1,49X$ ,  $R^2 = 49,53$ ; ( $p = 0,0423$ ); <sup>G</sup> $\hat{Y} = 57,7 + 1,54X$ ,  $R^2 = 62,62\%$  ( $p = 0,0373$ ).

**Tabela 5.** Efeito da inclusão do propilenoglicol na água de ovelhas gestantes sobre a concentração médias dos metabólitos energéticos, colesterol (mg dL<sup>-1</sup>), triglicerídeos (mg dL<sup>-1</sup>) e frutossamina ( $\mu\text{mol L}^{-1}$ ), HDL, VLDL, LDL (mg dL<sup>-1</sup>) e relação LDL/HDL.

Tratamento	Colesterol	Triglicerídeos*	Frutossamina	HDL	VLDL*	LDL*	LDL/HDL*
0,00%	59,94	18,84	328,9	36,99	3,76	20,93	0,70
1,50%	60,12	20,18	319,6	36,45	4,04	18,98	0,62
3,00%	59,47	18,15	333,6	38,20	3,63	20,13	0,80
4,50%	55,07	21,63	322,8	34,76	4,32	19,21	0,73
Média	58,86	19,72	328,2	37,43	3,94	19,84	0,71
CV	19,05	11,64	17,37	25,61	18,44	27,53	63,35
VR	52-76	9 - 30	172 ± 2	49-53	3-4	10-11	-

Log(+1); CV – Coeficiente de Variação; VR – valores de referência segundo Kaneko et al. (2008).

**Tabela 4.** Interação entre os níveis de inclusão de propilenoglicol e os períodos de coleta para a concentração de glicose sanguínea (mg dL<sup>-1</sup>).

Inclusão de Propilenoglicol	Períodos de coleta (horas)			
	0 <sup>C</sup>	3 <sup>D</sup>	6 <sup>E</sup>	9 <sup>F</sup>
0,0 (%)	55,35	53,23	57,17	55,05
1,5 (%)	56,83	57,39	59,26	60,32
3,0 (%) <sup>A</sup>	59,73	60,60	64,59	63,07
4,5 (%) <sup>B</sup>	58,08	61,30	62,18	59,26

<sup>A</sup> $\hat{Y} = 59,54 + 0,64X$ ,  $R^2 = 88,78\%$ ; ( $p = 0,0321$ ); <sup>B</sup> $\hat{Y} = 58,03 + 1,66X - 0,169X^2$ ,  $R^2 = 99,26\%$ ; ( $p = 0,0031$ ); <sup>C</sup> $\hat{Y} = 55,84 + 0,74X$ ,  $R^2 = 59,25\%$ ; ( $p = 0,03823$ ); <sup>D</sup> $\hat{Y} = 54,02 + 1,83X$ ,  $R^2 = 92,37\%$ ; ( $p = 0,0111$ ); <sup>E</sup> $\hat{Y} = 57,75 + 1,34X$ ,  $R^2 = 64,44\%$ ; ( $p = 0,0246$ ); <sup>F</sup> $\hat{Y} = 55,57 + 5,85X - 1,09X^2$ ,  $R^2 = 86,29\%$ . ( $p = 0,0189$ ).

Nos horários de coletas das 0, 3 e 6 horas após a alimentação, a inclusão de propilenoglicol na água aumentou linearmente o nível de glicose sanguínea das ovelhas, tais resultados corroboram os encontrados por alguns autores (Kristensen et al., 2002; Nielsen & Ingvarsen, 2004) em que verificaram que a suplementação com propilenoglicol (PG) aumentou as concentrações plasmáticas de glicose. Trabalho conduzido por Santos et al. (2012) verificou que apesar de não haver diferença estatística nas concentrações séricas de glicose entre os grupos suplementados com propilenoglicol, foi importante ressaltar os valores superiores de glicose sanguínea no grupo suplementado com propilenoglicol no momento que antecedeu o parto (70,78 mg dL<sup>-1</sup>), quando comparado ao grupo que recebeu cobalto associado a vitamina B12 (57,21 mg dL<sup>-1</sup>) e ao grupo controle (57,76 mg dL<sup>-1</sup>).

Não houve efeito de interação entre os níveis de inclusão de propilenoglicol e períodos de gestação para a concentração dos metabólitos energéticos ( $p \geq 0,05$ ). A inclusão de propilenoglicol na água das ovelhas em gestação não afetou as concentrações dos metabólitos energéticos ( $p \geq 0,05$ ). Mesmo padrão de resposta foi observado por Chiofalo et al. (2009), em cabras leiteiras no periparto que foram suplementadas com propilenoglicol.

As concentrações médias de colesterol e triglicerídeos permaneceram dentro do intervalo considerado normal para a espécie (Kaneko et al., 2008). Por outro lado, as concentrações de frutossamina ficaram bem acima do preconizado (Tabela 5). Considerando que, a frutossamina é uma cetosamina estável, formada quando a glicose reage não enzimaticamente com a proteína, principalmente a albumina. Quando a concentração de proteína da dieta se encontra dentro da normalidade, os índices de frutossamina estão relacionados aos níveis de glicose plasmática (Kaneko et al., 2008), o que implica que os animais apresentaram alta concentração de glicose sanguínea em função da suplementação com o propilenoglicol.

O período de gestação afetou a concentração de todos os metabólitos energéticos ( $p < 0,05$ ). Os níveis de colesterol, triglicerídeos e VLDL aumentaram linearmente com avanço da

**Tabela 6.** Efeito do período gestacional sobre as concentrações médias de colesterol, triglicerídeos (mg.dL<sup>-1</sup>), frutossamina (μmol L<sup>-1</sup>), HDL, VLDL, LDL e LDL/HDL (mg dL<sup>-1</sup>).

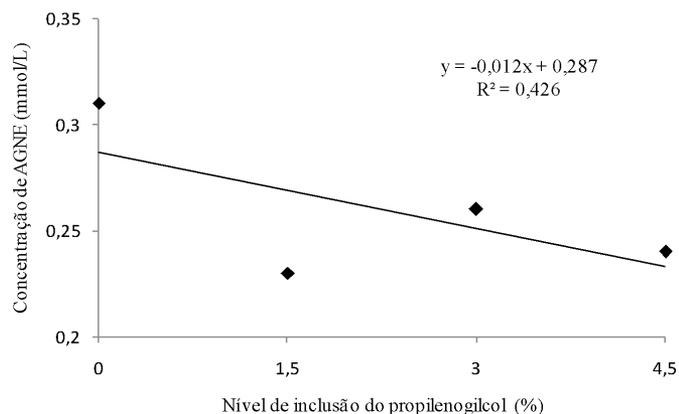
Dias	Colesterol <sup>1</sup>	Triglicerídeos <sup>*2</sup>	Frutossamina <sup>3</sup>	HDL <sup>4</sup>	VLDL <sup>*5</sup>	LDL <sup>*6</sup>	LDL/HDL <sup>*7</sup>
5	51,61	19,41	333,3	33,27	3,88	15,97	0,55
82	55,91	14,14	301,6	47,77	2,82	10,78	0,24
89	59,11	14,18	326,9	53,96	2,83	9,86	0,20
6	61,40	13,47	309,1	41,55	2,69	20,00	0,63
103	61,0	23,66	373,5	39,02	4,73	17,74	0,52
110	55,28	22,33	310,3	29,99	4,46	20,81	0,73
117	55,17	18,50	325,8	37,89	3,70	14,36	0,39
124	57,84	18,59	285,4	36,15	3,71	17,97	0,61
131	66,96	29,61	325,4	28,55	5,92	35,22	1,12
138	62,97	27,52	310,4	26,86	5,50	35,03	1,78
Parto	57,50	15,53	384,8	35,39	3,11	20,46	0,71
Média	58,86	19,72	328,2	37,43	3,94	19,84	0,71
CV	19,05	11,64	17,37	25,61	18,44	27,53	63,35
VR	52-76	9-30	172 ± 2	49-53	3-4	10-11	---

<sup>1</sup>Log(+1); MG – Média Geral; CV – Coeficiente de Variação; VR – valores de referência segundo Kaneko et al., (2008); <sup>2</sup>Ŷ=48,93+0,088X, R<sup>2</sup>=22,71%; (p = 0,0483); <sup>3</sup>Ŷ=562,69-4,78X+0,023X<sup>2</sup>, R<sup>2</sup>=15,80%; (p = 0,0323); <sup>4</sup>Ŷ=59,48-0,20X, R<sup>2</sup> = 35,56%; (p = 0,0397); <sup>5</sup>Ŷ=1,50+0,002X, R<sup>2</sup> = 21,98%; (p = 0,0433); <sup>6</sup>Ŷ=-7,03+0,24X, R<sup>2</sup> = 45,75%; (p = 0,0273); <sup>7</sup>Ŷ=-0,79+0,014X, R<sup>2</sup> = 43,47%. (p = 0,0313).

gestação. Por outro lado, foi notada redução desses metabólitos no parto (Tabela 6). O momento do parto representa uma mudança hormonal muito importante para o animal. Assim, infere-se que isso possa ter causado essa redução, bem como a redução no consumo de matéria seca que ocorre nessa fase.

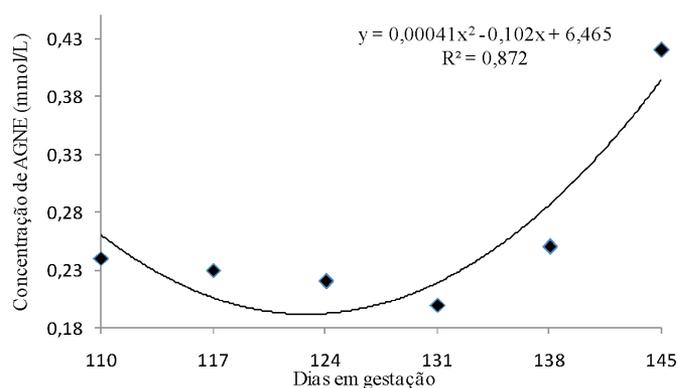
As concentrações de HDL reduziram linearmente no decorrer da gestação, entretanto, as concentrações de VLDL, LDL e a relação LDL/HDL aumentaram com o avanço da gestação (Tabela 6). O aumento nas concentrações dessas lipoproteínas está associado ao aumento nos valores de colesterol e triglicerídeos vistos na Tabela 6.

A inclusão de diferentes níveis de propilenoglicol na água das ovelhas gestantes não afetou a concentração sérica de ácidos graxos não esterificados (AGNE) (p ≥ 0,05) (Figura 2). Resultado semelhante foi encontrado por Chiofalo et al. (2009), em que não verificaram efeito da suplementação com propilenoglicol sobre os níveis de AGNE, em cabras leiteiras durante o período de pré-parto. Trabalhos realizados com vacas leiteiras no pós-parto têm demonstrado que os níveis de AGNE no plasma podem ser usados como ferramenta para evitar distúrbios metabólicos (Miyoshi et al., 2001, Rukkamsuk & Panneum, 2010). Níveis altos AGNE no sangue possuem forte correlação positiva com a degradação das reservas de tecido adiposo do animal (Sundrum, 2015). Dessa forma, os valores de AGNE no plasma das ovelhas que receberam

**Figura 2.** Concentração sanguínea de AGNE em função da inclusão de propilenoglicol na água. P=0,0393.

diferentes níveis de PG, demonstram que não houve excessiva mobilização de gordura durante a gestação.

Houve aumento na concentração de AGNE ao final da gestação, sendo que o maior valor foi encontrado ao parto (p < 0,05; Figura 3). O aumento dos níveis de AGNE no final da gestação das ovelhas, está relacionado com alterações hormonais, assim como efeito físico do (s) feto (os) sobre a cavidade abdominal, o que ativa mecanismos de mobilização de gordura do animal, e resulta na quebra das gorduras de reserva liberando ácidos graxos não esterificados e glicerol. Segundo Kaneko et al. (2008) os níveis séricos de AGNE não devem ultrapassar 0,4 mmol/L, pois valores acima indicam excessiva mobilização de gordura, predispondo a doenças metabólicas. No presente estudo, as maiores concentrações de AGNE foram encontradas ao parto, contudo, apresentaram-se abaixo dos valores de referência. Portanto, o propilenoglicol foi eficiente em amenizar o balanço energético negativo evitando excessiva mobilização de tecido adiposo.

**Figura 3.** Concentração sanguínea de AGNE ao longo da gestação. P=0,0199.

## Conclusões

A inclusão de propilenoglicol na água de ovelhas gestante melhora os parâmetros metabólicos energéticos, sendo a utilização dessa substância gliconeogênica de extrema importância para amenizar o balanço energético negativo no final da gestação.

## Literatura Citada

- Cezar, M. F.; Sousa, W. H. de. Avaliação e utilização da condição corporal como ferramenta de melhoria da reprodução e produção de ovinos e caprinos de corte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 43., 2006, João Pessoa. Anais ... João Pessoa: SBZ, 2006. p. 649-678.
- Chiofalo, V.; D'Aquino, S.; Schinardo Tenghi, E.; Sanzarello, L.; Chiofalo, B.; Piccitto, F.; Cavallaro, M.; Liotta, L. Effect of peripartal propylene glycol supplementation on some biochemical parameters in dairy goats. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, v.11, n.1, p.215-217, 2009. <http://www.revista.ccba.uady.mx/urn:ISSN:1870-0462-tsaes.v11i1.36>. 14 Set. 2017.
- Chiofalo, V.; Todaro, M.; Liotta, L. Margotta, S.; Manzo, T.; Leto, G. Effect of propylene glycol on pré and postpartum performance by dairy ewes. *Small Ruminant Research*, v.58, n.2, p.107-114, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2004.09.001>.
- Chun, H.Z.; Beltramini, J.N.; Fan, Y.X.; Lu, G.Q. Chemoselective catalytic conversion of glycerol as a biorenewable source to valuable commodity chemicals. *Chemical Society Reviews*, v.37, n.3, p.527-549, 2008. <https://doi.org/10.1039/B707343G>.
- Duehlmeier R, Noldt S, Ganter M. Pancreatic insulin release and peripheral insulin sensitivity in German black headed mutton and Finish Landrace ewes: evaluation of the role of insulin resistance in the susceptibility to ovine pregnancy toxemia. *Domestic Animal Endocrinology*, v.44, n.4, p.213-21, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2013.01.003>
- Formigoni, A. et al. Effect of propylene glycol supplementation around parturition on milk yield, reproduction performance and some hormonal and metabolic characteristics in dairy cows. *Journal of Dairy Research*, v.63, n.1, p.11-24, 1996. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.04.028>
- Jones M.L.; Allison R.W. Evaluation of the ruminant complete blood cell count. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 23, n.3, p.377- 402, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.07.002>
- Kaneko, J.J.; Harvery, J.W.; Bruss, M.L. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6.ed. San Diego: Academic Press, 2008. 916p.
- Kristensen, N. B., A. Danfaer, B. A. Rojen, B. M. L. Raun, M. R. Weisbjerg and T. Hvelplund. Metabolism of propionate and 1,2-propanediol absorbed from the washed reticulorumen of lactating cows. *Journal Animal Science*, v. 80, n.8, p.2168-2175, 2002. <https://doi.org/10.2527/2002.8082168x>.
- Lien, T.F.; Chang, L.B; Horng, Y.M.; Wu, C.P. Effects of propylene glycol on milk production, serum metabolites and reproductive performance during the transition period of dairy cows. *Australasian Journal of Animal Sciences*, v.23, n.3, p.372-378, 2010. <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.60620>.
- Liu, Q.; Wang, C.; Yang, W.Z.; Zhang, W.W.; Yang, X.M.; He, D.C.; Dong, K.H.; Huang, Y.X. Effects of feeding propylene glycol on dry matter intake, lactation performance, energy balance and blood metabolites in early lactation dairy cows. *The Animal Consortium*, v.3, n.10, p.1420-1427, 2009. <https://doi.org/10.1017/S175173110999036X>.
- Miyoshi, S.; Pate, J.L.; Palmquist, D.L. Effects of propylene glycol drenching on energy balance, plasma glucose, plasma insulin, ovarian function and conception in dairy cows. *Animal Reproduction Science*, v.68, n.1-2, p.29-43, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(01\)00137-3](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(01)00137-3).
- Nafikov, R. A. and Beitz, D. C. Carbohydrate and lipid metabolism in farm animals. *The Journal of Nutrition*, v.137, n.3, p.702-705, 2007. <http://jn.nutrition.org/content/137/3/702.full>. 28 Jul. 2016.
- National Research Council - NRC. *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids*. Washington: NRC, 2007. 362p.
- Nawito, M. F., Hameed, Amal R. A. El, Sosa, A. S. A.; Mahmoud, K. Gh. M. Impact of pregnancy and nutrition on oxidant/antioxidant balance in sheep and goats reared in South Sinai, Egypt. *Veterinary World*, v.9, n.8, p.801-805, 2016. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.801-805>.
- Nielsen, N. I.; K. L. Ingvarsten. Propylene glycol for dairy cows A review of the metabolism of propylene glycol and its effects on physiological parameters, feed intake, milk production and risk of ketosis. *Animal Feed Science Technology*, v.115, n.3-4, p.191-213, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2004.03.008>.
- Polizopoulou, Z.S. Haematological tests in sheep health management. *Small Ruminant Research*. v. 92, n. 2-3, p. 88-91, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.04.015>.
- Rejitha, J. and Karthiayini, K. Effect of ascorbic acid supplementation on haemato-biochemical and oxidative stress parameters of crossbred Malabari does during peripartum period. *The International Journal of Science & Technoledge*, v.2, n.6, p.202-205, 2014. <http://theijst.com/june2014/32.ST1406-092.pdf>. 02 Sep. 2016.
- Rukkwamsuk, T.; Panneum, S. Effect of oral administration of propylene glycol during periparturient period on blood biochemical parameters and liver triacylglycerol accumulation in postparturient dairy cows. *African Journal of Agricultural Research*, v. 5, n.23, p.3239-3245, 2010. <https://doi.org/10.5897/AJAR10.722>.
- Santos, R. A.; Campos, A. G. S.S.; Afonso, J.A. B.; Soares, P. C.; Mendonça. C. L. Efeito da administração de propileno glicol e cobalto associado à vitamina B12 sobre o perfil metabólico e a atividade enzimática de ovelhas da raça Santa Inês no periparto. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 32, n.1, p.60-66, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2012001300012>.
- Sundrum, A. Review metabolic disorders in the transition period indicate that the dairy cows' ability to adapt is overstressed. *Animals*, v.5, n.4, p. 978-1020, 2015. <https://doi.org/10.3390/ani5040395>.