

Respostas bioquímicas de ovelhas submetidas a *flushing* de curto prazo em região subtropical

Biochemical profiles of ewes submitted to short-term nutritional supplementation in subtropical region

GRESSLER, Marcelo Alexandrino Leandro¹; SOUZA, Maria Inês Lenz^{2*}; SOUZA, Albert Schiaveto de²; FILIÚ, Wander Fernando de Oliveira²; AGUENA, Sandra Maura³, FRANCO, Gumercindo Lorian⁴

¹Médico Veterinário, Autônomo, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

³Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Hospital Universitário, Campo Grande, Seção de Análises Clínicas, Mato Grosso do Sul, Brasil.

⁴Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

*Endereço para correspondência: maria.souza@ufms.br

RESUMO

Influências exercidas pela nutrição sobre produção animal dão-se por variações no peso e condição corporal, afetando a homeostase, em dietas com altos níveis de energia ou proteínas, cujas modificações causam rápida e imediata alteração em vários agentes metabólicos humorais. Com objetivo de avaliar a influência de cinco diferentes dietas de curto prazo sobre ganho de peso e perfil bioquímico (colesterol total e frações HDL/LDL, triglicerídeos, glicose, ureia, creatinina, proteínas totais, albumina), 70 ovelhas mestiças Santa Inês, aleatoriamente distribuídas em cinco grupos, foram submetidas às dietas, durante sete dias (1 - milho, farelo de soja, gordura protegida, silagem de milho; 2 - milho, farelo de soja, silagem de milho; 3 - gordura protegida, silagem de milho; 4 - silagem de milho; 5 - feno de Tifton). Nos dias 0 e 8 (anterior à instituição das dietas e seguinte ao término) pesou-se as ovelhas e colheu-se sangue, visando quantificação do perfil bioquímico. Os dados foram analisados com delineamento experimental de 5x2 por ANOVA de duas vias de medidas repetitivas e pós-teste de Tukey. Não se observaram variações no peso corporal entre grupos de dieta, mas evidenciaram-se diferenças no ganho de peso (g/7 dias) entre grupos ($G_4 = 1,82 \pm 0,23$ g versus $G_1 = 0,21 \pm 0,43$ g). Colesterol total e LDL-colesterol variaram entre grupos, tendo o G_1 apresentado maiores valores. Os demais componentes bioquímicos não tiveram

diferenças significativas. Ovelhas submetidas a programa de *flushing* de curto prazo, responderam com ganho de peso, associado a aumentos em seus níveis de colesterol total e reduções na ureia sérica.

Palavras-chave: metabólitos, ovinos, suplementação alimentar

SUMMARY

Nutrition influence on animal production is given by changes in weight and body condition, affecting homeostasis, with use of diets with high levels of energy or protein. Changes in the diet cause a rapid and immediate change in various metabolic humoral agents. With the objective to evaluate the influence of five different short-term diets on weight gain and biochemical profile (total cholesterol and fractions HDL/LDL, triglycerides, glucose, urea, creatinine, total protein, albumin), 70 ewes Santa Inês crossbred, randomly distributed into five groups, were subjected to diets for seven days (1 - corn, soybean meal, protected fat, corn silage, 2 - corn, soybean meal, silage corn, 3 - protected fat, corn silage, 4 - corn silage, 5 - Tifton hay). The days 0 and 8 (before the institution of the diet and after finish) was weighed and blood was obtained from ewes in order to quantify the biochemical profile. Data were analyzed with 5x 2 experimental delineation using two-way ANOVA for repeated measures and Tukey post-test. There

were no changes in body weight between diet groups, but became evident variations in weight gain (g / 7 days) between groups ($G4 = 1.82 \pm 0.23$ g versus $G1 = 0.21 \pm 0.43$ g). cholesterol-LDL and total cholesterol varied between groups, with the G1 presented the highest values. The other biochemical component showed no statistically significant differences. Ewes subjected to a flushing program, responded with weight gain, associated with increases in their cholesterol levels and reductions in serum urea.

Keywords: metabolites, nutritional supplementation, ovine

INTRODUÇÃO

Animais estacionais exibem ciclos anuais de peso corporal, conteúdo de gordura, ingestão alimentar, status reprodutivo e hormonal, como parte de uma complexa adaptação às condições ambientais (SZCZESNA et al., 2011). Nas regiões próximas ao Equador, onde o fotoperíodo varia imperceptivelmente, o ciclo reprodutivo de ovinos é modificado pelas respostas a outros impulsos ambientais ou sócio-sexuais (MARTIN et al., 2004). Assim, o nível nutricional é fator chave na programação e expressão de vias metabólicas que habilitam os ovinos a alcançarem seu potencial genético para produção e reprodução (SOMCHIT et al., 2007; ROSALES-NIETO et al., 2011).

Variações nutricionais afetam o metabolismo diretamente, por determinar substrato exógeno para processos celulares e, indiretamente, pela estimulação ou inibição de fatores neuroendócrinos de regulação metabólica (SCARAMUZZI et al., 2006; SOMCHIT et al., 2007), refletindo-se nas concentrações de hormônios e nutrientes circulantes no plasma sanguíneo (SGORLON et al., 2008). Para diagnóstico e estudo de respostas nutricionais no organismo, o perfil metabólico demonstra as principais vias

bioquímicas, nas quais glicose e colesterol representam metabolismo energético, enquanto ureia, albumina e proteínas totais indicam metabolismo proteico (FREITAS JÚNIOR et al., 2010). Por isso, a avaliação do status nutricional do rebanho pode ser realizada pela determinação de alguns metabólitos sanguíneos (PEIXOTO & OSÓRIO, 2007).

Rápidas modificações na composição da dieta afetam a homeostase metabólica e oxidativa das fêmeas (SGORLON et al., 2008). Tratamentos nutricionais de curto tempo causam rápida e imediata alteração em vários agentes metabólicos humorais (MARTIN et al., 2004; ESPINOZA et al., 2008; VIÑOLES et al., 2009), refletindo-se nas características produtivas e reprodutivas.

É importante o conhecimento dos efeitos provocados por dietas de curto prazo, nos animais criados em condições de produção características da região, quanto aos perfis de metabólitos bioquímicos e índices de produtividade, visando o estabelecimento de técnicas simples de manejo que possam ser difundidas e prontamente utilizadas por produtores. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes dietas de curto prazo sobre ganho de peso e perfil bioquímico (colesterol total, HDL-colesterol, LDL-colesterol, triglicerídeos, glicose, ureia, creatinina, proteínas totais e albumina) de fêmeas ovinas Santa Inês mantidas sob latitude 22°22'27"S.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se um grupo de 70 fêmeas mestiças Santa Inês, com idades entre dois e quatro anos e escore de condição corporal (ECC) entre 2,5 e 3,0 (escala de 1-5), reprodutivamente aptas, criadas em um rebanho no município de Fátima do Sul, MS (latitude de 22°22'27"S,

longitude 54°30'50"W, altitude de 430m), entre junho e agosto de 2009. O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA)/UFMS, sob nº 233/2009.

Os animais foram submetidos a cinco diferentes dietas de curto prazo (formuladas para suprir 100% das necessidades diárias das ovelhas, segundo NRC (2007), durante sete dias, em baias cobertas, em grupos de 12 fêmeas adultas, aleatoriamente distribuídas entre eles, como definido, em matéria seca (MS), abaixo:

- Grupo 1 (G1): concentrado com amido (milho – 34,09%) + ácidos graxos insaturados (farelo de soja – 5,86%), com suplementação de gordura protegida (Megalac-E® - 3,5%), volumoso silagem de milho (40,0%), caulim (6,11%); calcário (9,44%) e sal mineral (Ovinofós® - 1,0%);
- Grupo 2 (G2): concentrado com amido (milho – 46,80%) + ácidos graxos insaturados (farelo de soja – 3,60%), volumoso silagem de milho (40,0%), caulim (7,63%), calcário (1,04%) e sal mineral (Ovinofós® - 1,0%);
- Grupo 3 (G3): concentrado com suplementação de gordura protegida (Megalac-E® - 2,5%) e volumoso silagem de milho (97,5%), com sal mineral (Ovinofós®) à vontade;
- Grupo 4 (G4): somente volumoso silagem de milho (100,0%), com sal mineral (Ovinofós®) à vontade;
- Grupo 5 (G5): feno de Tifton-85 (*Cynodon* spp), com sal mineral (Ovinofós®) à vontade.

No dia anterior ao dia de instituição das dietas (D₀) realizou-se a pesagem e colheita de sangue das ovelhas, por venopunção jugular, em tubos de vácuo sem anticoagulante, para posterior quantificação do perfil bioquímico (colesterol total, HDL-colesterol, LDL-colesterol, triglicerídeos, glicose, ureia, creatinina, proteínas totais, albumina).

Uma vez colhido, o sangue foi centrifugado, para a obtenção do soro, e armazenado em freezer a -20°C até o momento das dosagens séricas.

Durante a administração das dietas, por sete dias (D₁ a D₇), os animais ficaram confinados em baias cobertas e receberam 2,7% do peso vivo em concentrado e cerca de 10% de seu peso vivo em volumoso, divididos em duas vezes no dia, além de água e mistura mineral *ad libitum*, conforme o seu grupo experimental. No dia 8 (D₈), as ovelhas passaram a receber somente a alimentação usual da propriedade (grama Mato Grosso, *Paspalum* sp. mais silagem de milho), foram novamente pesadas e tiveram sangue colhido, para as mesmas quantificações citadas acima.

As amostras de soro foram quantificadas em seus níveis de colesterol total (método enzimático colorimétrico), HDL-colesterol (método enzimático homogêneo) e LDL-colesterol (método enzimático homogêneo), triglicerídeos (método enzimático colorimétrico), glicose (método enzimático-hexokinase), creatinina (método cinético), ureia (método enzimático colorimétrico), proteínas totais (método colorimétrico-biureto) e albumina (método colorimétrico-verde de bromocresol), com kits comerciais, através de procedimentos de espectrofotometria em equipamento automatizado COBAS® (Roche-Hitachi) com controle de qualidade, realizado no Laboratório de Bioquímica Clínica do Curso de Farmácia/UFMS.

Neste estudo foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado de 5x2, sendo o fator grupo experimental subdividido em cinco níveis (grupos de 1 a 5 de acordo com a dieta) e o fator momento de análise subdividido em dois níveis (0 e 7 dias). A avaliação do efeito do grupo

experimental (fator 1), do momento de análise (fator 2) e a interação entre estes fatores, em relação às variáveis dependentes avaliadas neste estudo (relação albumina/globulina, albumina, colesterol, creatinina, glicose, globulina, HDL, proteína total, triglicérides, ureia, VLDL e LDL) foi realizada por meio do teste ANOVA de duas vias de medidas repetitivas, seguido pelo pós-teste de Tukey. A análise estatística foi realizada utilizando-se o “Software” SigmaPlot versão 12.5, considerando um nível de significância de 5%. Os demais resultados das variáveis avaliadas neste estudo foram apresentados na forma de estatística descritiva ou na forma de tabelas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação do efeito de cinco diferentes dietas sobre o peso corporal e o perfil bioquímico de ovelhas Santa Inês, verificou-se que o peso corporal das mesmas, similar entre os grupos ao início do experimento, revelou variações significativas entre os dias de pesagem nos grupos G2, G3, G4 e G5, sendo os pesos de D₀ e D₈, respectivamente para G1 = 36,50±1,67 e 36,71±1,42kg (p>0,05); G2 = 38,71±1,27 e 39,78±1,20kg (p<0,01); G3 = 37,17±1,64 e 38,67±1,51kg (p<0,01); G4 = 40,96±1,77 e 42,78±1,65 kg (p<0,001); G5 = 37,03±1,33 e 37,96±1,19kg (p<0,001). Ao comparar-se os grupos de dieta, não se observaram modificações no peso corporal (p>0,05), mas evidenciaram-se variações no ganho de peso (g/7 dias) entre os grupos. O G4 teve maior ganho de peso (1,82±0,23g) em relação ao G1 (0,21±0,43g), que apresentou o menor ganho de peso dos cinco tratamentos, enquanto os outros grupos, não demonstraram variações entre si, com ganhos de peso de

1,07±0,32 g no G2, 1,50±0,30 g no G3 e 0,92±0,17 g no G5.

As dietas foram formuladas para suprirem 100% das necessidades diárias dos animais, permitindo esperar um consumo similar entre os grupos, sem afetar a fermentação ruminal de forma deletéria, o que parece ter sido alcançado, ao avaliar-se o peso corporal médio dos grupos, sem perdas de peso entre eles ou entre animais nos grupos.

O peso corporal das ovelhas variou entre os dias de pesagem em todos os grupos exceto o G1, demonstrando um ganho de peso dos animais e um ajuste adequado das dietas, de forma diferente ao encontrado por Viñoles et al. (2009), que não verificaram variações no peso corporal de ovelhas recebendo *flushing* alimentar de curto prazo. No entanto, não houve diferença entre os grupos em termos de peso corporal, somente no ganho de peso em gramas por dia dentro de cada grupo. A manutenção dos pesos corporais em limites médios para a raça é importante, porque o sobrepeso e o evidente aumento da condição corporal relacionam-se com variações no perfil lipídico e na consequente fertilidade da fêmea (VILLA et al., 2009). Além disso, os animais possuem habilidade para estocar energia e, também, criar mecanismos e estratégias para manejar seus depósitos de gordura de acordo com as modificações no suprimento e demanda energéticos ou com as condições ambientais (SZCZESNA et al., 2011). A importância de uma ausência de variações bruscas no peso corporal reside no fato de que a quantidade de reservas corporais tem um efeito definido sobre a eficiência produtiva e reprodutiva dos animais, através da habilidade dos ruminantes para cobrir metabolicamente a demanda nutricional de produção adicional ou variações estacionais na quantidade e

qualidade da pastagem (CALDEIRA et al., 2007).

É conhecido que o status metabólico do animal (balanço energético positivo ou negativo) e as alterações concomitantes no apetite e na divisão de nutrientes no corpo são regulados por uma série de complexas interações entre concentrações sanguíneas de hormônios metabólicos e vários fluxos de nutrientes dentro do corpo (SCARAMUZZI et al., 2006).

As médias e desvios padrão nos dias D₀ e D₈ para variáveis bioquímicas, bem como os valores de significância, estão apresentadas, para as características colesterol total, HDL-colesterol, LDL-colesterol, triglicerídeos e glicose na Tabela 1 e, para as características albumina, creatinina, proteínas totais e ureia na Tabela 2. Os níveis de colesterol total plasmático são indicadores adequados do total de lipídeos no plasma, pois correspondem a, aproximadamente, 30% do total e tem uma relação direta com a alimentação do animal (VILLA et al., 2009). As variáveis bioquímicas colesterol total ($p < 0,05$) e LDL-colesterol ($p < 0,001$) variaram entre grupos, ainda mantendo-se dentro dos valores de referência (Tabela 1), tendo o G1 apresentado os maiores valores, uma vez que constituiu-se na dieta mais variada, em termos de composição, contendo concentrado com amido + ácidos graxos insaturados, gordura protegida rico em ácido linoleico e volumoso silagem de milho. O ácido linoleico (n-6), segundo Gulliver et al. (2012), está associado à elevação nos níveis de colesterol total. Ghoreishi et al. (2007) sugeriram que uma dieta suplementada com gordura aumenta o nível plasmático e folicular do colesterol ligado às HDL-colesterol, o que foi parcialmente verificado neste experimento, em que o colesterol total aumentou significativamente no G1, suplementado com gordura protegida

associada a outros nutrientes, ainda que o HDL-colesterol não tenha acompanhado este aumento, mas o mesmo não foi verificado quando a gordura protegida era fornecida somente com silagem de milho (G3). Isto pode ser um indicativo de que a gordura protegida necessita de complementos nutricionais na dieta para atingir seus níveis máximos, que podem refletir-se nas concentrações circulantes de lipídios. No entanto, para Espinoza et al. (2008), quando as dietas de ovelhas Pelibuey tinham baixa proporção de gordura protegida ou de gordura bovina, as concentrações de metabólitos lipídicos e o ganho de peso não variaram entre tratamentos. Vacas em lactação suplementadas com diferentes fontes de gordura (óleo de soja, grãos de soja, sais de cálcio de ácidos graxos) apresentaram aumento nas concentrações sanguíneas de colesterol total e LDL-colesterol, quando comparadas aos animais mantidos com ração controle (FREITAS JÚNIOR et al., 2010). Ainda segundo Freitas Júnior et al. (2010), o aumento na concentração de colesterol total no sangue ocorre em razão da elevação da demanda necessária para digestão, absorção e transporte de ácidos graxos de cadeia longa ingeridos, presentes nas fontes de gordura, que poderiam também explicar as elevações verificadas no presente experimento nos níveis de colesterol do G1.

Para os dias de colheitas as variações foram mais diversificadas entre as variáveis bioquímicas, inclusive com as variações verificadas nos níveis de colesterol total, revelando uma interação grupo x dia significativa ($p < 0,001$). O colesterol total, com valores similares entre grupos no D₀, aumentou no D₈ no G1 ($p < 0,001$), de forma mais marcante, no G2 ($p < 0,05$) e no G5 ($p < 0,001$), indicando uma alta qualidade do feno de Tifton utilizado neste último grupo. De forma

semelhante ao colesterol total, o LDL-colesterol também demonstrou, em seus níveis, uma interação grupo x dia significativa ($p < 0,001$), com diferenças entre os dias nos grupos G1 ($p < 0,001$), com marcante aumento, G2 ($p < 0,01$) e G5 ($p < 0,01$), que também tiveram elevações, enquanto diminuiu no G4 ($p < 0,01$). Já o HDL-colesterol aumentou somente no G5 ($P < 0,01$). O aumento na concentração dos componentes do lipidograma, colesterol total, LDL-colesterol e HDL-colesterol pode ser justificado pelo maior consumo de ácidos graxos das rações contendo fontes de gordura, que proporcionou elevação das respectivas frações relativas ao metabolismo de lipídeos, transportadas no sangue (GHOREISHI et al., 2007; FREITAS JÚNIOR et al., 2010) e pela utilização de um feno provavelmente de boa qualidade nutricional. Também é importante ressaltar que as concentrações séricas de colesterol total e/ou lipoproteínas refletem o balanço de um momento mais próximo à avaliação sérica, ou seja, a alimentação recebida recentemente, ao contrário do ECC, que reflete o balanço de energia no tempo (VILLA et al., 2009).

Os triglicerídeos não variaram entre dietas ($p > 0,05$), mas sim entre dias ($p < 0,001$), sem interação entre grupos e dias ($p > 0,05$), indicando uma boa qualidade das dietas fornecidas e refletindo o aumento do fornecimento de energia em relação ao existente no pasto. Os triglicerídeos servem, principalmente, como fonte de energia metabólica celular, acumulando-se no tecido adiposo, seu principal local de metabolismo endógeno nos ruminantes, de onde são mobilizados em resposta às demandas de energia do corpo (ESPINOZA et al., 2008). As concentrações de triglicerídeos de cabras alimentadas com 100% e 150% de seus requerimentos nutricionais diferiram significativamente entre o início e o

final do período experimental de seis meses (ROSALES-NIETO et al., 2011). Em cabras avaliadas entre duas semanas pré-parto e quatro semanas pós-parto, os triglicerídeos reduziram-se à medida que as necessidades lactacionais aumentavam (ZABALETA et al., 2012). De forma distinta, as concentrações séricas de colesterol total, triacilglicerol e HDL-colesterol, mas não de LDL-colesterol, foram significativamente aumentadas em ovelhas alimentadas com gordura protegida durante um ciclo estral, quando comparadas com fêmeas sem esta suplementação (GHOREISHI et al., 2007). É conhecido que o uso da gordura melhora a eficiência alimentar, uma vez que há maior energia metabolizável nos lipídios em comparação aos carboidratos ou proteínas (ESPINOZA et al., 2008; ZACHUT et al., 2008) e estas condições foram alcançadas na dieta do G1, que era a mais variada em tipos de nutrientes e, portanto, poderia permitir uma melhor utilização metabólica dos mesmos. No entanto, Espinoza et al. (2008), trabalhando com grupos de dieta base, gordura protegida ou gordura animal não encontraram diferenças no perfil lipídico de ovelhas Pelibuey. A creatinina, formada no músculo a partir da creatina fosfato por desidratação irreversível, mostrou elevação do D_0 ao D_8 apenas no G1 ($p < 0,05$). Os níveis de creatinina plasmática refletem a taxa de filtração glomerular, devido a sua total excreção renal, e níveis altos deste metabólito indicam deficiência na função renal (GONZÁLEZ & SILVA, 2006). No entanto, mesmo com os valores mais elevados do G1, todos os níveis estão abaixo dos valores de referência para a espécie (Tabela 1), evidenciando um reflexo do confinamento dos animais, com baixo consumo de energia pelo músculo.

Tabela 1. Médias $\pm$ desvios padrão de variáveis bioquímicas séricas: triglicerídeos (TG), colesterol total (CT), HDL-colesterol (HDLc), LDL-colesterol (LDLc) e glicose (GLI), em ovelhas Santa Inês, antes (D₀) e após (D₈) serem submetidas a diferentes dietas de *flushing* de curto prazo (sete dias), Fátima do Sul, MS

Grupos de dieta	TG (mg/dL)		CT (mg/dL)		HDLc (mg/dL)		LDLc (mg/dL)		GLI (mg/dL)	
	D ₀	D ₈	D ₀	D ₈	D ₀	D ₈	D ₀	D ₈	D ₀	D ₈
1	16,50 $\pm$ 1,74 ^{aB}	18,43 $\pm$ 2,65 ^{aA}	59,29 $\pm$ 11,53 ^{aB}	85,00 $\pm$ 19,95 ^{aA}	34,93 $\pm$ 6,39 ^{aA}	35,86 $\pm$ 8,44 ^{aA}	21,14 $\pm$ 60,70 ^{aB}	45,21 $\pm$ 14,67 ^{aA}	47,79 $\pm$ 7,32 ^{aA}	50,14 $\pm$ 9,10 ^{aA}
2	15,36 $\pm$ 4,14 ^{aA}	18,21 $\pm$ 5,47 ^{aA}	54,36 $\pm$ 11,95 ^{aB}	59,71 $\pm$ 12,28 ^{aA}	32,50 $\pm$ 7,07 ^{aA}	32,86 $\pm$ 7,91 ^{aA}	18,93 $\pm$ 6,90 ^{aB}	23,14 $\pm$ 6,14 ^{bA}	51,64 $\pm$ 14,16 ^{aA}	48,50 $\pm$ 6,39 ^{aA}
3	14,86 $\pm$ 4,67 ^{aB}	22,62 $\pm$ 8,23 ^{aA}	56,64 $\pm$ 16,69 ^{aA}	56,92 $\pm$ 10,93 ^{bA}	31,07 $\pm$ 7,40 ^{aA}	32,62 $\pm$ 6,14 ^{aA}	22,29 $\pm$ 9,86 ^{aA}	19,77 $\pm$ 5,43 ^{bA}	45,57 $\pm$ 9,13 ^{aA}	48,46 $\pm$ 5,30 ^{aA}
4	16,21 $\pm$ 3,70 ^{aB}	23,93 $\pm$ 7,30 ^{aA}	54,21 $\pm$ 14,60 ^{aA}	52,93 $\pm$ 15,97 ^{bA}	31,14 $\pm$ 7,56 ^{aA}	33,36 $\pm$ 7,90 ^{aA}	19,71 $\pm$ 8,05 ^{aA}	14,71 $\pm$ 8,61 ^{bB}	46,79 $\pm$ 7,55 ^{aA}	45,79 $\pm$ 4,44 ^{aA}
5	15,43 $\pm$ 4,64 ^{aB}	22,36 $\pm$ 7,75 ^{aA}	51,43 $\pm$ 9,48 ^{aB}	63,64 $\pm$ 14,36 ^{bA}	29,79 $\pm$ 7,70 ^{aB}	36,50 $\pm$ 9,69 ^{aA}	18,50 $\pm$ 4,26 ^{aB}	22,79 $\pm$ 7,05 ^{bA}	49,79 $\pm$ 10,81 ^{aA}	45,71 $\pm$ 5,61 ^{aA}
Valores de referência	17,6 – 24,0 mg/dL (GHOREISHI et al., 2007)		52 -76 mg/dL (GONZÁLEZ & SILVA, 2006)		21,7 – 47,3 mg/dL (GHOREISHI et al., 2007; ESPINOZA et al., 2008)		29,4 – 65,9 mg/dL (GHOREISHI et al., 2007; ESPINOZA et al., 2008)		50 – 80 mg/dL (GONZÁLEZ & SILVA, 2006)	

Médias $\pm$ desvios padrão seguidas por letras maiúsculas distintas nas linhas, em cada variável, diferem entre si pelo teste t-student pareado (P<0,05) na comparação entre dias.

Médias $\pm$ desvios padrão seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas, em cada variável, diferem entre si pelo teste t-student pareado (P<0,05) na comparação entre grupos;

Existe uma correlação positiva entre conteúdo corporal de creatina, que é dependente da massa muscular e do ECC e taxa de proteólise e utilização de compostos endógenos de nitrogênio (CALDEIRA et al., 2007). Como os animais estavam em ECC entre 2,5 e 3,0, pode ter havido baixa taxa de proteólise em função de menor massa muscular, visto serem da raça Santa Inês, além do fato de estarem confinados, o que explica a ausência de elevações na creatinina sérica. No experimento de Caldeira et al. (2007), ovelhas com ECC 3 exibiram um status metabólico mais balanceado, revelando bem estar nutricional e metabólico, refletido pelas concentrações sanguíneas intermediárias de glicose, glucagon, insulina, albumina e globulinas e baixos níveis de creatinina e ureia séricas.

A adição de diferentes ingredientes na dieta resulta em distintos modelos de fermentação ruminal e produtos de digestão pós-ruminal (ROCHE et al., 2011), pois a natureza da ração alimentar define o padrão básico do metabolismo nos tecidos (ZABALETA et al., 2012). Ao atingirem o sangue, estes produtos podem ter efeitos marcantes sobre as concentrações sanguíneas de amônia, ureia e glicose (ROCHE et al., 2011).

A ureia, que demonstra o estado proteico do animal em curto prazo (PEIXOTO & OSÓRIO, 2007; PEIXOTO et al., 2010), variou entre os dias em todos os grupos, com diminuição no D₈ (G1 $p < 0,001$; G2 $p < 0,001$; G3 $p < 0,01$; G4 $p < 0,001$; G5 $p < 0,001$). Os perfis da ureia nos dois dias de avaliação demonstram a restrição imposta pela dieta, sem acesso ao pasto, o que reduziu a produção de amônia no rúmen destes animais, limitando a formação de compostos de nitrogênio a serem absorvidos

(CALDEIRA et al., 2007). Por outro lado, a concentração de ureia está diretamente relacionada aos níveis proteicos da ração e à relação energia/proteína da dieta (PEIXOTO & OSÓRIO, 2007; PEIXOTO et al., 2010). Entre os grupos deste experimento não houve variação nos níveis médios de ureia, ao contrário do verificado por Ribeiro et al. (2008), que observaram valores 58% mais elevados nos animais comendo silagem de milho, atribuídos aos teores mais elevados de proteína bruta e alta degradabilidade ruminal. No entanto, estes mesmos autores também verificaram que cabras que receberam silagem de milho ou feno de alfafa tiveram concentrações plasmáticas de ureia similares, pois ambas as dietas possuíam alto teor de proteína bruta de elevada degradabilidade ruminal. Em função disto, pode-se suspeitar de que as dietas não foram capazes de fornecer uma adequada relação energia/proteína, refletida pela redução dos níveis de ureia ao longo dos dias do presente experimento, ainda que estes valores sejam um pouco superiores aos valores de referência (Tabela 2). Por outro lado, sabe-se que dietas com alto conteúdo de proteína bruta ou proteína degradável no rúmen têm maiores níveis de ureia plasmática, devido ao baixo conteúdo de carboidratos degradáveis no rúmen ou a uma assincronia entre a degradação de proteína e a disponibilidade de energia no rúmen (PEIXOTO & OSÓRIO, 2007), o que poderia explicar os altos níveis de ureia no D₀, em que os animais vinham de pastejo.

As demais variáveis bioquímicas (glicose, proteínas totais e albumina) não mostraram diferenças significativas entre grupos experimentais ($p > 0,05$) ou entre dias de avaliação ($p > 0,05$). Tratamentos nutricionais de curto tempo, segundo Martin et al. (2004),

levam às variações nas concentrações sanguíneas de glicose, ácidos graxos, insulina, leptina e alguns aminoácidos. No entanto, no presente experimento, ainda que tenham havido alterações no perfil lipídico, as concentrações séricas de glicose não variaram ($p>0,05$), pois sabe-se que a manutenção da concentração de glicose plasmática relaciona-se à relativa estabilidade nas concentrações de glicose em ruminantes (FREITAS JÚNIOR et al., 2010), e quase a totalidade dos carboidratos incorporados à dieta dos ruminantes são fermentados pela microflora ruminal e convertidos em ácidos graxos voláteis, os quais são substratos utilizados como precursores de glicose (ZABALETA et al., 2012). Isto pode ser explicado pelas afirmações de Viñoles et al. (2009), de que as concentrações de glicose alcançam valores de pico cerca de três dias após o início da suplementação e, então, declinam. De forma similar, Zabuli et al. (2010) observaram que o estímulo nutricional intermitente (dias 12 a 15 e 18 a 21 do ciclo estral), em cabras, causou dois aumentos em forma de ondas nas concentrações de glicose e insulina em resposta a cada tratamento de quatro dias com dieta de alta energia, concluindo que a dieta intermitente pode ser mais efetiva que o tratamento constante para estimular níveis sanguíneos de glicose e insulina em estímulo nutricional de curto prazo. No presente experimento, o fornecimento da dieta ocorreu de forma constante em sete dias. A ausência de variações nos níveis sanguíneos de glicose entre os grupos estudados por Ribeiro et al. (2008) levou a um questionamento que pode ser aplicado ao presente experimento, de que uma colheita de sangue ao dia não reflete as variações determinadas pela ingestão de alimentos, com o que também concordam Filipovic et al. (2011). De

forma distinta, Somchit et al. (2007) verificaram aumento da glicose sanguínea em resposta ao *flushing*, com manutenção de níveis elevados. A glicose é uma medida importante para monitorar a saúde e o status metabólico, devido a sua importância no metabolismo intermediário e sua relação com o metabolismo de aminoácidos e lipídeos (FILIPOVIC et al., 2011), mas pode variar rapidamente devido a fatores não dietéticos ou ao estresse (VILLA et al., 2009).

Cabras alimentadas com feno de alfafa ou com silagem de milho por Ribeiro et al. (2008) não demonstraram variações na glicose sanguínea, sendo por eles atribuído ao fato de que a amostragem única de sangue reflete apenas uma fase estável, sem considerar as variações ao longo do dia e, ainda, a formulação de dietas com distintos padrões de fermentação ruminal, resultando em substratos glicogênicos também diferentes, o que pode ter ocorrido no presente experimento.

A avaliação das proteínas totais permite avaliar o status nutricional proteico dos animais, pois sua diminuição no plasma relaciona-se à deficiência proteica na alimentação, descartadas causas patológicas (PEIXOTO & OSÓRIO, 2007), o que não foi verificado neste experimento, em que todos os grupos apresentaram valores de proteínas totais dentro dos valores de referência para a espécie (Tabela 2). Esta informação pode fornecer subsídios para avaliação de suas condições hepáticas, pois a taxa de síntese de proteínas está diretamente relacionada com o estado nutricional do animal e com a função hepática (NRC, 2007) e os valores destas características são, reconhecidamente, maiores em animais jovens em relação aos adultos (MEIRA JÚNIOR et al., 2009).

Tabela 2. Médias $\pm$ desvios padrão de variáveis bioquímicas séricas: albumina (ALB), ureia (UR), creatinina (CRE) e proteínas totais (PT), em ovelhas Santa Inês, antes (D₀) e após (D₈) serem submetidas a diferentes dietas de *flushing* de curto prazo (sete dias), Fátima do Sul, MS

Grupos de dieta	ALB (mg/dL)		UR (mg/dL)		CRE (mg/dL)		PT (g/dL)	
	D ₀	D ₈	D ₀	D ₈	D ₀	D ₈	D ₀	D ₈
1	2,81 $\pm$ 0,33 ^{aA}	2,92 $\pm$ 0,34 ^{aA}	52,57 $\pm$ 8,60 ^{aA}	26,07 $\pm$ 6,41 ^{aB}	0,64 $\pm$ 0,10 ^{aA}	0,72 $\pm$ 0,09 ^{aA}	7,00 $\pm$ 0,69 ^{aA}	6,92 $\pm$ 0,57 ^{aA}
2	2,69 $\pm$ 0,40 ^{aA}	2,61 $\pm$ 0,40 ^{aA}	49,24 $\pm$ 15,88 ^{aA}	24,64 $\pm$ 4,43 ^{aB}	0,64 $\pm$ 0,14 ^{aA}	0,66 $\pm$ 0,14 ^{aA}	6,95 $\pm$ 0,80 ^{aA}	6,73 $\pm$ 0,65 ^{aA}
3	2,64 $\pm$ 0,70 ^{aA}	2,61 $\pm$ 0,50 ^{aA}	43,69 $\pm$ 20,11 ^{aA}	21,77 $\pm$ 3,75 ^{aB}	0,61 $\pm$ 0,15 ^{aA}	0,65 $\pm$ 0,09 ^{aA}	6,62 $\pm$ 1,24 ^{aA}	6,67 $\pm$ 0,58 ^{aA}
4	2,65 $\pm$ 0,59 ^{aA}	2,71 $\pm$ 0,30 ^{aA}	51,00 $\pm$ 10,18 ^{aA}	23,86 $\pm$ 5,80 ^{aB}	0,63 $\pm$ 0,15 ^{aA}	0,63 $\pm$ 0,08 ^{aA}	7,01 $\pm$ 1,36 ^{aA}	7,17 $\pm$ 0,53 ^{aA}
5	2,66 $\pm$ 0,39 ^{aA}	2,67 $\pm$ 0,32 ^{aA}	48,63 $\pm$ 18,40 ^{aA}	22,00 $\pm$ 2,83 ^{aB}	0,62 $\pm$ 0,09 ^{aA}	0,66 $\pm$ 0,06 ^{aA}	6,96 $\pm$ 0,65 ^{aA}	7,14 $\pm$ 0,82 ^{aA}
Valores de referência	2,4 – 3,0 mg/dL (GONZÁLEZ & SILVA, 2006)		8 – 20 mg/dL (GONZÁLEZ & SILVA, 2006)		1,2 – 1,9 mg/dL (GONZÁLEZ & SILVA, 2006)		6,00 – 7,90 mg/dL (GONZÁLEZ & SILVA, 2006)	

Médias $\pm$ desvios padrão seguidas por letras maiúsculas distintas nas linhas, em cada variável, diferem entre si pelo teste t-student pareado (P<0,05) na comparação entre dias.

Médias $\pm$ desvios padrão seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas, em cada variável, diferem entre si pelo teste t-student pareado (P<0,05) na comparação entre grupos;

Os resultados obtidos no presente experimento não mostraram diferenças entre grupos ou dias, de forma distinta ao verificado para os níveis de ureia, ainda que alguns grupos utilizassem farelo de soja, uma fonte de proteína verdadeira (PEIXOTO & OSÓRIO, 2007). A albumina sérica, considerada o indicador mais sensível para determinar o status nutricional proteico (PEIXOTO & OSÓRIO, 2007; PEIXOTO et al., 2010), controla o volume sanguíneo por manter a pressão oncótica do compartimento sanguíneo, e também serve como carreadora para moléculas de baixa solubilidade em água, isolando sua natureza hidrofóbica, tais como hormônios solúveis em lipídeos, sais biliares, bilirrubina desconjugada, ácidos graxos livres, cálcio e outros íons e algumas drogas (PEIXOTO & OSÓRIO, 2007; MEIRA JUNIOR et al., 2009; DJURICIC et al., 2011). De forma similar ao verificado no presente estudo, vacas em lactação suplementadas com diferentes fontes de gordura (óleo de soja, grãos de soja, sais de cálcio de ácidos graxos) não demonstraram influências nas concentrações sanguíneas de glicose, triglicerídeos, colesterol-VLDL, proteínas totais, albumina (FREITAS JÚNIOR et al., 2010).

As concentrações séricas de albumina sofrem influência do fator etário, sendo maiores em animais mais jovens, em fase de maior demanda metabólica para crescimento. O nível de albumina pode ser um indicador do conteúdo de proteína da dieta, muito embora as mudanças ocorram lentamente, sendo detectáveis em cerca de um mês, devido à baixa velocidade de síntese e degradação (MARTIN et al., 2004). Os valores séricos de albumina demonstram o estado proteico do animal em longo prazo (PEIXOTO & OSÓRIO, 2007). Normalmente as alterações nas concentrações de albumina

acompanham-se de variações na ureia sérica, pois quando a albumina e a ureia diminuem, indicam deficiência proteica e, quando a albumina diminui e os níveis de ureia permanecem normais ou estão elevados, associados à elevação de enzimas, isto pode ser indicativo de falha hepática (GONZÁLEZ & SILVA, 2006), condições não observadas neste experimento, em que todos os animais mantiveram-se dentro dos valores de referência para a espécie quanto aos níveis de albumina sérica.

Pode-se concluir que ovelhas submetidas a um programa de *flushing* de curto prazo, responderam com ganho de peso, associado a aumentos em seus níveis de colesterol total e reduções na ureia sérica, mas sem afetar a homeostase bioquímica. Mais estudos são necessários para definir qual a dieta mais indicada para incrementar o perfil metabólico de ovelhas visando uma maior eficiência produtiva e reprodutiva.

REFERÊNCIAS

- CALDEIRA, R.M.; BELO, A.T.; SANTOS, C.C.; VASQUEZ, M.I.; PORTUGAL, A.V. The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. **Small Ruminant Research**, v.68, n.3, p.233 - 241, 2007.
- DJURICIC, D.; DOBRANIC, T.; GRACNER, D.; HARAPIN, I.; STANIN, D.; FOLNOZIC, I.; GETZ, I.; CVITKOVIC, D.; SAMARDZIJA, M. Concentrations of total proteins and albumins, and AST, AP, CK and GGT activities in the blood serum Boer and Saanen goats during puerperium. **Reproduction in Domestic Animals**, v.46, n.4, p.674- 677, 2011.

FILIPOVIC, N.; STOJEVIC, Z.; MASEK, T.; MIKULEC, Z.; PRVANOVIC, N. Relationship between frustosamine with serum protein, albumin and glucose concentrations in dairy ewes. **Small Ruminant Research**, v.96, n.1, p.46-48, 2011.

FREITAS JÚNIOR, J.E.; RENNO, F.P.; PRADA E SILVA, L.F.; GANDRA, J.R.; MATURANA FILHO, M.; FODITSCH, C.; VENTURELLI, B.C. Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras suplementadas com diferentes fontes de gordura. **Ciência Rural**, v.40, n.4, p.950-956, 2010.

GHOREISHI, S.M.; ZAMIRI, M.J.; ROWGHANI, E.; HEJAZI, H. Effect of a calcium soap of fatty acids on reproductive characteristics and lactation performance of fat-tailed sheep. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.10, n.14, p.2389-2395, 2007.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2.ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

GULLIVER, C.E.; FRIEND, M.A.; KING, B.J.; CLAYTON, E.H. The role of omega-3 polyunsaturated fatty acids in reproduction of sheep and cattle. **Animal Reproduction Science**, v.131, n.1-2, p.9-22, 2012.

MARTIN, G.B.; RODGER, J.; BLACHE, D. Nutritional and environmental effects on reproduction in small ruminants. **Reproduction, Fertility and Development**, v.16, n.4, p.491-501, 2004.

MEIRA JÚNIOR, E.B.S.; RIZZO, H.; BENESI, F.J.; GREGORY, L. Influência dos fatores sexuais e etários sobre a proteína total, fração albumina e atividade

sérica de aspartato-aminotransferase e gama-glutamyltransferase de ovinos da raça Santa Inês. **Brazilian Journal of Veterinary Research in Animal Science**, v.46, n.6, p.448-454, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of small ruminants**. Washington: National Academies Press, 2007. 362p.

PEIXOTO, L.A.O.; OSÓRIO, M.T.M. Perfil metabólico protéico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.3, p.299-304, 2007.

PEIXOTO, L.A.O.; OSÓRIO, M.T.M.; OSÓRIO, J.C.S.; NÖRNBERG, J.L.; PAZINI, M. Desempenho reprodutivo e metabólitos sanguíneos de ovelhas Ile de France sob suplementação com sal orgânico ou sal comum durante a estação de monta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.191-197, 2010.

RIBEIRO, L.R.; DAMASCENO, J.C.; CECATO, U.; JOBIM, C.C.; SANTOS, G.T.; MACEDO, F.A.F.; MACEDO, L.G.P. Produção, composição do leite e constituintes sanguíneos de cabras alimentadas com diferentes volumosos. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.6, p.1523-1530, 2008.

ROCHE, J.R.; BURKE, C.R.; MEIER, S.; WALKER, C.G. Nutrition x reproduction interaction in pasture-based systems: is nutrition a factor in reproductive failure? **Animal Production Science**, v.51, n.12, p.1045-1066, 2011.

ROSALES-NIETO, C.A.; GAMEZ-VAZQUEZ, H.G.; GUDINO-REYES, J.; REYES-RAMIREZ, E.A.; EATON, M.; STANKO, R.L.; MEZA-HERRERA, C.A.; GONZALEZ-BULNES, A. Nutritional and metabolic modulation of

the male effect on the resumption of ovulatory activity in goats. **Animal Reproduction Science**, v.51, n.2, p.115-122, 2011.

SCARAMUZZI, R.J.; MARTIN, G.B. The importance of interactions among nutrition, seasonality and socio-sexual factors in the development of hormone-free methods for controlling fertility. **Reproduction in Domestic Animals**, v.43, p.129-136, 2008. Suppl. 2.

SCARAMUZZI, R.J.; CAMPBELL, B.K.; DOWNING, J.A.; KENDALL, N.R.; KHALID, M.; MUÑOZ-GUTIÉRREZ, M.; SOMCHIT, A. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. **Reproduction, Nutrition and Development**, v.46, n.6, p.339-354, 2006.

SGORLON, S.; STRADAIOLI, G.; GABAI, G.; STEFANON, B. Variation of starch and fat in the diet affects metabolic status and oxidative stress in ewes. **Small Ruminant Research**, v.74, n.1-3, p.123-129, 2008.

SOMCHIT, A.; CAMPBELL, B.K.; KHALID, M.; KENDALL, N.R.; SCARAMUZZI, R.J. The effect of short-term nutritional supplementation of ewes with lupin grain (Lupinus luteus), during the luteal phase of the estrous cycle on the number of ovarian follicles and the concentrations of hormones and glucose in plasma and follicular fluid. **Theriogenology**, v.68, n.7, p.1037-1046, 2007.

SZCZESNA, M.; ZIEBA, D.A.; KLOCEK-GORKA, B.; KEISLER, D.H. Interactive *in vitro* effect of prolactin, growth hormone and season on leptin

secretion by ovine adipose tissue. **Small Ruminant Research**, v.100, n.2-3, p.177-183, 2011.

VILLA, N.A.; PULGARÍN, E.F.; TABARES, P.A.; ANGARITA, E.; CEBALLOS, A. Medidas corporales y concentración sérica y folicular de lípidos y glucosa en vacas Brahman fértiles y subfértiles. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.9, p.1198-1204, 2009.

VIÑALES, C.; MEIKLE, A.; MARTIN, G.B. Short-term nutritional treatments grazing legumes or feeding concentrates increase prolificacy in Corriedale ewes. **Animal Reproduction Science**, v.113, n.1-4, p.82-92, 2009.

ZABALETA, J.; PÉREZ, M.L.; RIERA, M.; NIEVES, L.; VILA, V. Concentración de glucosa y triglicéridos en el suero sanguíneo de cabras de la raza Canaria durante el período de transición. **Revista Científica, FCV-Luz**, v.22, n.3, p.225-230, 2012.

ZABULI, J.; TANAKA, T.; LU, W.; KAMOMAE, H. Intermittent nutritional stimulus by short-term treatment of high-energy diet promotes ovarian performance together with increases in blood levels of glucose and insulin in cycling goats. **Animal Reproduction Science**, v.122, n.3-4, p.288-293, 2010.

ZACHUT, M.; ARIELI, A.; LEHRER, H.; ARGOV, N.; MOALLEN, U. Dietary unsaturated fatty acids influence preovulatory follicle characteristics in dairy cows. **Reproduction**, v.135, n.5, p.683-692, 2008.

Data de recebimento: 17/02/2014

Data de aprovação: 19/12/2014