

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 periparto¹

Rogério Adriano dos Santos², Anne Grace S.S. Campos^{2*}, José Augusto B. Afonso³, Pierre Castro Soares⁴ e Carla Lopes de Mendonça³

ABSTRACT.- Santos R.A., Campos A.G.S.S., Afonso J.A.B., Soares P.C. & Mendonça C.L. 2012. [Effect of propylene glycol, cobalt and vitamin B₁₂ on the metabolic profile and enzymatic in Santa Inês ewes in peripartum.] 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* 32(Supl.1):60-66. Clínica de Bovinos, Campus de Garanhuns, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Avenida Bom Pastor s/n, Caixa Postal 152, Boa Vista, Garanhuns, PE 55292-570, Brazil. E-mail: annegracevet@yahoo.com.br

The aim of this study was to evaluate the influence of the administration of propylene glycol and cobalt associated with vitamin B12 on the metabolic profile and enzymatic activity of Santa Inês ewes in the peripartum period. A total of 18 pregnant ewes, weighing around 40kg were used. Approximately 30 days before the expected date of delivery were randomly separated into three groups and administered supplements as follows: (G1/n = 6) group received propylene glycol (30mL orally daily); (G2/n = 6) group receiving cobalt (1mg cobalt chloride 1%, orally daily) associated with vitamin B12 (2mg intramuscular weekly) and (G3/n = 6) control group. Blood samples from ewes to evaluate the enzymatic and metabolic profile (glucose, β-hydroxybutyrate, BHB, NEFA, total protein, albumin, urea, creatinine, AST, GGT, ALP and CK) were taken 30 days before the date set for delivery, one week before (ante partum), delivery at 24h, 72h, 5 days, 15 days and 30 days after delivery. ketonuria was not observed in pre partum. The administration of supplements had no effect on the metabolic profile, protein and energy, and no liver disorders was observed in peripartum.

INDEX TERMS: Propylene glycol, cobalt, vitamin B₁₂, protein profile, energy profile, enzymes, parturition, transitional period, sheep.

RESUMO.- O presente estudo teve por objetivo avaliar a influência 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 período do periparto. Foram utilizadas 18 ovelhas prenhes, pesando em torno de 40kg. Aproximadamente 30 dias antes da data prevista para o parto foram separadas de maneira

aleatória em três grupos e administrados os suplementos conforme a seguir: (G1/n=6) grupo que recebeu propileno glicol (30mL por via oral diariamente); (G2/n=6) grupo que recebeu cobalto (1mg de cloreto de cobalto a 1%, via oral diariamente) associado a vitamina B₁₂ (2mg via intramuscular, semanalmente) e (G3/n=6) grupo controle. As amostras de sangue das ovelhas para avaliação do perfil metabólico e enzimático (glicose, β-hidroxibutirato-BHB, NEFA, proteína total, albumina, uréia, creatinina, AST, GGT, FA e CK) foram colhidas 30 dias antes da data prevista para o parto, uma semana antes (ante-parto), no parto, às 24h, 72h, 5 dias, 15 dias e 30 dias após o parto. Não foi observado cetonúria nos momentos que antecederam ao parto. A administração dos suplementos não influenciou sobre o perfil metabólico, protéico e energético, assim como não houve comprometimento hepático das ovelhas no período do periparto.

¹ Recebido em 29 de junho de 2012.

Aceito para publicação em 10 de outubro de 2012.

² Programa de Pós-Graduação em Ciência Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Av. Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, Recife, PE 52171-030, Brasil. *Autor para correspondência: annegracevet@yahoo.com.br

³ Clínica de Bovinos, Campus Garanhuns, UFRPE, Av. Bom Pastor s/n, Boa Vista, Cx. Postal 152, Garanhuns, PE 55292-570, Brasil.

⁴ Departamento de Medicina Veterinária, UFRPE, Av. Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, Recife, PE.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Propileno glicol, cobalto, vitamina B₁₂, perfil proteico, perfil energético, enzimas, parto, período de transição, ovinos.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem sido observado o crescente interesse na criação de ovinos de alto padrão zootécnico visando o melhoramento genético no rebanho nacional, principalmente no que se refere à raça Santa Inês. No Brasil, apesar da carne ovina ocupar uma parcela ainda pequena no ranking do consumo de carnes, nos últimos anos, vem assumindo expressividade, por meio do incremento da carne de cordeiro, existindo elevada demanda ainda não atendida, especialmente nos grandes centros urbanos (Morais 2000, Oliveira 2000).

As exigências produtivas impostas pelo ser humano mediante a seleção genética e os sistemas de manejo intensivo, têm aumentado o risco e a incidência de desequilíbrios nutricionais e distúrbios metabólicos no rebanho ovino, uma vez que facilmente podem desenvolver desequilíbrios relacionados ao ingresso, ao metabolismo e ao egresso de nutrientes, caracterizado por Payne no início da década de 70, como doenças da produção ou doenças metabólicas (Contreras et al. 2000, Campos et al. 2010). Nas ovelhas a demanda de nutrientes aumenta durante a gestação, particularmente nas últimas seis semanas, quando o feto se desenvolve alcançando aproximadamente 70% do seu crescimento, aliado ao requerimento de nutrientes para o desenvolvimento do tecido mamário (Russel 1991).

A deficiência de energia durante este período pode desencadear na ovelha um quadro de acetonemia e diferentemente da vaca, acarretar a morte dos fetos. Durante o último terço de gestação a fêmea tenta equilibrar a deficiência de energia mobilizando suas reservas corporais para compensar o déficit. Na lactação, particularmente nas primeiras seis semanas, a demanda por nutrientes também é alta, uma vez que é a época em que se atinge a maior produção, sendo a alimentação um fator determinante (Contreras et al. 2000).

Em países onde o sistema de criação de ovinos é intensivo, mais de 20% das ovelhas no estágio final da gestação desenvolvem a toxemia da prenhez, que pode se manifestar sob a forma clínica ou subclínica. Acomete tanto ovelhas quanto cabras e está associada com subnutrição e particularmente condição de obesidade destas espécies a partir da segunda gestação de dois ou mais fetos (NRC 1985, Sargison et al. 1994, Rook 2000, Lacetera et al. 2001). Este distúrbio caracteriza-se por hipoglicemia, cetose e acidose metabólica, podendo apresentar sinais clínicos de doença nervosa e digestiva, que culminam freqüentemente com a morte do animal (Afonso 2006, Schlumbohm & Harmeyer 2008).

O emprego de cobalto e vitaminas do complexo B na alimentação de pequenos ruminantes e vacas leiteiras têm ajudado a evitar maiores complicações relacionadas a este distúrbio. O cobalto é um importante microelemento utilizado pela microflora do rúmen para a síntese de vitamina B₁₂, que é absorvida no intestino delgado e estocada no fígado. A vitamina B₁₂ é uma coenzima essencial no metabo-

lismo do ácido propiônico (maior precursor na formação de energia nos ruminantes), na gliconeogênese e na geração de energia, sendo ambos necessários para a obtenção do desempenho produtivo do rebanho, interferindo no processo de mobilização de reservas energéticas e de gordura, além de contribuir para a diminuição do surgimento dos casos de toxemia da prenhez nas ovelhas (Duncan et al. 1981, Afonso 2006).

Outros suplementos fornecidos com o propósito de auxiliar a terapia são os precursores da glicose como, o propionato de sódio, o glicerol e o propileno glicol cuja função tem sido aumentar a concentração de glicose. Dentre estes precursores, o propileno glicol é o mais utilizado pelo fato de possuir a função adicional de deprimir a liberação de ácidos graxos não esterificados (Rings 1985). O propileno glicol é rapidamente metabolizado no rúmen pela via fermentativa, por absorção ou passando diretamente para o intestino. Vacas e novilhas recebendo este composto apresentam uma proporção significativamente mais elevada de propionato (e com isto uma diminuição no pH ruminal), indicando uma metabolização substancial deste precursor de glicose intra-ruminal (Nielsen & Ingvarsten 2004).

O perfil metabólico em animais de produção representa importante ferramenta laboratorial na avaliação do grau de adequação sistêmica das principais vias metabólicas, particularmente a energética e a protéica, bem como da funcionalidade de órgãos vitais para a produção, particularmente o fígado (Contreras et al. 2000). O efeito, sobre alguns indicadores sanguíneos do perfil metabólico, do emprego destes suplementos, particularmente o propileno glicol na fase final da gestação está bem documentado na vaca, no entanto os relatos na ovelha são raros na literatura internacional e inexistentes em nosso meio. Diante do exposto, este estudo teve por objetivo avaliar o emprego do propileno glicol e do cobalto associado à vitamina B₁₂ sobre o perfil metabólico (energético e protéico) e a atividade enzimática de ovelhas da raça Santa Inês no período do periparto.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais, alimentação, avaliação clínica. Foram utilizadas 18 ovelhas da raça Santa Inês primíparas (n=7) e múltiparas (n=11), prenhas, com idade variando entre 18 meses a cinco anos, pesando aproximadamente 40kg, distribuídas entre os grupos em estudo e mantidas em aprisco de experimentação. primíparas e múltiparas, As ovelhas apresentaram no início do delineamento experimental escore corporal de 3,0 a 3,5 (Russel 1991). A alimentação foi constituída de capim elefante (*Pennisetum purpureum*), tifton (*Cynodom* sp.), aproximadamente 400g/animal/dia de concentrado (40% farelo de soja, 56,6% milho triturado, 2,8% fosfato bicálcico e 0,6% sal comum), sal mineral (Ovinofós®), Tortuga Companhia Zootécnica Agrária¹ e água *ad libitum*. Foram vermifugadas (moxidectina 0,2%, Cydectin oral, Fort Dodge Saúde Animal Ltda, Division of Wyeth) e vacinadas (Covexin 9 ®, Coopers Brasil Ltda) aproximadamente 40 dias antes do parto.

Aproximadamente 30 dias antes da data prevista para o parto as ovelhas foram distribuídas, por amostragem probabilística, em três grupos: Grupo 1 (G1/n=6): 30mL de propileno glicol P.A. (Propileno glicol P.A., Vetec Química Fina Ltda), via oral diariamente (Pearson & Mass 2002); Grupo 2 (G2/n=6): 1mg de cloreto de cobalto em solução a 1% via oral diariamente e 2mg de vitamina B₁₂ (Monovin B₁₂ Lab. Bravet Ltda), via intramuscular se-

manalmente (NRC 1985) e Grupo 3 (G3/n=6): grupo controle. Os suplementos foram administrados até o momento do parto.

As ovelhas foram submetidas ao acompanhamento clínico diário no decorrer do experimento, segundo Diffay et al. (2004). O diagnóstico de gestação foi realizado por ultrasonografia transabdominal empregando transdutor convexo de 3,5 MHz (Ultrason GE, modelo Logic 100 PRO), observando-se gestação gemelar em sete ovelhas, destas duas nos grupos G1 e G3, respectivamente e três no grupo G2.

Momentos experimentais. Foram estabelecidos oito momentos experimentais: 30 dias antes da data prevista para o parto, uma semana antes do parto (AP) (ante-parto), momento do parto, às 24h, 72h, 5 dias, 15 dias e 30 dias pós-parto (PP). Para a pesquisa de corpos cetônicos, estabeleceu-se como momentos experimentais os que precederam o parto (30 dias e uma semana antes do parto-AP).

Colheita das amostras. As amostras de sangue foram colhidas mediante punção da veia jugular com agulha 25x8mm, adequadas para tubos a vácuo sem anticoagulante e centrifugadas (Centrifuga Fanem Ltda, Baby I, Mod.206) a 3500rpm por cinco minutos. Os soros livres de hemólise foram separados e aliquotados em tubos de polietileno, tipo *Eppendorf*, mantidos em ultrafreezer (-80°C) (Ultralow freezer NuAire Inc.). O sangue para determinação da glicose foi colhido em anticoagulante oxalato/fluoreto de sódio e centrifugado (Centrifuga Fanem Ltda, Baby I, Mod.206) a 3500rpm por cinco minutos e posteriormente o plasma estocado em ultrafreezer (-80°C) (Ultralow freezer NuAire Inc.). A urina, para pesquisa de corpos cetônicos, foi obtida por micção espontânea e analisada logo em seguida.

Processamento laboratorial. Foram mensuradas as variáveis descritas a seguir: proteína total pelo método do biureto (Labtest Diagnóstica S.A.); albumina pelo método do verde de bromocresol (Labtest Diagnóstica S.A.); uréia pelo método enzimático (Uréia CE Labtest Diagnóstica S.A.); creatinina (Labtest Diagnóstica S.A.); glicose (Glicose PAP liquiform Labtest Diagnóstica S.A.); β -hidroxibutirato (BHB/RANBUT Randox Laboratories Ltd) pelo método cinético enzimático e ácidos graxos não esterificados, pelo método enzimático (NEFA Randox Laboratories Ltd). Dentre as enzimas, avaliou-se a atividade sérica enzimática da aspartato aminotransferase (AST/GOT Liquiform Labtest Diagnóstica S.A.), fosfatase alcalina (Fosfatase alcalina Liquiform Labtest Diagnóstica S.A) e creatinoquinase (CK-NAC liquiform Labtest Diagnóstica S.A). As leituras foram efetuadas a 37°C em analisador bioquímico semi-automático LabQuest (Labtest Diagnóstica S.A.). A pesquisa de corpos cetônicos foi realizada empregando-se o reativo de Rothera (Dirksen et al. 1993) e fitas comerciais para urinálise (Multistix, Bayer S.A.).

Análise estatística. Os resultados foram analisados por meio do pacote estatístico *Statistical Analysis System* (SAS 2002), usando o procedimento *PROC MIXED* do SAS, correspondente a medidas repetidas no tempo. O nível de significância (p) de 5% foi adotado e, no caso de significância do teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. As análises foram realizadas de acordo com o modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + T_i + D_j + TD_{ij} + E_{ij}$, em que: Y_{ij} = observação em relação aos grupos e aos momentos sobre a repetição ij ; μ = constante relacionada com todas as observações; T_i = efeito de grupo na i repetição; D_j = efeito de momento sobre a j repetição; TD_{ij} = interação de grupos x momentos e E_{ij} = erro em relação a todas as observações (Sampaio 2007).

Aprovação no comitê de ética. O trabalho obteve parecer favorável da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), Universidade Federal Rural de Pernambuco atendendo às normas éticas, conforme estabelecidas na legislação vigente e no regimento interno da CEUA/UFRPE, de acordo com a resolução 269/2007

do CEPE/UFRPE, estando de acordo com as normas sugeridas pelo COBEA e com as normas internacionais estabelecidas pelo *National Institute of Health Guide for Care and Use of Laboratory Animals*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aspectos clínicos

Na avaliação clínica, as ovelhas apresentaram-se, aos 30 dias antes da data prevista para o parto, saudáveis, com boa condição corporal e sem qualquer sinal sugestivo de doença. Com a proximidade do parto, houve redução do escore corporal (EC) situando-se entre 2,5 e 3,0 em todas as ovelhas (Russel 1991), principalmente naquelas que apresentaram gestação gemelar e/ou com a idade mais avançada, fato este observado por Van Saun (2000), que atribuiu ao útero gravídico a causa da compressão sobre os órgãos digestivos, em especial o rúmen, acarretando a redução da capacidade de ingestão de matéria seca. Para Caldeira et al. (2007) a classificação de EC 3, numa escala de 1 a 5, foi a que apresentou valores do perfil bioquímico mais equilibrados dentro do status metabólico, em experimento realizado com ovelhas gestantes, semelhantemente ao observado neste estudo em que as ovelhas apresentaram um EC 2,5-3,0 e as variáveis analisadas, de uma forma geral, mantiveram-se dentro do limite de normalidade.

Do total de 18 ovelhas, 11 (61,11%) apresentaram parto simples e sete (38,88%) parto gemelar. Todos os partos gemelares foram provenientes de ovelhas múltiplas pertencentes aos grupos G1 (n=2), G2 (n=3) e G3 (n=2). A pesquisa de corpos cetônicos na urina revelou resultado negativo em todas as ovelhas nos momentos avaliados, independente do tipo de parto, não sendo observado cetonúria. Achados semelhantes foram relatados por Contreras et al. (1990), que justifica a ausência de corpos cetônicos na urina à condição corporal regular das ovelhas, apresentando EC 2-2,5, diferentemente do relatado por Campos et al. (2010), que observaram cetonúria em 90,2% das ovelhas com diagnóstico clínico de toxemia da prenhez.

Perfil metabólico e enzimático

As fontes de variação, o valor de F da análise de variância e o nível de P das variáveis referentes ao perfil protéico, energético e enzimático podem ser visualizados no Quadro 1. Observou-se ocorrência de variação das diferentes variáveis bioquímicas nos fatores grupos e momentos, porém não foi observada interação entre os fatores para o conjunto de variáveis estudadas (Quadro 1).

Analisando o comportamento da proteína total, não foi observada diferença na concentração sérica desta variável nos três grupos estudados, no entanto, entre os momentos verificou-se variação significativa em que menor média geral foi observada no momento que antecedeu o parto (AP) (Quadro 2). Nos demais momentos, após o parto, estas médias foram pouco superiores e análogas às anteriores, situando-se dentro da normalidade para a espécie (Kaneko et al. 2008, Schneider et al. 2008). A diminuição da concentração protéica total sérica próximo à parição, conforme observado no momento que antecedeu o parto (AP) é justificada como consequente transferência de imunoglobuli-

Quadro 1. Nível de significância (Pr > F) dos fatores de variação (Grupos, Momentos e Interações) da análise de variância das variáveis referentes ao perfil proteico, energético e enzimático de ovelhas submetidas à administração de propileno glicol (G1), cobalto associado a vitamina B₁₂ (G2) e grupo controle (G3) no periparto

Variáveis	Fatores de variação (Pr > F)		
	Grupos (G)	Momentos (M)	Interação G x M
Proteína total (g/dL)	0,1387	0,0375	0,7029
Albumina (g/dL)	0,0009	0,9976	0,9995
Uréia (mg/dL)	0,0500	0,8693	0,9840
Creatinina (mg/dL)	0,0001	0,0001	0,8938
Glicose (mg/dL)	0,8899	0,0001	0,8971
Betahidroxibutirato (mMol/L)	0,0085	0,0423	0,6247
NEFA (mMol/L)	0,0100	0,0003	0,2196
AST(U/L)	0,0351	0,2244	0,9989
FA (U/L)	0,0018	0,8748	1,0000
CK (U/L)	0,0045	0,1626	0,9274

nas para a glândula mamária para a formação do colostro, período em que ocorre maior demanda em decorrência da gestação, do parto e da lactação (Swenson & Reece 1996, Kaneko et al. 2008).

Foi verificada diferença da concentração da albumina sérica entre os três grupos estudados sendo observado menor valor médio no grupo em que foi administrado propileno glicol (Quadro 2), no entanto, não ocorreu variação significativa entre os momentos do periparto. Apesar dos valores desta variável no G1, estarem situados no limite inferior considerado por Kaneko et al. (2008) e Sucupira (2010), estes encontravam-se dentro da normalidade para espécie ovina. A não variação na concentração de albumina ao longo do periparto foi também relatada por Kaneko et al. (2008), não sendo esta variável influenciada neste período de observação. A concentração de albumina é um bom

indicador de longos períodos de restrição proteica, estando relacionado ao processo alimentar, podendo-se atribuir o declínio da concentração desta fração proteica à má nutrição (Caldeira 2005), condição esta não evidenciada neste estudo.

Varição significativa na concentração séria de uréia foi observada entre os grupos, verificando menores valores médios no G1 (25,08mg/dL), porém não foi observada variação deste indicador nos diferentes momentos de observação (Quadro 2). Em todos os momentos, nos três grupos avaliados, os valores desta variável permaneceram situados dentro da normalidade para espécie (Kaneko et al. (2008). Estes resultados, associados aos observados nas variáveis anteriores (proteína e albumina), caracterizaram não ter ocorrido, neste estudo, um déficit proteico no período antes, durante e após o parto, já que a uréia responde mais rapidamente que a albumina à mudanças no aporte de proteínas na alimentação para a caracterização da deficiência proteica (Contreras et al. 2000).

Na avaliação da creatinina, verificou-se diferença significativa entre os grupos, onde a maior média geral foi registrada no grupo controle (0,75mg/dL), bem como diferença significativa entre os momentos observando-se maior valor médio desta variável no momento do parto (0,83mg/dL) (Quadro 2). A elevação nos valores da creatinina no período do parto foi observada por Bertoni (1996) e Chiofalo et al. (2009) em cabras leiteiras suplementadas com propileno glicol, provavelmente como decorrência da mobilização de proteína muscular no intuito de produzir energia durante a fase inicial da lactação. Vale ressaltar, que apesar da elevação significativa observada nos valores da creatinina, estes ainda permaneceram inferiores aos relatados por Kaneko et al. (2008).

Diante dos resultados verificou-se que o aporte nutricional proteico estabelecido no período que antecedeu ao

Quadro 2. Valores médios e desvios-padrão das concentrações sanguíneas de proteína total (mg/dL), albumina (mg/dL), uréia (mg/dL) e creatinina (mg/dL) de ovelhas suplementadas com propileno glicol (G1), cobalto associado à vitamina B₁₂ (G2) e grupo controle (G3), no periparto

Perfil Proteico	Grupos	Momentos experimentais									
		30 dias AP	Ante-parto (AP)	Parto (P)	24hPP	72hPP	5diasPP	15diasPP	30diasPP	MG*	
Proteínas totais (g/dL)	G1	7,02 ± 0,49	6,86 ± 0,61	7,09 ± 0,31	7,10 ± 0,41	7,20 ± 0,21	7,38 ± 0,31	7,49 ± 0,12	7,24 ± 0,27	7,15 ^A	
	G2	6,79 ± 0,48	6,54 ± 0,81	7,08 ± 0,53	7,00 ± 0,73	7,16 ± 0,78	7,20 ± 0,70	7,64 ± 0,30	7,57 ± 0,39	7,13 ^A	
	G3	7,19 ± 0,56	6,80 ± 0,75	6,71 ± 0,12	6,80 ± 0,34	6,80 ± 0,74	6,91 ± 0,44	6,85 ± 0,47	6,99 ± 0,07	6,91 ^A	
	MG**	7,00	6,73	7,00	6,99	7,09	7,19	7,41	7,34		
	P	ab	b	ab	ab	ab	ab	a	a		
Albumina (g/dL)	G1	2,28 ± 0,33	2,16 ± 0,40	2,15 ± 0,49	1,98 ± 0,38	1,97 ± 0,43	2,17 ± 0,35	2,09 ± 0,38	2,21 ± 0,29	2,14 ^B	
	G2	2,43 ± 0,36	2,38 ± 0,37	2,38 ± 0,52	2,50 ± 0,50	2,36 ± 0,57	2,40 ± 0,48	2,38 ± 0,48	2,34 ± 0,24	2,40 ^A	
	G3	2,47 ± 0,48	2,45 ± 0,12	2,50 ± 0,12	2,40 ± 0,25	2,50 ± 0,21	2,53 ± 0,26	2,47 ± 0,13	2,55 ± 0,21	2,48 ^A	
	MG**	2,39	2,33	2,32	2,31	2,27	2,36	2,31	2,35		
	P	a	a	a	a	a	a	a	a		
Uréia (mg/dL)	G1	21,51 ± 3,26	19,83 ± 8,02	29,69 ± 11,26	30,17 ± 5,46	25,01 ± 9,38	23,48 ± 13,17	24,09 ± 4,40	29,14 ± 4,62	25,08 ^B	
	G2	28,58 ± 12,78	29,11 ± 11,82	32,78 ± 15,07	36,34 ± 21,01	26,93 ± 16,19	35,64 ± 10,58	29,54 ± 13,81	31,47 ± 13,67	31,30 ^{AB}	
	G3	29,60 ± 15,77	27,39 ± 9,30	22,60 ± 6,69	27,47 ± 4,27	28,64 ± 13,90	25,35 ± 4,50	25,36 ± 8,11	23,83 ± 10,02	26,63 ^{AB}	
	MG**	26,69	25,44	29,50	32,40	26,88	29,52	26,90	28,99		
	P	a	a	a	a	a	a	a	a		
Creatinina (mg/dL)	G1	0,71 ± 0,10	0,73 ± 0,11	0,71 ± 0,09	0,68 ± 0,17	0,54 ± 0,15	0,55 ± 0,12	0,60 ± 0,16	0,51 ± 0,15	0,64 ^A	
	G2	0,82 ± 0,10	0,78 ± 0,09	0,89 ± 0,06	0,74 ± 0,03	0,63 ± 0,07	0,64 ± 0,06	0,62 ± 0,06	0,68 ± 0,07	0,73 ^B	
	G3	0,75 ± 0,13	0,78 ± 0,08	0,88 ± 0,09	0,76 ± 0,17	0,67 ± 0,08	0,67 ± 0,18	0,73 ± 0,09	0,66 ± 0,02	0,75 ^B	
	MG**	0,77	0,76	0,82	0,73	0,61	0,62	0,65	0,63		
	P	ab	ab	a	b	c	c	c	c		

* MG = Médias gerais.

Quadro 3. Valores médios e desvios-padrão das concentrações sanguíneas de glicose (mg/dL), β -hidroxibutirato (BHB) (mmol/L) e ácidos graxos não esterificados (NEFA) (mmol/L) de ovelhas suplementadas com propileno glicol (G1), cobalto associado à vitamina B₁₂ (G2) e grupo controle (G3), no periparto

Perfil energético	Grupos	Momentos experimentais								
		30 dias AP	Ante-parto (AP)	Parto (P)	24hPP	72hPP	5diasPP	15diasPP	30diasPP	MG*
Glicose (mg/dL)	G1	47,95 ± 8,68	70,78 ± 29,82	133,05 ± 36,40	55,17 ± 6,34	58,87 ± 10,33	59,74 ± 11,35	69,69 ± 10,36	66,81 ± 15,08	70,44 ^A
	G2	52,17 ± 13,15	57,21 ± 21,48	178,31 ± 53,21	61,95 ± 7,77	66,26 ± 17,77	56,94 ± 13,37	62,92 ± 7,66	61,99 ± 14,62	73,21 ^A
	G3	54,49 ± 8,97	57,76 ± 25,61	164,90 ± 136,52	73,12 ± 31,58	66,62 ± 6,72	57,10 ± 7,41	64,62 ± 6,65	64,30 ± 7,14	73,26 ^A
	MG**	51,54	61,92	156,62	62,84	63,58	58,11	65,39	64,00	
	P	b	b	a	b	b	b	b	b	
BHB (mmol/L)	G1	0,45 ± 0,15	0,37 ± 0,10	0,34 ± 0,10	0,34 ± 0,07	0,37 ± 0,06	0,35 ± 0,09	0,41 ± 0,08	0,37 ± 0,08	0,38 ^B
	G2	0,49 ± 0,12	0,51 ± 0,09	0,52 ± 0,18	0,41 ± 0,11	0,50 ± 0,21	0,43 ± 0,14	0,37 ± 0,09	0,46 ± 0,16	0,46 ^A
	G3	0,57 ± 0,12	0,34 ± 0,11	0,44 ± 0,10	0,37 ± 0,15	0,33 ± 0,04	0,39 ± 0,07	0,36 ± 0,05	0,40 ± 0,09	0,41 ^{AB}
	MG**	0,50	0,42	0,43	0,38	0,42	0,37	0,38	0,42	
	P	a	ab	ab	b	ab	b	b	ab	
NEFA (mmol/L)	G1	0,64 ± 0,16	0,23 ± 0,15	0,38 ± 0,32	0,16 ± 0,12	0,15 ± 0,06	0,08 ± 0,05	0,15 ± 0,14	0,26 ± 0,17	0,26 ^B
	G2	0,32 ± 0,15	0,70 ± 0,62	1,06 ± 0,67	0,61 ± 0,44	0,50 ± 0,51	0,36 ± 0,24	0,27 ± 0,14	0,12 ± 0,04	0,50 ^A
	G3	0,37 ± 0,37	0,35 ± 0,20	0,85 ± 0,72	0,20 ± 0,11	0,22 ± 0,11	0,23 ± 0,18	0,35 ± 0,20	0,11 ± 0,04	0,36 ^{AB}
	MG**	0,42	0,44	0,77	0,38	0,32	0,22	0,25	0,16	
	P	b	b	a	b	b	b	b	b	

* MG = Médias gerais.

parto, assim como no início da lactação foi adequado para suprir a necessidade fisiológica decorrente do crescimento fetal e do desenvolvimento do úbere, persistindo durante o primeiro mês da lactação das ovelhas, independente do grupo estudado.

Os valores da glicose plasmática não foram influenciados após a administração dos suplementos, não havendo diferença significativa entre os grupos. Quanto ao efeito de momentos houve variação significativa do perfil desta variável em que maiores médias gerais foram verificadas no momento do parto (156,62mg/dL), quando comparado aos momentos anterior (61,92mg/dL) e posterior (62,84mg/dL) ao parto (Quadro 3). O expressivo aumento da glicemia é justificado pela liberação dos hormônios glicocorticóides como consequência do estresse desencadeado no parto (Swenson & Reece 1996, Kaneko et al. 2008).

Apesar de não haver diferença estatística entre os grupos, chama-se atenção para os valores superiores da glicose sanguínea no grupo suplementado com propileno glicol no momento que antecedeu o parto (AP) (70,78mg/dL), quando comparado ao grupo G2 (57,21mg/dL) e ao G3 (57,76mg/dL) (Quadro 3). A variação nos valores de glicose é discutida por alguns autores; Castañeda-Gutiérrez et al. (2009) trabalhando com vacas que foram suplementadas com propileno glicol no periparto, verificaram que este suplemento promoveu elevação na concentração de insulina, sem entretanto alterar os valores de glicose, semelhantemente ao observado por Mikula et al. (2008), que também avaliaram os valores de glicose em vacas após a administração de propileno glicol e justificaram esta resposta pelo aumento da concentração de insulina, limitando o efeito do propileno glicol sobre os valores de glicose plasmática. Para Butler et al. (2006) o efeito glicogênico do propileno glicol é mais efetivo durante um balanço energético negativo quando comparado a um balanço positivo. A glicose é um metabólito pouco sensível às variações do aporte nutricional de energia, uma vez que sua concentração é regulada por um mecanismo hormonal, destinado a manter constante a concentração sanguínea. Para se detec-

tar diminuição significativa na concentração da glicemia, o déficit energético deve ser muito intenso (Hay et al 1983, Sigurdsson 1991).

Ao analisarmos a concentração sanguínea de β -hidroxibutirato, verificou-se variação significativa entre grupos, onde o grupo de ovelhas suplementadas com propileno glicol (G1), apresentou menores médias gerais (0,38mmol/L), sendo também observado efeito de momento com a diminuição significativa das médias gerais desta variável no período que antecede o parto (AP) e no parto, quando comparado ao momento em que se iniciou a administração dos suplementos (Quadro 3). Valores mais baixos de β -hidroxibutirato no período antes do parto foram relatados por Chiofalo et al. (2005) em ovelhas suplementadas com propileno glicol. Vale ressaltar que apesar das diferenças estatísticas observadas, os valores de β -hidroxibutirato situaram-se dentro da normalidade para a espécie, ou seja, abaixo de 0,6mmol/L, indicando não ter ocorrido lipomobilização nas ovelhas estudadas (Contreras et al. 2000). Valores semelhantes aos observados neste trabalho, também foram relatados por Brito (2004) ao longo da lactação e Lacetera et al. (2001), que encontraram índices de β -hidroxibutirato entre 0,32mmol/L e 0,42mmol/L em ovelhas saudáveis, diferentemente das ovelhas com toxemia da prenhez (0,89mmol/L a 1,30mmol/L).

Na avaliação dos ácidos graxos não esterificados (NEFA), verificou-se diferença significativa entre os grupos, onde as menores concentrações plasmáticas foram observadas no grupo G1 (0,26mmol/L). Os valores inferiores desta variável neste grupo, inclusive um pouco abaixo do considerado normal para a espécie (Kaneko et al., 2008) pode estar relacionada à administração do propileno glicol, tendo em vista o seu mecanismo de ação como precursor da glicose (Nielsen & Ingvarsten 2004), achados estes ratificados pelos resultados do β -hidroxibutirato neste estudo, confirmando não haver ocorrido mobilização das reservas corporais de gordura, o que caracterizaria o balanço energético negativo, não evidenciado neste modelo experimental.

Foi observado elevação significativa nas médias gerais

Quadro 4. Valores médios e desvios-padrão da atividade sérica enzimática de aspartato aminotransferase (AST) (U/L), fosfatase alcalina (FA) (U/L) e creatino quinase (CK) (U/L) de ovelhas suplementadas com propileno glicol (G1), cobalto associado à vitamina B₁₂ (G2) e grupo controle (G3), no periparto

Perfil enzimático	Grupos	Momentos experimentais								
		30 dias AP	Ante-parto (AP)	Parto (P)	24hPP	72hPP	5diasPP	15diasPP	30diasPP	MG*
AST (U/L)	G1	119,44 ± 12,49	111,76 ± 24,03	125,73 ± 29,17	130,95 ± 41,22	136,18 ± 36,54	133,58 ± 32,43	116,55 ± 16,74	136,20 ± 9,56	125,29 ^B
	G2	128,33 ± 16,83	132,70 ± 23,10	130,95 ± 30,90	149,68 ± 33,99	154,45 ± 37,80	151,25 ± 19,25	138,63 ± 21,77	136,21 ± 22,20	140,28 ^A
	G3	126,75 ± 41,63	124,83 ± 41,02	115,23 ± 5,25	123,96 ± 3,00	143,16 ± 12,06	141,43 ± 5,25	127,76 ± 11,81	136,20 ± 13,85	129,18 ^{AB}
	MG**	125,03	123,10	125,72	137,99	146,23	143,55	129,33	136,21	
	P	a	a	a	a	a	a	a	a	
FA (U/L)	G1	59,70 ± 17,97	51,13 ± 14,28	48,09 ± 15,94	49,75 ± 24,41	58,04 ± 15,14	64,26 ± 19,59	72,55 ± 18,38	78,77 ± 34,85	59,43 ^B
	G2	87,06 ± 57,14	92,58 ± 40,75	87,06 ± 57,38	98,12 ± 67,86	95,36 ± 72,62	106,41 ± 106,89	117,46 ± 86,39	117,47 ± 86,38	100,20 ^A
	G3	71,31 ± 11,12	67,71 ± 19,91	66,33 ± 8,29	80,15 ± 19,15	63,57 ± 17,26	80,16 ± 45,68	60,81 ± 17,26	82,92 ± 5,76	71,20 ^B
	MG**	73,59	70,48	68,71	79,09	76,54	87,39	90,57	97,59	
	P	a	a	a	a	a	a	a	a	
CK (U/L)	G1	126,27 ± 106,41	109,28 ± 39,90	150,57 ± 71,65	127,48 ± 23,24	97,13 ± 19,82	97,13 ± 19,82	103,20 ± 30,55	109,27 ± 31,34	116,02 ^B
	G2	168,67 ± 42,67	165,94 ± 60,30	173,70 ± 78,81	159,35 ± 21,78	137,30 ± 23,31	161,56 ± 12,31	126,30 ± 32,97	121,41 ± 21,71	151,32 ^A
	G3	131,13 ± 55,92	184,58 ± 47,36	157,82 ± 72,85	121,41 ± 48,57	121,41 ± 24,28	145,70 ± 42,08	137,61 ± 56,09	129,51 ± 37,10	144,03 ^A
	MG**	143,70	151,42	160,91	149,79	121,28	138,08	121,81	119,55	
	P	a	a	a	a	a	a	a	a	

* MG = Médias gerais.

dos valores do NEFA no momento do parto (0,77mmol/L), quando comparado aos momentos anteriores (Quadro 3). A elevação nos valores de NEFA no momento do parto pode ser justificada como provável decorrência das alterações hormonais e do estresse associado à gestação (McNamara et al. 2003), não sendo observado valores superiores ao considerado normal para a espécie ovina (Kaneko et al. 2008). A secreção de epinefrina que acompanha o estresse no período do parto acarreta passadeira mobilização de gordura (Dole 1956), com conseqüente decréscimo dos valores médios nos momentos subsequentes ao parto. O aumento gradativo nos níveis de NEFA com a aproximação do parto, acompanhado posteriormente pelo decréscimo na fase de lactação foi também observado por Stephenson et al. (1997).

Embora tenha sido observada elevação nos valores das médias gerais no momento do parto, quando comparado aos anteriores (Quadro 3), chama-se atenção para os valores médios do grupo G1, quando comparado aos demais, onde observa-se neste grupo, antes da administração do propileno glicol os maiores valores médios do NEFA e posteriormente, já no momento que precede ao parto (AP) e subsequentemente no parto, uma visível redução, particularmente quando comparada aos demais grupos, em que se observa uma resposta inversa, ou seja elevação (Quadro 3). Esta sutil observação, nos leva a supor que a administração de propileno glicol propiciou um aporte energético em momentos de elevada demanda, fato este observado, também neste grupo (G1), pelo aumento dos níveis de glicose e redução dos valores de β -hidroxibutirato no momento que antecedeu ao parto (AP), caracterizando desta forma, a necessidade de mais estudos de preferência em situações de maior desafio nutricional, para consolidar o seu uso preventivo e /ou terapêutico em ovelhas gestantes, principalmente as submetidas a sistema de criação intensivo.

Quanto às enzimas, observou-se haver diferença estatística nas médias gerais referentes à atividade sérica da AST, FA e CK entre os grupos estudados, apresentando os maiores valores o grupo suplementado com cobalto associado à

vitamina B12 (G2) (Quadro 4). Ao longo de todo o período do periparto não foi observado efeito de momento na atividade sérica de AST, FA e CK (Quadro 4), permanecendo os valores destas variáveis situadas dentro da normalidade para a espécie ovina (Kaneko et al. 2008), caracterizando não haver comprometimento celular hepático (Wierda et al. 1985, Contreras et al. 2000, Cal et al. 2009). Outros autores, avaliando a influência do propileno glicol sobre os valores enzimáticos de AST em cabras e vacas no período de transição, não evidenciaram alterações na atividade sérica desta enzima (Hoedemaker et al. 2004, Mikula et al. 2008, Chiofalo et al. 2009).

CONCLUSÃO

A administração de propileno glicol e cobalto associado à vitamina B₁₂ não influenciou o perfil metabólico protéico e energético, assim como não houve comprometimento da funcionalidade hepática das ovelhas no período do periparto.

Agradecimentos. - À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo auxílio financeiro e a CAPES pela concessão da Bolsa de Doutorado (Programa Institucional de Qualificação Docente para Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica-PIQDTec).

REFERÊNCIAS

- Afonso J.A.B. 2006. Toxemia da prenhez. *J. Vet. Zootec. CRMV-PE* 26:7.
- Bertoni G. 1996. Feeding and bovine milk quality: Endocrine and metabolic factors. *Zootec. Nutr. Anim.* 22:205-214.
- Brito A.M. 2004. Variação dos perfis metabólico, hematológico e lácteo de ovinos leiteiros em confinamento. Dissertação de Mestrado em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 59p.
- Butler S.T., Pelton S.H. & Butler W.R. 2006. Energy balance, metabolic status, and the first postpartum ovarian follicle wave in cows administered propylene glycol. *J. Dairy Sci.* 89:2938-2951
- Cal L., Borteiro C., Benech A., Rodds E., Abreu M.N., Cruz J.C. & Gonzales Montana J.R. 2009. Histological changes of the liver and metabolic correlates in ewes with pregnancy toxemia. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.* 61(2):306-312.

- Caldeira R.M. 2005. Monitoração da adequação do plano alimentar e do estado nutricional em ovelhas. *Revta Port. Ciênc. Vet.* 100 (555/556):125-139.
- Caldeira R.M., Belo A.T., Santos C.C., Vazques M.I. & Portugal A.V. 2007. The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small Rumin. Res.* 68:233-241.
- Campos A.G., Afonso J.A.B., Santos R.A., Mendonça C.L. & Guimarães J.A. 2010. Estudo clínico-laboratorial da toxemia da prenhez em ovelhas: análise retrospectiva. *Ciênc. Anim. Bras.* 11(3):623-628.
- Castañeda-Gutiérrez E., Pelton S.H., Gilbert R.O & Butler W.R. 2009. Effect of peripartum dietary energy supplementation of dairy cows on metabolites, liver function and reproductive variables. *Ann. Reprod. Sci.* 112(3/4):301-315.
- Chiofalo V., D'Aquino S., Scinaro Tenghi E., Sanzarello L., Chiofalo B., Piccitto F., Cavallaro M. & Liotta L. 2009. Effect of peripartum propylene glycol supplementation on some biochemical parameters in dairy goats. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 11(1):215-217.
- Chiofalo V., Todaro M., Liotta L., Margotta S., Manzo T. & Leto G. 2005. Effect of propylene glycol on pre- and postpartum performance by dairy ewes. *Small Rumin. Res.* 58:107-114.
- Contreras P.A., Phil M., Möller I., Wittwer F. & Tadich N. 1990. Concentraciones sanguíneas de glucose, colesterol, cuerpos cetónicos y actividad de aspartato aminotransferasa en ovejas con gestación única y gemelar em pastoreo rotacional intensivo. *Arch. Méd. Vet.* 22(1):65-69.
- Contreras P.A., Wittwer F. & Böhmwald H. 2000. Uso dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional dos ovinos, p.75-88. In: González F.H.D., Barcelos J.O., Ospina H. & Ribeiro L.A.O. (Eds), Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Diffay B.C., McKenzie D., Wolf C. & Pugh D.G. 2004. Abordagem e exame de ovinos e caprinos, p.1-19. In: Pugh D.G. (Ed.), Clínica de Ovinos e Caprinos. Roca, São Paulo.
- Dole V.P. 1956. A relation between non-esterified fatty acids in plasma and the metabolism of glucose. *J. Clin. Invest.* 35:150-154.
- Duncan W.R.H., Morrison E.R. & Garton G.A. 1981. Effects of cobalt deficiency in pregnant and post-parturient ewes and their lambs. *Brit. J. Nutr.* 46:337-344.
- Dirksen G., Gründer H.D. & Stöber M. 1993. *Rosenberger's: Exame Clínico dos Bovinos*. 3ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 419p.
- Hay W.W., Sparks J.J.W., Wilkening R.B., Battaglia F.C. & Meschia G. 1983. Partition of maternal glucose production between conceptus and maternal tissues in sheep. *Am. J. Physiol., Endocrinol. Metabolism* 245(E):347-350.
- Hoedemaker M., Prange D., Zerbe H., Frank J., Daxenberger A. & Meyer H.H.D. 2004. Peripartum propylene glycol supplementation and metabolism, animal health, fertility and production in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:2136-2145.
- Kaneko J.J., Harvey J.W. & Bruss M.L. 2008. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6th ed. Academic Press, New York. 928p.
- Lacetera N., Bernabucci U., Ronchi B. & Nardone A. 2001. Effects of subclinical pregnancy toxemia on immune responses in sheep. *Am. J. Vet. Res.* 62(7):1020-1024.
- McNamara S., Murphy J.J., Rath M. & O'Mara F.P. 2003. Effect of different transition diets on energy balance, blood metabolites and reproductive performance in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 84:195-206.
- Mikula R., Nowak W., Jaskowski J.M., Mackowiak P., Pruszyńska E. & Włodarek J. 2008. Effects of propylene glycol supplementation on blood biochemical parameters in dairy cows. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 52:461-466.
- Morais O.R. 2000. O melhoramento genético dos ovinos no Brasil: situação atual e perspectivas para o futuro. *Anais 3ª Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal*, Belo Horizonte, MG, p.266-272.
- National Research Council (NRC) 1985. *Nutrient Requirements of Sheep*. 6th ed. National Academy Press, Washington D.C. 99p.
- Nielsen N.I. & Ingvarsen K.L. 2004. 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. *Ann. Feed Sci. Technol.* 115:191-213.
- Oliveira J.J. 2000. A solução é apalpar o úbere da Santa Inês. O Berro. Disponível em < http://www.zebus.com.br/zootecnia3_40_berro.htm > Acesso em 20 out. 2002.
- Oliveira D.R., Cardoso E.C., Dourado A.P., Brandão F.Z., Ortolani E.L., Minervino A.H.H., Araújo C.V. & Oliveira J.S.K. 2008. Perfil metabólico de ovelhas da raça Santa Inês durante o período periparto na baixada litorânea do estado do Rio de Janeiro: proteína, energia e minerais. *Anais 35º Conbravet*, Gramado, RS. (Resumo)
- Pearson E.G. & Mass J. 2002. Hepatic lipidosis, p.810-815. In: Smith B.P. (Ed.), *Large Animal Internal Medicine*. 3rd ed. Mosby, St Louis.
- Rings M. 1985. Therapeutic considerations in ketosis and hepatic lipidosis in cattle. *Modern Vet. Pract.* 523-526.
- Rook J.S. 2000. Pregnancy toxemia of ewes, does, and beef cows. *Vet. Clin. North Am., Food Anim. Pract.* 16(2):293-317.
- Russel A.J.F. 1991. Nutrition of pregnant ewe, p.29-39. In: *Ibid.* (Ed.), *Sheep and Goat Practice*. Baillière Tindall, London.
- Sampaio I.B.M. 2007. *Estatística Aplicada à Experimentação Animal 3ª ed.* FEP MVZ Editora, Belo Horizonte. 265p.
- Sargison N.D., Scott P.R., Penny C.D., Pirie R.S. & Kelly J.M. 1994. Plasma enzymes and metabolites as potential prognostic indices of ovine pregnancy toxemia-a preliminary study. *Brit. Vet. J.* 150:271-277.
- Schneider A., Schwegler E., Goulart M.A., Ross T.B., Rabassa V.R., Del Pino A.B., Pfeifer L.F.M. & Corrêa M.N. 2008. Efeito do jejum e da administração de insulina sobre os parâmetros metabólicos em ovelhas em confinamento. *Acta Scient. Vet.* 36(1):39-42.
- Schlumbohm C. & Harmeyer J. 2008. Twin-pregnancy increases susceptibility of ewes to hypoglycaemic stress and pregnancy toxemia. *Res. Vet. Sci.* 84:286-299.
- Sigurdsson H. 1991. Metabolic disorders in ewes during late pregnancy. *Icel. Agric. Sci.* 5:25-31.
- Stephenson K.A., Lean I.J., Hyde M.L., Curtis M.A., Garvin J.K. & Lowe L.B. 1997. Effects of monensin on the metabolism of periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80:830-837.
- Sucupira M.C.A. 2010. Perfil metabólico no período periparto. 5º Congresso Internacional Feinco, São Paulo. (Comunicação oral)
- Swenson M. & Reece W. 1996. *Duke's: Fisiologia dos Animais Domésticos*. 11ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 856p.
- Van Saun R.J. 2000. Pregnancy toxemia in a flock of sheep. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 21(10):1536-1539.
- Wierda A., Verhoeff J., Van Dijk S., Dorresteyn J. & Wensing T. 1985. Effects of trenbolone acetate and propylene glycol on pregnancy toxemia in ewes. *Vet. Rec.* 116:284-287.