

CARLOS ELYSIO MOREIRA DA FONSECA

PROTEÍNA BRUTA EM DIETAS DE CABRAS EM LACTAÇÃO

Tese Apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como Parte das
Exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para Obtenção
do Título de *Doctor Scientiae*


VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2004

CARLOS ELYSIO MOREIRA DA FONSECA

PROTEÍNA BRUTA EM DIETAS DE CABRAS EM LACTAÇÃO

Tese Apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como Parte das Exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para Obtenção do Título de *Doctor Scientiae*

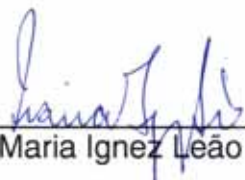
APROVADA: 05 de agosto de 2004



Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Conselheiro)



Prof. Marcelo Teixeira Rodrigues
(Conselheiro)



Prof^a Maria Ignez Leão



Prof. Lúcio Carlos Gonçalves



Prof^a Rilene Ferreira Diniz Valadares
(Orientadora)

A Deus

Aos meus pais Elysio e Lia,

As minhas irmãs Adriana e Elisa,

As crianças Clara, Caio, Thais e Matheus,

À Valéria

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização do curso e pelos amigos. Ao Departamento de Produção Animal e ao Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pelo apoio e incentivo a capacitação profissional.

Aos professores Rilene Ferreira Diniz Valadares e Sebastião de Campos Valadares Filho, pela orientação, pela amizade, pelo exemplo de dedicação e profissionalismo.

À professora Maria Ignez Leão pelo apoio, pela amizade, companheirismo e incentivo.

Ao professor Marcelo Teixeira Rodrigues pela orientação e pela amizade.

Ao Paulo Roberto Cecon pelas sugestões, pelos ensinamentos e pela amizade.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia, pelos ensinamentos e pela amizade.

Ao professor Fernando Queiroz de Almeida pelo estímulo a realização do Doutorado e pela amizade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos através do Programa Institucional de Capacitação Docente e Técnica (PICDT).

A Celeste pela presteza e pela amizade.

Aos funcionários do Laboratório de Animais Joélcio, Marcelo, José Geraldo e Natanael pela colaboração, ajuda e pela amizade.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal: Vera Lúcia, Fernando, Faustino e Valdir pela colaboração nas análises e pela amizade.

Aos amigos Karla, Pedro, Polyana, Rodrigo Terrão, Fernando Leonel, Douglas Sampaio Henrique, André Luigi, Michelle, Mário Chizzotti, Fernanda, Eduardo e Kamila pela força e pela amizade.

Ao Marcos Inácio Marcondes pelo trabalho incansável durante toda a realização desta tese, pelo incentivo e pela amizade.

À Mônica Lopes Paixão pela grande pessoa que é, pela orientação e ajuda, e pela amizade.

À Valéria pelo apoio, pelo companheirismo, pela compreensão, pela amizade e pelo amor.

Aos meus filhos Clara e Caio pela alegria de viver e pelo amor.

Aos meus pais Elysio e Lia e às minhas irmãs pelo grande estímulo e pelas idas e vindas que enchem a casa de alegria.

As pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Carlos Elysio Moreira da Fonseca, filho de Elysio Américo Moreira da Fonseca e Lia Burlamaqui Moreira da Fonseca, nasceu no Rio de Janeiro, RJ, em 22 de maio de 1967.

Em abril de 1992, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa, MG.

Em setembro de 1992, iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na Área de Nutrição e Alimentação de Ruminantes.

Desde 1997 leciona as disciplinas de Caprinocultura e Ovinocultura na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Em agosto de 2000, iniciou o Curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	.ix
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xv
1.INTRODUÇÃO GERAL	1
Literatura citada.....	12

Consumo e digestibilidade dos nutrientes e produção e composição do leite em cabras alimentadas com diferentes níveis de proteína na dieta.

RESUMO.....	16
ABSTRACT.....	17
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAL E MÉTODOS.....	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
CONCLUSÕES.....	37
LITERATURA CITADA.....	38

Digestão total e parcial dos nutrientes, pH, amônia, excreção de uréia e balanço de compostos nitrogenados em cabras lactantes alimentadas com diferentes níveis de proteína

RESUMO.....	42
ABSTRACT.....	44
INTRODUÇÃO.....	45
MATERIAL E MÉTODOS.....	48

RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
CONCLUSÕES.....	59
LITERATURA CITADA.....	60

Estimativa da produção microbiana em cabras lactantes alimentadas com diferentes níveis de proteína

RESUMO.....	63
ABSTRACT.....	65
INTRODUÇÃO.....	66
MATERIAL E MÉTODOS.....	69
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	73
CONCLUSÕES.....	83
LITERATURA CITADA.....	84
RESUMO E CONCLUSÕES.....	87

LISTA DE TABELAS

Consumo e digestibilidade dos nutrientes e produção e composição do leite em cabras alimentadas com diferentes níveis de proteína na dieta.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes na mistura dos concentrados e teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína degradada no rúmen (PDR), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) na silagem de milho e nos concentrados.....21

Tabela 2. Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína degradada no rúmen (PDR), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) obtidos para as quatro dietas experimentais.....22

Tabela 3. Médias, coeficientes de variação (CV) e determinação (r^2) e equações de regressão ajustadas para os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína degradada no rúmen (PDR), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos níveis de PB nas dietas.....28

Tabela 4. Valores médios observados e preditos para consumo de matéria seca (MS), para consumo e exigência de proteína bruta (PB), proteína metabolizável (PMet) e nutrientes digestíveis totais (NDT) obtidos para as dietas contendo diferentes níveis de PB.....30

Tabela 5. Médias, coeficientes de variação (CV %) e equações de regressão ajustadas, para produção de leite (PL) produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC), eficiência alimentar (Efic MS, kg leite/kg MS consumida), eficiência de utilização do N (Efic N, g de N no leite/g de N ingerido) e teores e quantidades de gordura (G) e proteína bruta (PB) do leite, em função do nível de proteína bruta nas dietas.....33

Tabela 6 Médias, equações de regressão ajustadas, coeficientes de variação (CV) e de determinação (r^2) para os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) em função dos níveis de proteína bruta nas dietas.....35

Digestão total e parcial dos nutrientes, pH, amônia, excreção de uréia e balanço de compostos nitrogenados em cabras lactantes alimentadas com diferentes níveis de proteína

Tabela 1. Médias, coeficientes de variação (CV) e de determinação (r^2) equações de regressão ajustadas para os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína degradável no rúmen (PDR), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e produção de leite (PL) em função dos níveis de proteína bruta da dieta.....51

Tabela 2. Médias, coeficientes de variação (CV %) e determinação (r^2) equações de regressão ajustadas para as digestibilidades totais e ruminais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) em função dos níveis de proteína bruta da dieta.....53

Tabela 3. Médias e equação de regressão ajustada para o pH do conteúdo ruminal de cabras lactantes nos tempos: imediatamente antes (0 h), duas (2h) e quatro (4h) horas após o fornecimento do alimento, em função dos níveis de proteína bruta da dieta.....54

Tabela 4. Médias e respectivos desvios para a concentração ruminal de N-NH₃ em mg/dL nos tempos: imediatamente antes (0 h), duas (2h) e quatro (4h) horas após o fornecimento do alimento, em função dos níveis de PB nas dietas.....55

Tabela 5. Médias, coeficientes de variação (CV) e determinação (r^2) e equações de regressão ajustadas para as quantidades de compostos nitrogenados (N) ingeridos, excretadas nas fezes e urina e secretados no leite, balanço de N (BN), excreção urinária de uréia (UU) e concentrações de N uréico no soro (NUS) e no leite (NUL) e relação N uréico/N total na urina (NU/NT) em função dos níveis de proteína bruta (PB) na dieta.....58

Estimativa da produção microbiana em cabras lactantes alimentadas com diferentes níveis de proteína

Tabela 1. Médias, coeficientes de variação (CV) e determinação (r^2) e equações de regressão ajustadas para o fluxo de nitrogênio microbiano (NM) e para a eficiência microbiana (EM) estimada pela técnica de Ushida et al. (1985) e pelas equações propostas por Chen & Gomes (1992) e por Belenguer et al. (2002), em função dos níveis de PB das dietas.....74

Tabela 2. Médias, coeficientes de variação (CV) e determinação (r^2) e equações de regressão ajustadas para os volumes de urina e para as excreções urinárias de N uréico observados e estimados, em função dos níveis de proteína bruta.....76

Tabela 3 Médias, coeficientes de variação (CV) e determinação (r^2) e equações de regressão ajustadas para as excreções observadas e estimadas de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina e derivados de purina, em função dos níveis de proteína bruta na dieta.....77

Tabela 4 Médias, coeficientes de variação (CV) e determinação (r^2) e equações de regressão ajustadas para a quantidade de purinas absorvidas (PA), expressa em mmol/d, e o fluxo intestinal de nitrogênio microbiano (NM) e de matéria seca microbiana (MSM), expressos em gramas/d, em função do nível de proteína bruta nas dietas.....80

Tabela 5. Médias, coeficientes de variação (CV) e determinação (r^2) e equações de regressão ajustadas para eficiência microbiana expressa em gramas de nitrogênio microbiano por kg de matéria orgânica digerida no rúmen (NM/MODR) e em gramas de proteína bruta microbiana por kg de NDT(PBM/NDT) consumido, em função do nível de proteína bruta nas dietas.....82

RESUMO

FONSECA, Carlos Elycio Moreira da, D.S.; Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2004. **Proteína bruta em dietas de cabras em lactação.** Orientador: Rilene Ferreira Diniz Valadares. Conselheiros: Sebastião de Campos Valadares Filho e Marcelo Teixeira Rodrigues

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a influência de quatro níveis de proteína bruta (PB) na dieta sobre a produção e composição do leite, sobre os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), PB, extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) e sobre as digestibilidades aparentes totais e parciais de MS, MO, PB, EE, CT, FDN e CNF. Avaliaram-se também o pH, o conteúdo de amônia na digesta ruminal e a produção e eficiência microbiana pela técnica das bases purinas e pela técnica da excreção urinária de derivados de purinas. Utilizaram-se 16 cabras da raça Alpina em lactação, distribuídas em quatro quadrados latinos 4x4, sendo um deles composto por cabras fistuladas. A dieta foi constituída de silagem de milho (47%) e concentrado (53%) composto por fubá de milho, farelo de soja, uréia e mistura mineral. Foram utilizados níveis crescentes de farelo de soja no concentrado, afim

de se obter dietas com 11,5, 13,5, 15,5 e 17,5 de proteína bruta (PB) na matéria seca (MS). Os consumos de MS, MO, PB, FDN e NDT aumentaram linearmente com o aumento do nível de PB na dieta. Os consumos de CT e CNF não foram influenciados ($P>0,05$) pelo nível de PB da dieta. As digestibilidades aparentes da MS, MO, PB, CT e CNF aumentaram linearmente ($P<0,05$) com o nível de PB da dieta. O nível crescente de PB na dieta promoveu efeito linear crescente na produção de leite ($P<0,1$). Obteve-se a seguinte equação para a produção de leite em função do nível de PB da dieta: \hat{Y} (kg/dia) = $2,001 + 0,0565PB$, $r^2 = 0,70$ e $P<0,1$. O pH da digesta ruminal diminuiu com os tempos de coleta, e manteve-se em faixa adequada, entre 6,2 e 7,0, para a atividade dos microrganismos ruminais. Ocorreu efeito linear crescente do conteúdo de PB da dieta sobre a concentração ruminal de amônia. À medida que houve aumento no consumo de PB, ocorreram aumentos lineares da concentração de N-uréia no soro, da quantidade de N secretado no leite, da uréia no leite, do volume urinário, da excreção de N-total e uréia na urina e do balanço de N. O fluxo de nitrogênio microbiano no omaso das cabras fistuladas não foi influenciado pelo teor de PB dietética ($P>0,05$). Não foi constatada diferença ($P>0,05$) entre os resultados obtidos pela técnica das bases purinas no omaso e pela técnica da excreção total de derivados de purinas. O nível de PB na dieta não influenciou ($P>0,01$) a excreção de creatinina, que foi em média 26,05 mg de creatinina por Kg de peso vivo. A partir da excreção média de creatinina, estimou-se o volume de urina excretado, que não diferiu ($P>0,01$) do volume de urina total observado. A excreção de derivados de purinas (DP) aumentou com o aumento da PB dietética. Comparando-se as quantidades observadas e estimadas de derivados de purinas excretados, não foi constatada

diferença entre a quantidade de derivados de purina observada (coleta total) e estimada (coleta *spot*). A porcentagem média de alantoína excretada variou de 64,5 a 75,9 % nas amostras de coleta 24 horas e de 73,9 a 85,2 % nas amostras de coleta *spot*. A proporção média de ácido úrico variou entre 9,6 e 19,9 % e a de xantina e hipoxantina entre 5,2 e 15,6%. A quantidade de purinas absorvidas e fluxo intestinal de MS microbiana e N microbiano apresentaram resposta linear crescente ao conteúdo de PB da dieta. Para o fluxo intestinal de nitrogênio microbiano ajustou-se a equação: $\hat{Y} \text{ (g)} = 6,223 + 0,809 \text{ PB}$, $P < 0,05$, $r^2 = 0,99$, onde PB corresponde ao nível de PB da dieta. A eficiência de síntese microbiana, expressa em gramas de proteína bruta microbiana por Kg de nutrientes digestíveis totais (PBM/NDT), quando avaliada a partir de amostras provenientes da coleta total de urina, apresentou resposta linear crescente ($P < 0,01$) ao conteúdo de PB na dieta segundo a equação: $\hat{Y} = 33,721 + 2,997 \text{ PB}$, $P < 0,01$, $r^2 = 0,88$. Quando utilizou-se amostras *spot* para a avaliação da eficiência de síntese microbiana (PBM/NDT), não foi detectada diferença estatística entre tratamentos ($P > 0,05$). Donde conclui-se que o nível de 13,5% de proteína bruta pode ser usado em dietas para cabras com produção diária próxima a 2,7 kg de leite e que a técnica dos derivados de purinas pode ser usada para a estimativa da produção microbiana em cabras leiteiras.

ABSTRACT

FONSECA, Carlos Elysio Moreira da, D.S. Universidade Federal de Viçosa, August 2004. **Crude protein in diets of lactating goats**. Adviser: Rilene Ferreira Diniz Valadares. Committee members: Sebastião de Campos Valadares Filho and Marcelo Teixeira Rodrigues

This work was conducted with the objective of evaluating the influence of four levels of crude protein (CP) on the milk production and composition, on the intakes of dry matter (DM), organic matter (OM), CP, ether extract (EE), total carbohydrates (TC), neutral detergent fiber (NDF), non structural carbohydrates (NSC) and total digestible nutrients (TDN) and on total and partial apparent digestibility of DM, OM, CP, EE, TC, NDF and NSC. The pH and ammonia concentration in the rumen liquor and the microbial production and efficiency by the techniques of purine bases and urinary excretion of purine derivative were evaluated, too. 16 lactating Alpine goats were used, distributed in four latin squares, one of them was composed by cannulated goats. The diet was constituted of maize silage (47%) and concentrate (53%), which was composed by ground corn, soybean meal, urea and minerals. Crescent levels of soybean meal in the concentrate were used in order to obtain diets with 11,5, 13,5, 15,5 and 17,5% of crude protein (CP) in the dry matter (DM) basis. The intakes of DM, OM, CP, NDF and TDN increased linearly with the increase of the level of dietary CP. The intakes of TC and NSC were not influenced ($P>0,05$) by the level of CP in the diet. The apparent digestibilities of DM, OM, CP, TC and NFC increased linearly

($P < 0,05$) with the level of CP in the diet. The crescent level of CP in the diet promoted linear crescent effect on the milk production ($P < 0,1$). The following equation for the milk production in accordance with the level of CP in the diet was obtained: \hat{Y} (kg/d) = 2,001 + 0,0565CP, $r^2 = 0,70$ and $P < 0,1$. The pH of rumen fluid reduced with the sampling time, and was kept in adequate level for the rumen microbes activity, between 6,2 and 7,0. Linear crescent effect of the CP content of the diet on ruminal ammonia concentration occurred. As there was an increase in the intake of CP, there were linear increases of N-urea concentration in serum, of the amount of N secreted in milk, of the urinary excretion of total N and urea, and of the N balance. The flux of microbial nitrogen in the omasum of the cannulated goats was not influenced by the CP content of the diet ($P > 0,05$). No difference was verified between the results obtained by purine bases in the omasum technique and by purine derivative excretion technique. The level of CP in the diet did not influence ($P > 0,01$) the creatinine excretion, which was 26,05 mg of creatinine per kg of life weight in average. From the average creatinine excretion, the volume of urine was estimated, the volume estimated did not differ ($P > 0,01$) from the total urine observed. The purine derivative (PD) excretion increased with the increase of dietary protein. Comparing the observed and the estimated amounts of purine derivatives excreted, no difference was noticed between the amount of purine derivative observed (total collection) and estimated (spot collection). The average percentage of allantoin excreted ranged from 64,5 to 75,9% in the samples of total collection and from 73,9 to 85,2% in the samples of spot collection. The average proportion of uric acid ranged between 9,6 and 19,9% and xanthine and hypoxanthine between 5,2 and 15,6%. The amount of absorbed purines and the

intestinal flux of microbial DM and microbial N presented linear crescent response to dietary CP content. For the intestinal flux of microbial N, the following equation was adjusted: $\hat{Y}(g) = 6,223 + 0,809 \text{ CP}$, $P < 0,05$, $r^2 = 0,99$, where CP corresponds to the level of dietary CP. The efficiency of microbial synthesis, expressed in grams of microbial CP per kg of total digestible nutrients, when evaluated from samples originated from total collection of urine, presented linear crescent response ($P < 0,01$) to dietary CP content, following the equation: $\hat{Y} = 33,721 + 2,997 \text{ CP}$, $P < 0,01$, $r^2 = 0,88$. When spot samples were utilized for the evaluation of the efficiency of microbial synthesis, no differences ($P > 0,05$) between diets were observed. It was concluded that the level of 13,5% of CP can be used in diets for goats with daily milk production close to 2,7 kg and that the purine derivative technique can be used for estimation of microbial production in dairy goats.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Embora o Brasil possua o nono maior rebanho caprino do mundo, com 12,8 milhões de cabeças (FAO, 1995), os índices de produtividade são baixos. Dentre os fatores que comprometem a caprinocultura, a alimentação se destaca. A produção de caprinos, principalmente em estações e regiões secas, é freqüentemente comprometida pela deficiência nutricional das dietas. Portanto, a avaliação do nível adequado de nutrientes é um importante fator na formulação de dietas de cabras leiteiras.

O confinamento de cabras leiteiras é o sistema de criação mais utilizado na região sudeste do Brasil. O confinamento é uma boa alternativa para a produção de leite de cabra, pois nesse sistema de criação torna-se mais constante a alimentação do rebanho em estações de entressafra da produção forrageira.

Mesmo sabendo que a alimentação participa com elevado percentual nos custos de produção, para maximização do desempenho produtivo dos animais, as rações devem ser balanceadas de forma a atender adequadamente às suas necessidades nutricionais. A adição de concentrados à dieta consiste numa boa alternativa para atender as exigências nutricionais e aumentar o consumo de nutrientes por animais de boa performance na produção leiteira.

O consumo de nutrientes é o principal fator que limita a produção de ruminantes, e maximizar o consumo por animal é o componente chave no desenvolvimento de rações e estratégias de alimentação que podem otimizar a produção (Rodrigues, 1998).

O consumo de matéria seca pode ser controlado por fatores físicos, fisiológicos ou psicogênicos. O mecanismo físico de regulação da ingestão de alimentos está relacionado com o enchimento e a distensão do rúmen-retículo, o fisiológico é regulado pelo balanço energético ou nutricional e a regulação psíquica envolve o comportamento do animal a fatores inibidores ou estimuladores no alimento, no manejo alimentar ou no ambiente, que não são relacionados ao valor energético nem ao efeito de repleção (Mertens, 1994). Um dos fatores que pode estimular a ingestão de nutrientes é a adição de alimentos concentrados à dieta.

Entre os alimentos concentrados, os suplementos proteicos têm sido responsáveis pelo alto custo de alimentação de cabras leiteiras. As proteínas são fonte de aminoácidos e são constituintes de todas as células corporais, e por isto são componentes essenciais das dietas. Portanto, o conhecimento da utilização de compostos nitrogenados é interessante sob ponto de vista da produção animal.

Assim sendo, torna-se de fundamental importância a determinação do nível adequado de proteína bruta em dietas de cabras lactantes. Badamana et al. (1990) ao ofertarem a cabras Saanen, com produção superior a 3 kg de leite/dia, feno à vontade e 1 kg de concentrado com 12, 15 ou 18 % de PB, observaram aumento linear do consumo de feno e da produção de leite com o acréscimo de proteína no concentrado.

Segundo Morand-Fehr e Sauvant (1980), a concentração de PB na ração total deve variar entre 13 e 16 % da matéria seca (MS), dependendo do tipo de proteína da dieta, da produção de leite e do estágio de lactação das cabras. Esta recomendação está de acordo com os resultados obtidos por Sahlou et al.

(1993 b) com cabras leiteiras, produzindo de 3,3 a 4,6 kg de leite por dia durante o início de lactação, submetidas a dietas isoenergéticas, com diferentes níveis e fontes de proteína. Os autores concluíram que o aumento de 13 para 17 % de PB na MS ou a redução da degradabilidade da proteína bruta do farelo de soja não melhorou o consumo alimentar nem a produção de leite, o que indicou que 13 % de PB foi adequado para cabras de alta produção. A ausência de efeito da PB da dieta sobre o desempenho produtivo pode ter sido devido ao alto consumo de matéria seca das cabras (4,7 % do peso vivo).

Cabras lactantes podem ingerir até 8,0% do peso vivo em MS, mas em regiões tropicais o consumo é geralmente menor do que o observado em condições de clima temperado (Devendra, 1981). Silva Sobrinho et al. (1991) observaram que o consumo de MS por cabras lactantes alimentadas à vontade foi de 3,85% do peso vivo. Possivelmente para um consumo mais baixo de MS observado em condições tropicais (Silva Sobrinho et al., 1991) em relação às condições de clima temperado (Sahlu, et al. 1993 b), sejam necessários mais do que 13 % de PB na MS para atender a exigência de PB para máxima produção de leite.

Além do conhecimento do consumo de alimentos, é importante o conhecimento da utilização dos nutrientes pelo animal, o que é obtido por meio de estudos de digestão. Segundo Coelho da Silva & Leão (1979), a digestibilidade é característica do alimento e indica a porcentagem de cada nutriente de um alimento que o animal pode utilizar. Contudo, a inclusão de um ingrediente à determinada ração pode modificar sua digestão, devido ao efeito associativo entre alimentos.

A digestibilidade aparente da MS pode ser influenciada pelos níveis de PB das dietas, Sahlu et al. (1993 a) e Badamana et al. (1990) observaram melhor digestibilidade aparente da MS por cabras alimentadas com níveis mais elevados de PB na dieta. Por outro lado, Badamana & Sutton (1992) não notaram diferenças a respeito das digestibilidades da MS e da MO.

Singh & Mudgal (1987), Badamana et al. (1990) e Soto-Navarro et al. (2003) observaram incremento nas digestibilidades da MO e PB com o aumento no teor de PB na dieta de cabras lactantes. Singh & Mudgal (1987) também notaram melhora na digestibilidade dos carboidratos totais com aumento do nível de proteína da dieta.

Sniffen et al. (1993) afirmaram que a ingestão de compostos nitrogenados é importante para atender as exigências dos microrganismos ruminais, principalmente daqueles que digerem a fibra, resultando no aumento do consumo e da digestibilidade do alimento. Essas afirmações estão de acordo com os resultados obtidos por Badamana & Sutton (1992), Sahlu et al. (1993 a) e Soto-Navarro et al. (2003), que observaram incremento da digestibilidade aparente da FDN à medida que houve aumento da proteína dietética.

O aumento do consumo de PB pode influenciar positivamente a digestibilidade aparente da PB, pois com a maior ingestão de compostos nitrogenados pode ocorrer progressiva diminuição da contribuição do N endógeno nos compostos nitrogenados fecais (Robinson & Forbes, 1970, Ezequiel, 1987 e Cameron, 1991 citados por Valadares et al. 1997).

Além da determinação do consumo e da digestibilidade total é importante o conhecimento da digestão ruminal. O termo digestão ruminal ou parcial significa que a digestão total que ocorre no trato gastrointestinal pode ser

subdividida em fases de acordo com as diferentes partes do trato digestivo, e estes estudos são de grande importância e podem ser realizados com utilização de fistulas que permitem a coleta de digesta em diferentes partes do trato digestivo. A coleta de digesta usada juntamente com um indicador tal como lignina, polietileno glicol (PEG), fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) ou óxido crômico, entre outros, pode ser utilizada na estimativa da digestão ou absorção em cada parte do trato digestivo (Coelho da Silva & Leão, 1979).

Segundo Coelho da Silva e Leão (1979), a importância destes estudos está relacionada ao fato dos processos digestivos serem diferentes em cada parte do aparelho digestivo e conseqüentemente resultar em diferentes efeitos sobre o animal.

Geralmente, estes estudos são associados com ensaio convencional de digestibilidade, procedendo-se coletas de fezes e coleta de digesta nas fístulas localizadas em diferentes partes do trato digestivo (Coelho da Silva & Leão, 1979). Mas, Leão et al. (2002) compararam a determinação da digestibilidade parcial da MS e MO por intermédio de coletas realizadas no abomaso e no omaso de bovinos, utilizando o óxido crômico como indicador, e não observaram diferença significativa nas estimativas das digestibilidades de MS e MO entre as duas técnicas. Sendo assim, sugeriram que a utilização de animais fistulados apenas no rúmen para estudos de digestão constitui numa técnica menos invasiva do que quando se utilizam animais fistulados no rúmen e no abomaso. Não foram verificados, na literatura consultada, relatos quanto ao uso de coletas de digesta no omaso para a avaliação da digestibilidade ruminal em caprinos.

Soto-Navarro et al. (2003) forneceram concentrado com níveis crescentes de proteína bruta em dietas para cabras em crescimento, fistuladas no rúmen e no duodeno e observaram que a digestibilidade ruminal aparente da MO aumentou linearmente com a elevação do nível de PB nas dietas.

O uso de altos níveis de concentrados nas dietas de cabras para obtenção de maiores patamares de produção leiteira pode acarretar em queda no pH ruminal, levando a distúrbios digestivos que comprometem a saúde e o desempenho dos animais. O pH ruminal é influenciado pelo tipo e pela forma da dieta e a sua estabilização é atribuída à saliva entre outros fatores.

Além do pH, torna-se importante à avaliação da amônia no conteúdo ruminal, pois nos ruminantes parte da proteína bruta (PB) dietética é degradada no rúmen com conseqüente liberação de amônia (NH_3), o intermediário primário da síntese de proteína microbiana. Se formada em excesso, a amônia é diretamente absorvida pelo rúmen. A amônia absorvida é transportada ao fígado onde é convertida em uréia. A uréia é quantitativamente o principal produto final do metabolismo de compostos nitrogenados em cabras. Pelo menos 70 % do N ingerido diariamente passa pela reserva corporal de uréia (Harmeyer & Martens, 1980).

O consumo de PB e a absorção de amônia no rúmen exercem efeito direto sobre a circulação de uréia. A ampla variação da circulação de uréia reflete a capacidade de adaptação dos ruminantes a diferentes condições dietéticas. A quantidade de N ingerido é o principal determinante da síntese de uréia. A fonte do N ingerido e o local de absorção do N não afetam muito a taxa de síntese de uréia (Harmeyer e Martens, 1980). Esta afirmação foi corroborada por Sahlú et al. (1993 b) que forneceram dietas com dois níveis de

PB (13 e 17 %) e diferentes degradabilidades ruminais da PB para cabras lactantes e observaram que apenas o nível de PB influenciou o conteúdo plasmático de uréia, não havendo efeito da degradabilidade ruminal.

O consumo de N dietético influencia os metabólitos nitrogenados sangüíneos e ruminais. Em cabras, a adição de PB dietética aumenta o teor de amônia no fluído ruminal em alguns casos (Sahlu et al. 1992, Fernandez et al., 1997), mas não em todos os casos (Sahlu et al., 1993 a, b). A avaliação do conteúdo de N-uréia no soro (NUS) consiste num parâmetro de avaliação do consumo de compostos nitrogenados dietéticos. O NUS é elevado com o consumo crescente de PB (Sahlu et al. 1992, Sahlu et al., 1993 a, b; Fernandez et al., 1997).

Nos ruminantes, os aminoácidos absorvidos no intestino são provenientes de proteínas microbianas sintetizadas no rúmen e de proteínas fornecidas na dieta que não são degradadas no rúmen. Se o perfil de aminoácidos absorvidos não estiver bem balanceado com as necessidades do animal, a produtividade e a eficiência de uso da proteína diminuem, levando a um mal resultado econômico (Mäntysaari & Sniffen, 1989, Hof et al. 1994).

A proteína microbiana é considerada uma fonte de alta qualidade de aminoácidos absorvíveis com uma digestibilidade intestinal em torno de 85 % e um perfil de aminoácidos essenciais que é similar ao do tecido corporal magro e ao do leite (Mäntysaari & Sniffen, 1989).

A síntese de proteína microbiana no rúmen supre de 60 a 85 % das exigências para manutenção, crescimento, gestação e lactação em ruminantes (Timmermans Jr. et al., 2000). Uma alimentação para máxima fermentação ruminal pode aumentar o consumo de matéria seca, como também permitir o

uso eficiente da proteína degradável no rúmen. A produção de proteína microbiana está diretamente relacionada à quantidade de carboidratos fermentáveis, de proteína degradável no rúmen (Erasmus, 1999) e de minerais (Mackie & Therion, 1984).

Para avaliação da síntese de proteína microbiana, diversas técnicas baseadas no uso de indicadores microbianos e de animais fistulados no abomaso ou intestino delgado têm sido usadas (Egan & Doyle, 1985). Estas técnicas são laboriosas e podem comprometer o bem-estar animal. Sendo interessante, portanto, o desenvolvimento de métodos não-invasivos para a estimativa da produção de nitrogênio microbiano em caprinos.

O uso da técnica da excreção urinária de derivados de purinas para determinação da síntese de compostos nitrogenados microbianos foi proposta por Topps & Elliot (1965), que demonstraram uma relação direta entre a excreção urinária de metabólitos de purinas e a produção de nitrogênio microbiano em ovelhas. No entanto, maiores progressos no estabelecimento desta técnica têm sido obtidos recentemente em bovinos e ovinos (Chen et al., 1995, Valadares et al., 1999; Oliveira et al., 2001; Silva et al., 2001).

Os dois nucleotídeos purínicos originais dos ácidos nucléicos são a adenosina 5'-monofosfato (AMP), também chamada de adenilato e a guanosina 5'-monofosfato (GMP), ou guanilato. Estes nucleotídeos contêm, respectivamente, as bases adenina e guanina. Os nucleotídeos das purinas são degradados e o grupo fosfato é perdido. O adenilato produz a adenosina, que é deaminada a inosina. A inosina é então hidrolisada produzindo a hipoxantina e a D-ribose. A hipoxantina é oxidada à xantina e ao ácido úrico, pela ação da enzima xantina oxidase (Lehninger, 1993).

O metabolismo do guanilato também produz ácido úrico como produto final. O GMP é hidrolisado, produzindo o nucleosídeo guanosina, que é clivado em guanina. A guanina é deaminada produzindo a xantina, que é convertida em ácido úrico pela xantina oxidase. O ácido úrico é degradado a alantoína pela ação da enzima urato oxidase (Lehninger, 1993).

Para o uso da técnica de derivados de purinas, assume-se que o fluxo intestinal dos ácidos nucleicos é predominantemente de origem microbiana e que após a digestão intestinal, os nucleotídeos purinícos, adenina e guanina, são absorvidos, catabolizados e excretados proporcionalmente na urina.

Os derivados de purina são excretados como hipoxantina, xantina, ácido úrico e alantoína (Fujihara et al., 1987, Chen et al., 1990, Yu et al., 2002). Em bovinos, alantoína e ácido úrico são os principais derivados de purina presentes na urina por causa da alta atividade da enzima xantina oxidase, no sangue e nos tecidos, que converte xantina e hipoxantina em ácido úrico antes da excreção. Já os ovinos e suínos excretam quantidades substanciais de xantina e hipoxantina devido à menor atividade da enzima xantina oxidase no plasma (Chen et al., 1990). Lindberg (1989), trabalhando com caprinos observou que estes, assim como ovinos, excretam alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina.

A excreção urinária de derivados de purinas pode ser usada para determinação do fluxo intestinal de proteína microbiana, sendo necessária à recuperação das purinas absorvidas como derivados de purinas (DP) a determinação da relação N-purina: N-total nos microrganismos.

Enquanto vários pesquisadores têm trabalhado com a técnica da excreção diária de derivados de purinas para determinação da estimativa do

fluxo intestinal de proteína microbiana em ovinos e bovinos (Fujihara et al., 1987; Chen et al., 1995; Valadares et al., 1999; Oliveira et al., 2001; Silva et al., 2001), poucos trabalhos têm sido encontrados a respeito do uso desta técnica em cabras leiteiras (Lindberg, 1985; Belenguer et al. 2002).

Brun-Bellut et al. (1984) avaliaram a concentração de uréia no leite e a alantoína urinária para avaliar e corrigir a alimentação de cabras e verificaram que se a excreção de alantoína for igual ou superior a 4,4 g/L e a concentração de uréia no leite for de aproximadamente 300 mg/L, o aporte de energia e de nitrogênio está ótimo para o bom funcionamento do rúmen e para o atendimento das exigências do animal.

O uso da técnica de derivados de purina na urina requer a coleta total de urina, mas resultados promissores têm sido obtidos com coleta de amostras (*spot*) de urina (Chen et al., 1995, Valadares et al., 1999, Oliveira et al., 2001, Silva et al., 2001), o que pode simplificar a estimativa da produção de urina em condições de campo.

A creatina é uma substância sintetizada nos músculos e o seu metabólito, a creatinina, pode ser excretado pela urina em função relativamente constante ao peso vivo (Valadares et al., 1997, Rennó et al., 2000). Por isto, a excreção urinária de creatinina tem sido usada para obtenção da estimativa da produção diária de urina, de derivados de purinas e da produção de proteína bacteriana, a partir de amostras *spot*.

A alantoína no leite constitui uma possibilidade promissora de avaliação da síntese de proteína microbiana em ruminantes. Timmermans Jr. et al. (2000) concluíram que existe uma relação positiva entre o fluxo intestinal de N microbiano e a excreção de alantoína no leite. Tendo em vista a simplicidade

da coleta de leite, seria um método aplicável a grande número de animais caso fosse validado por meio de novos experimentos.

O presente trabalho foi conduzido utilizando-se 16 cabras leiteiras da raça Alpina, alimentadas à vontade com silagem de milho e concentrado com diferentes níveis de proteína bruta, com os objetivos de:

Avaliar a produção e composição do leite.

Determinar os consumos e as digestibilidades aparentes totais e parciais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF).

Avaliar o efeito do nível de proteína na dieta sobre o pH e N-NH₃ ruminais.

Avaliar o efeito do nível de proteína da dieta sobre: a concentração de uréia no soro e no leite e a excreção urinária de uréia.

Comparar a produção de proteína microbiana estimada pela excreção total de derivados de purinas na urina com a obtida com técnica das bases purinas com uso de coletas no omaso.

Comparar a produção e a eficiência microbiana estimadas por meio da coleta total de urina ou por intermédio de amostragem *spot* de urina.

Avaliar o efeito do nível de proteína bruta da dieta sobre a produção microbiana avaliada por diferentes técnicas.

Literatura citada

- BADAMANA, M.S.; SUTTON J.D.; OLDHAM, J.D. et al. The effect of amount of protein in the concentrates on hay intake and rate of passage, diet digestibility and milk production in British Saanen goats. **Animal Production**, v. 51, p. 333-342. 1990.
- BADAMANA, M.S.; SUTTON, J.D. Hay intake, milk production, and rumen fermentation in British Saanen goats given concentrates varying widely in protein concentration. **Animal Production**, v. 54, p. 395-403. 1992.
- BELENGUER, A.; YAÑEZ, D.; BALCELLS, J. et al. Urinary excretion of purine derivatives and prediction of rumen microbial outflow in goats. **Livestock Production Science**, v.77, p.127-135. 2002.
- BRUN-BELLUT, J.; LAURENT, F.; VIGNON, B. Taux d'uree du lait, allantoine urinaire, temoins de la nutrition azotee chez la chevre en lactation. **Canadian Journal of Animal Science**, v.64 (Suppl.), p. 281-282. 1984.
- CHEN, X.B.; ORSKOV, E.R.; De B. HOVELL Excretion of purine derivatives by ruminants: endogenous excretion, differences between cattle and sheep. **British Journal of Nutrition**, v.63, p. 121-129. 1990.
- CHEN, X.B.; MEJIA, A.T.; ORSKOV, E.R. Evaluation of the use of the purine derivative: creatinine ratio in spot urine and plasma samples as an index of microbial protein supply in ruminants: studies in sheep. . **Journal of Agricultural Science Cambridge**, v.125, p.137-143. 1995.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de Nutrição dos Ruminantes**. Piracicaba, Ed. Livrocere, 1979. 384 p.
- DEVENDRA, C. The Goat in the Humid Tropics in Gall, C. (Ed.) **Goat Production**. London: Academic Press, 1981. p.557-572
- EGAN, J.K.; DOYLE, P.T. Effect of intraruminal infusion of urea on the response in voluntary feed intake by sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 36, p.483-495. 1985.
- ERASMUS, L.J. Amino acid formulation of dairy diets examined. **Feedstuffs**, March 8, 1999.

F.A.O. **Montly Bulletin of Statistics**. 1995.

FERNANDEZ, J.M.; SAHLU, T.; LU, C.D. et al. Production and metabolic aspects of nonprotein nitrogen incorporation in lactation rations of dairy goats. **Small Ruminant Research**, v. 26, p. 105-117. 1997.

FUJIHARA, T.; ORSKOV, E.R.; REEDS, P.J. et al. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agricultural Science Cambridge**, v.109, p.7-12. 1987.

HARMEYER, J.; MARTENS, H Aspects of Urea Metabolism in Ruminants with Reference to the Goat. **Journal of Dairy Science** v. 63. p. 1707-1728. 1980.

HOF, G.; TAMMINGA, S.; LENAERS P.J. Efficiency of protein utilisation in dairy cows. **Livestock Production Science**, v.38, p.169-178. 1994.

LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO S.C.; GONÇALVES,L.C. et al. Consumo e digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica em novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coletas de digesta abomasal e omasal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife, PE. **Anais...** UFPE: SBZ, 2002. CD-ROM – Nutrição de Ruminantes.

LEHNINGER, A.L. **Princípios de bioquímica**. 8^a ed., São Paulo: Sarvier, p. 725. 1993.

LINDBERG, J.E. Urinary allantoin excretion and digestible organic matter intake in dairy goats. **Swedish Journal of Agricultural Research**, v.15, p.31-37, 1985.

LINDBERG, J.E. Nitrogen metabolism and urinary excretion of purines in goat kids. **British Journal of Nutrition**, v. 61, p. 309-321. 1989.

MACKIE, R.I.; THERION, J.J. Influence of mineral inteactions on growth efficiency of rumen bacteria in GILCHRIST, F. M. C. E MACKIE, R. I (Ed.) **Herbivore nutrition in the subtropics and tropics**. Pretoria: The Science Press, 1984. p. 455-477

MÄNTYSAARI, P. E.;SNIFFEN, C. J. Application model provides means to balance amino acids for dairy cattle. **Feedstuffs**, v. 61(20), p.13-14. 1989.

- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In FAHEY, Jr., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilisation**. Madison: American Society of Agronomy, p. 450-493. 1994.
- MORAND-FEHR, P.; SAUVANT, D. Composition and yield of goat milk as affected by nutritional manipulation. **Journal of Dairy Science**, v. 63, p. 1671-1680. 1980.
- OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoproteicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-proteicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1621-1629. 2001.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; LEÃO, M.I. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n. 4. 2000.
- RODRIGUES, M.T. Uso de fibras em rações de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998. Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 139-171. 1998.
- SAHLU, T.; FERNANDEZ, J.M.; LU, C.D. et al. Dietary Protein Level and Ruminal Degradability for Mohair Production in Angora Goats. **Journal Animal Science**, v. 70, p.1523-1533. 1992.
- SAHLU, T.; HART, S.P.; FERNANDEZ, J. M. Nitrogen metabolism and blood metabolites in three goat breeds fed increasing amounts of protein. **Small Ruminant Research**, V. 10, p.281-292. 1993 a.
- SAHLU, T.; FERNANDEZ J.M.; JIA Z.H. et al. Effect of source and amount of protein on milk production in dairy goats. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p.2701-2710. 1993 b.
- SILVA, R.M.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Uréia para vacas em lactação. 2. Estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1948-1957. 2001.
- SILVA SOBRINHO, A.G.; RODRIGUES, M.T.; GARCIA, J.A. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de proteína para cabras em lactação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.6. 1991.

- SINGH, N; MUDGAL, V.D. Utilization of various levels of dietary nitrogen by dairy goats. In International conference on goats, IV, Brasília, DF, Brasil, 1987, **Proceedings**...Brasília, EMBRAPA, p.1415, 1987.
- SOTO-NAVARRO, S.A.; GOETTSCHE A.L.; SAHLU, T. et al. Effects of ruminally degraded nitrogen source and level in a high concentrate diet on site of digestion in yearling Boer x Spanish wether goats. **Small Ruminant Research**, v. 50, p.117-128. 2003
- SNIFFEN C.J.; BEVERLY, R.W.; MOONEY, C.S. et al. Nutrient requirement versus supply in dairy cow: Strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 10, p.3160-3178. 1993,
- TIMMERMANS Jr, S.J.; JOHNSON, L.M.; HARRISON, J.H. Estimation of the flow of microbial nitrogen using milk uric acid or allantoin. **Journal Dairy Science**, v. 83, p. 1286-1299. 2000.
- TOPPS, J.H.; ELLIOT, R.C. Relationship between concentrations of ruminal nucleic acids and excretion of purine derivatives by sheep. **Nature**, v.205, p. 498-499. 1965.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovino. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6. 1997.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, p. 2686-2696. 1999.
- YU, P.; EGAN, A.R.; BOON-EK, L. et al. Purine derivative excretion and ruminal microbial yield in growing lambs fed raw and dry roasted legume seeds as protein supplements. **Animal Feed Science and Technology**, v.95, p.33-48. 2002.

Consumo e digestibilidade dos nutrientes e produção e composição do leite em cabras alimentadas com diferentes níveis de proteína na dieta.

RESUMO: Avaliaram-se os consumos e as digestibilidades aparentes dos nutrientes, a produção e composição do leite de cabras recebendo dietas com 47% de silagem de milho e 53% de concentrado, contendo níveis crescentes de proteína bruta (PB) na dieta (11,5; 13,5; 15,5 e 17,5% na base da matéria seca). Foram utilizadas 12 cabras alpinas em lactação distribuídas em três quadrados latinos balanceados 4x4 em quatro períodos de 15 dias, sendo sete dias de adaptação, oito dias de coleta de amostras de alimentos, sobras e cinco dias de coleta total de fezes. Os resultados foram avaliados por meio de análise de variância e regressão. Os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), PB, proteína degradável no rúmen (PDR) e nutrientes digestíveis totais (NDT) aumentaram linearmente ($P < 0,05$) com os níveis de PB da dieta. As digestibilidades da MS, MO, PB, carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) aumentaram linearmente em função dos teores de PB da dieta ($P < 0,05$). A produção de leite aumentou linearmente com o incremento do nível dietético de PB, segundo a equação: $\hat{y} = 1,573 + 0,0502 \text{ PB}$, $r^2 = 0,90$, $P < 0,1$. A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura não foi influenciada pelos níveis de PB nas dietas. As porcentagens de gordura e PB no leite não foram afetadas pelos níveis de PB nas dietas. O consumo e a digestibilidade dos nutrientes, bem como a produção de leite apresentaram resposta positiva ao aumento do conteúdo dietético de PB. Concluiu-se que o nível de 13,5% de proteína bruta ou 290 g de PB /dia supriu às exigências das cabras em proteína e pareceu adequado para cabras com produção diária superior a 2,7 kg.

Palavras-chave: Alimentação, caprinocultura, farelo de soja e lactação

Nutrient intake and digestibility and milk production and composition in goats fed with different levels of protein in the diet.

ABSTRACT: The intakes and apparent digestibilities of the nutrients and production and composition of milk were evaluated in goats receiving diets with 47% of maize silage and 53% of concentrate containing crescent levels of crude protein (CP) in the diet (11,5; 13,5; 15,5 e 17,5 % in dry matter basis). Twelve lactating Alpine goats distributed in three balanced latin squares were used in four periods of 15 days: seven days of adaptation, eight days of collecting samples of feeds, refusals and five days of total collection of faeces. The results were evaluated by variance and regression analysis. The intakes of dry matter (DM), organic matter (OM), CP, rumen degradable protein (RDP) and total digestible nutrients (TDN) increased linearly ($P < 0,05$) with the levels of CP in the diet. The digestibilities of DM, OM, CP, total carbohydrates (TC), neutral detergent fiber (NDF) and non-fiber carbohydrates (NFC) increased linearly with dietary CP level. The milk production increased linearly with the increase of dietary level of CP in accordance with the following the equation: $\hat{Y} = 1,573 + 0,0502 \text{ CP}$, $r^2 = 0,90$, $P < 0,1$. The dietary level of CP did not influence the milk production corrected to 3,5% of fat. The levels of CP in the diets did not affect the percentages of fat and CP in the milk. The nutrient intake and the digestibility, as well as the milk production, presented positive response to the dietary CP content. It was concluded that the increase of the level of CP in the diet favored the intake and the apparent digestibility of DM, OM and CP.

Keywords: Feeding, goat keeping, lactation and soybean meal

Introdução

O consumo de nutrientes é o principal fator que limita a produção de ruminantes, e maximizar o consumo de um animal é um componente chave no desenvolvimento de rações e estratégias de alimentação que podem otimizar a produção (Rodrigues, 1998).

O consumo de matéria seca pode ser controlado por fatores físicos, fisiológicos ou psíquicos. O mecanismo físico de regulação da ingestão de alimentos está relacionado com o enchimento e a distensão do rúmen-retículo, o fisiológico é regulado pelo balanço energético ou nutricional e a regulação psíquica envolve o comportamento do animal a fatores inibidores ou estimuladores no alimento, no manejo alimentar ou no ambiente, que não são relacionados ao valor energético nem ao efeito de repleção (Mertens, 1994). Um dos fatores que pode estimular a ingestão de nutrientes é a adição de alimentos concentrados à dieta.

Os suplementos concentrados proteicos têm sido responsáveis pelo alto custo de alimentação de cabras leiteiras, o que leva a crer que a otimização da utilização de compostos nitrogenados seria interessante sob o ponto de vista produtivo. Assim sendo, torna-se de fundamental importância a determinação do nível ótimo de proteína bruta (PB) em dietas de cabras lactantes.

Segundo Devendra (1982), níveis de PB abaixo de 14 % podem resultar em declínio da produção de leite e do conteúdo de proteína do leite. Carvalho (1989), pesquisando cinco níveis de proteína bruta (9,9; 12,0; 14,2; 16,4; 18,7% na MS) oferecidos para cabras mestiças com produção média de 1 kg de leite/dia, observou que o nível de PB não influenciou o consumo alimentar e que a retenção de nitrogênio tendeu a ser melhor em cabras alimentadas com

dietas contendo 14,2 e 16,4 % de PB. Já Badamana et al. (1990), ofereceram níveis crescentes de PB para cabras com produção superior a 3 kg de leite/dia, e observaram aumento da ingestão de alimento e da produção de leite, o que foi confirmado por Badamana & Sutton (1992).

Segundo Morand-Fehr & Sauvant (1980), a concentração de PB na ração total deve variar entre 13 e 16 % da matéria seca (MS), dependendo do tipo de proteína da dieta, da produção de leite e do estágio de lactação das cabras. Esta recomendação está de acordo com os resultados obtidos por Sahlou et al. (1993b), que trabalharam com dietas contendo diferentes níveis de proteína e concluíram que o aumento de 13 para 17 % de PB na MS não influenciou o consumo alimentar nem a produção de leite em cabras leiteiras, produzindo de 3,3 a 4,6 kg de leite por dia durante o início de lactação. Os autores citaram que a ausência de efeito da PB da dieta sobre o desempenho produtivo pode ter sido devido ao alto consumo de matéria seca das cabras (4,7 % do peso vivo).

Possivelmente, para um menor consumo de MS observado em condições tropicais em relação às condições de clima temperado (Devendra, 1982), sejam necessários mais do que 13 % de PB na MS para atender a exigência de PB para máxima produção de leite.

Este trabalho foi conduzido com cabras alimentadas com diferentes níveis de PB na dieta, com os objetivos de avaliar o consumo e as digestibilidades aparentes, de MS, FDN, MO, PB, CT e CNF e a produção e a composição do leite.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Setor de Caprinocultura, do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa em Viçosa - MG, no período de 10 de outubro a 10 de dezembro de 2002.

A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais e tem como coordenadas geográficas de posição 20°45'20" de latitude sul e 45°52'40" de longitude oeste de Greenwich e altitude de 657 m. A temperatura e a umidade relativa médias durante o período experimental foram, respectivamente, de 22,1°C e 73,6% (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2002).

Foram utilizadas 12 cabras da raça Alpina, com peso médio de 50,8 kg e produção média diária de 2,8 kg de leite. Os animais foram confinados em baias individuais de 1,5 m², com piso ripado de madeira, comedouro e bebedouro individuais.

Na Tabela 1 são mostradas as proporções dos ingredientes nos concentrados e a composição bromatológica da silagem de milho e dos concentrados.

Inicialmente, os animais foram identificados e tratados contra ecto e endoparasitas. As cabras foram pesadas no início e no final de cada período experimental e foram distribuídas em três quadrados latinos balanceados 4x4. Cada período experimental teve duração de 15 dias, sendo 7 dias de adaptação à dieta e 8 dias de coleta de amostras. As cabras foram alimentadas com quatro rações constituídas de silagem de milho (47%) e concentrado

(53%). As dietas foram formuladas para conter os níveis de 11,5 %, 13,5 %, 15,5 % e 17,5 % de PB na MS total (Tabela 2), respectivamente.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes na mistura dos concentrados e teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína degradada no rúmen (PDR), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) na silagem de milho e nos concentrados.

Itens	Silagem de milho	Concentrado			
		11,5	13,5	15,5	17,5
Proporções dos ingredientes (%MS)					
Fubá	-	89,8	79,4	69,1	58,7
Farelo de soja	-	6,0	16,4	26,7	37,1
Uréia/S.A. (9:1)	-	2,0	2,0	2,0	2,0
Mistura mineral	-	2,2	2,2	2,2	2,2
Composição bromatológica (% MS)					
MS	32	89	87	91	93
MO	94	96	96	96	95
PB	6	16	20	24	28
PDR ¹	4	11	13	16	19
EE	3	3	2	2	2
CT	86	77	74	70	65
FDN	51	14	13	12	12
CNF	35	63	61	58	53

¹ Estimada conforme dados de Valadares Filho et al. (2002).

A ração foi fornecida às 7:00 e às 16:00 horas, em quantidade suficiente para garantir 15% de sobras. As coletas de sobras foram efetuadas do 8º ao 15º dia de cada período experimental, sendo conservadas a -20°C para posteriores análises.

As fezes foram coletadas em telas colocadas sob o piso ripado das baias individuais de 1,5m². Foi realizada coleta total do 8º ao 12º dia de cada

período experimental, sendo retiradas amostras de 10 % do total, reunidas de maneira a formarem amostras compostas por animal e armazenadas a 20°C até a ocasião das análises laboratoriais.

Tabela 2. Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta.(PB), proteína degradada no rúmen (PDR), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) obtidos para as quatro dietas experimentais.

Item	Níveis de PB (%)			
	11,5	13,5	15,5	17,5
MS (%)	62,1	61,3	63,4	64,1
MO ¹	95,3	95,3	94,8	94,7
PB ¹	11,3	13,4	15,5	17,7
PDR ^{1,2}	7,4	8,9	10,3	11,8
EE ¹	3,0	2,5	2,5	2,5
CT ¹	81,0	79,4	76,8	74,6
FDN ¹	31,5	31,0	30,5	30,4
CNF ¹	49,5	48,4	46,3	44,2

¹ % na MS,

² Estimada conforme dados de Valadares Filho et al. (2002).

As cabras foram ordenhadas manualmente duas vezes ao dia às 6:00 e às 15:00 horas. O leite produzido por cada cabra foi pesado diariamente do 8º ao 15º dia de cada período. No 10º dia de cada período, amostras do leite da 1ª e da 2ª ordenhas foram coletadas e agrupadas em amostra composta proporcional ao peso de cada ordenha para cada animal, para determinação do teor de proteína bruta.

A determinação de teor de gordura do leite foi realizada imediatamente após cada ordenha no 10º dia de cada período. A produção de leite foi corrigida para 3,5 % de gordura (LCG), utilizando-se a equação de Gaines

(1928): $LCG\ 3,5\ \% = (0,4255 \times \text{kg leite}) + [16,425 \times (\% \text{ gordura}/100) \times (\text{kg leite})]$.

A eficiência alimentar foi calculada por meio da divisão da quantidade de leite produzida em kg pela quantidade de alimento ingerida em kg. Calculou-se a eficiência de utilização de N pela divisão da quantidade de N secretada no leite (g/dia) pela quantidade de N ingerido (g/dia).

As amostras de alimentos, sobras e fezes foram secas a 65° C em estufa de ventilação forçada, durante 72 horas, processadas em moinho tipo Willey, com peneiras dotadas de malha de 1 mm e acondicionadas individualmente em frascos de vidro. As análises de matéria seca, cinzas, compostos nitrogenados, extrato etéreo e fibra em detergente neutro dos alimentos, sobras e fezes foram realizadas no Laboratório de nutrição animal do Departamento de Zootecnia da UFV, conforme Silva & Queiroz (2002).

A percentagem de carboidratos totais (CT) foi obtida pela equação proposta por Sniffen et al. (1992): $CT = 100 - (\% \text{ PB} + \% \text{ EE} + \% \text{ cinzas})$, e para o cálculo do teor de nutrientes digestíveis totais (NDT), foi utilizada a equação proposta por Weiss (1999): $NDT = \text{PBd} + 2,25 \times \text{EEd} + \text{FDNd} + \text{CNFd}$, onde PBd, EEd, FDNd e CNFd significam, respectivamente, PB digestível, EE digestível, FDN digestível e CNF digestíveis.

Foram calculados o consumo de matéria seca (CMS) e as exigências de proteína degradada no rúmen (PDR), proteína metabolizável (PMet) e de energia (NDT) de acordo com os procedimentos propostos pelo AFRC (1993).

O consumo de MS é predito pelo AFRC (1993), utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{CMS (kg/d)} = 0,062 \times \text{PV}^{0,75} + 0,305 \text{ PLC}$$

Onde:

CMS = consumo de matéria seca (kg/d);

PV = peso vivo (kg); e

PLC = produção de leite (kg/dia) corrigida para 3,5% de gordura

A exigência de proteína degradável no rúmen (PDR) foi calculada por meio da seguinte equação:

$$\text{Exigência de PDR} = p \times \text{EMFi}$$

Onde

p = síntese de proteína bruta de origem microbiana (PBM), expressa em g de PBM/MJ de EMFi; e

EMFi = energia metabolizável fermentável ingerida (MJ/dia).

$p = 7 + 6 \times (1 - e^{(-0,35 \times N)})$, onde

N = nível de consumo, múltiplo da EM_m ;

$N = (EM_m + EM_L) / EM_m$;

EM_m = Exigência de energia metabolizável para manutenção; e

EM_L = Exigência de energia metabolizável para lactação.

O consumo de EMF foi estimado pela multiplicação da concentração de EMF (MJ/kg) nos alimentos pelas respectivas quantidades que os mesmos foram consumidos pelos animais.

$\text{EMF(MJ/kg)} = 0,9 \times [\text{EM}] - 0,035 [\text{EE}]$, para silagem de milho; e

$\text{EMF(MJ/kg)} = [\text{EM}] - 0,035 [\text{EE}]$, para os concentrados,

Onde:

$[\text{EM}]$ = concentração de energia metabolizável do alimento expressa em MJ/kg; e

$[\text{EE}]$ = concentração de extrato etéreo no alimento, expressa em g/kg.

O consumo de PDR em g/dia foi estimado multiplicando-se o consumo dos ingredientes da dieta por suas respectivas concentrações de PDR em g/kg, utilizaram-se para a silagem de milho, fubá, farelo de soja e uréia, respectivamente, os valores de 62; 52; 65 e 100% de PDR em relação ao total de PB.

A exigência de proteína metabolizável (PMet) é predita pelo AFRC (1993) pela soma da proteína metabolizável para manutenção (PM_m) e para produção de leite (PM_L), mais 5% de margem de segurança. Assim:

$$\text{Exigência PMet} = (\text{PM}_m + \text{PM}_L) \times 1,05,$$

onde.

$$\text{PM}_m = 2,3 \times \text{PV}^{0,75};$$

$$\text{PM}_L = 29,0 \times \text{produção de leite em kg}; \text{ e}$$

$$1,05 = 5\% \text{ de margem de segurança.}$$

O consumo de PMet (CPMet) foi predito com uso de equações propostas AFRC (1993) como exemplificado a seguir.

$$\text{CPMet (g/dia)} = 0,6375 \text{ PBM} + \text{PNDRD},$$

em que:

PBM = proteína bruta microbiana, expressa em g/dia;

PBM = PDR, se o suprimento de PDR for inferior à exigência de PDR, e

PBM = EMF (MJ/d) x p (g PBM/MJ EMF), se o suprimento de PDR for igual ou superior à exigência de PDR.

$$\text{PDR} = 0,8 \times A + B,$$

sendo que, A corresponde à fração de PB do alimento que é rapidamente degradada no rúmen e B corresponde à fração lentamente degradada no rúmen.

PNDRD → proteína não degradada no rúmen digestível expressa em g/dia; para predição do consumo de PNDRD, multiplicou-se o consumo dos ingredientes da dieta por suas respectivas concentrações de PNDRD em g/kg, que foi calculada segundo a equação:

$$\text{PNDRD (g/kg MS)} = 0,9 \times \{[\text{PNDR}] - 6,25 \times [\text{NIDA}]\},$$

onde:

$$\text{PNDR} = \text{PB} - \text{PDR}$$

[PNDR] = concentração de PNDR no alimento, expressa em g/kg; e

[NIDA] = concentração de nitrogênio insolúvel em detergente ácido no alimento, expressa em g/kg.

O AFRC (1993) prediz a exigência de energia metabolizável (EM) para cabras em lactação, por meio da soma dos requerimentos de EM para manutenção (EM_m) e de produção (EM_L), adicionando-se 5% da exigência como margem de segurança. Dessa forma:

$$\text{EM (MJ/DIA)} = (\text{EM}_m + \text{EM}_L) \times 1,05$$

Onde:

$$\text{EM}_m = (\text{F} + \text{A})/\text{Km};$$

$$\text{F} = 0,315 \times \text{PV}^{0,75};$$

$$\text{A} = 0,019 \times \text{PV};$$

$$\text{Km} = 0,35 \times \text{qm} + 0,503 \quad (\text{utilizou-se } \text{qm} = 0,589);$$

$$\text{EM}_L = \text{PLC} \times \text{VE} / \text{KI};$$

VE = valor energético do leite, expresso em MJ/kg;

$$\text{VE} = 0,0376 \times \text{GL} + 0,0209 \times \text{PBL} + 0,948$$

Onde, GL é gordura do leite e PBL é PB do leite em g/kg;

$$\text{KI} = 0,35 \times \text{qm} + 0,420;$$

- F = metabolismo de jejum;
- A = aporte por atividade;
- Km = eficiência de utilização da EM para manutenção;
- qm = metabolizabilidade do alimento;
- Kl = eficiência de utilização de EM para lactação; e
- 1,05 = 5% de margem de segurança.

Os valores referentes às concentrações das frações A e B da PB e de NIDA nos alimentos são provenientes de tabelas de composição de alimentos (AFRC, 1993; Valadares Filho et al. 2002). No AFRC (1993) estes valores estão expressos em decimais do nitrogênio total e nas tabelas brasileiras de composição de alimentos (Valadares Filho et al. 2002) em porcentagem da PB.

Utilizando os procedimentos descritos acima, calcularam-se as exigências de matéria seca, proteína e energia, separadamente para as dietas experimentais.

Os resultados foram avaliados por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas – SAEG (UFV, 1999). Para comparar as médias dos tratamentos e testar a significância dos coeficientes das regressões, foi utilizado o teste “t” de Student a 5 % de probabilidade.

Resultados e Discussão

Na Tabela 3, são apresentados os consumos médios diários de MS, MO, PB, EE, CT, FDN, CNF e NDT, os respectivos coeficientes de variação e determinação e as equações de regressão em função do teor de PB das dietas.

O consumo médio de MS observado de 2,12 kg ou 4,21% do PV está próximo aos consumos indicados por Wilkinson & Stark (1987) e pelo AFRC (1997), que recomendam, respectivamente, consumo de 2,0 e 1,96 kg de MS para cabras de 50 kg com produção de 2,5 kg de leite com 3,5% de gordura. Wilkinson & Stark (1987) citam que o consumo de MS por cabras geralmente se situa na faixa entre 3 e 5 % do peso corporal.

Tabela 3. Médias, coeficientes de variação (CV, %) e determinação (r^2) e equações de regressão ajustadas para os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína degradada no rúmen (PDR), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos níveis de PB nas dietas.

Item	Níveis de PB (%)				CV	r^2	Equações ajustadas
	11,5	13,5	15,5	17,5			
Consumo							
MS ¹	1,99	2,02	2,16	2,28	11,5	0,94	$\hat{Y} = 1,385 + 0,05^{**}PB$
MO ¹	1,91	1,93	2,06	2,17	11,4	0,94	$\hat{Y} = 1,36 + 0,045^{**}PB$
PB ²	241	290	368	448	9,6	0,99	$\hat{Y} = -133,86 + 32,245^{**}PB$
PDR ²	162	195	248	302	9,6	0,99	$\hat{Y} = -92,332 + 21,872^{**}PB$
EE ²	58	46	47	51	17,2	0,93	$\hat{Y} = 278,3 - 31,1PB + 1,04PB^{2**}$
CT ¹	1,60	1,59	1,64	1,67	12,2	-	$\hat{Y} = 1,625$
FDN ²	546	545	575	606	15,0	0,87	$\hat{Y} = 420,0,8 + 10,16^{***}PB$
CNF ¹	1,05	1,04	1,07	1,06	11,0	-	$\hat{Y} = 1,0565$
NDT ¹	1,56	1,57	1,71	1,82	12,0	0,93	$\hat{Y} = 1,015 + 0,0447^{**}PB$
Consumo (% PV)							
MS	3,93	4,05	4,30	4,54	11,8	0,98	$\hat{Y} = 0,276 + 0,988^{**}PB$
FDN	1,07	1,09	1,14	1,20	16,2	0,97	$\hat{Y} = 0,822 + 0,021^{***}PB$

** e *** significativo a 1 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

¹ (kg/dia), ² (g/dia)

O consumo de MS, expresso em kg ou em porcentagem do peso vivo, apresentou comportamento linear crescente com o aumento do teor de PB das dietas. Estes resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Badamana

et al. (1990) e Sahlu et al. (1992) que observaram aumento linear do consumo alimentar com o aumento de teor de proteína da dieta de caprinos. No entanto, difere dos obtidos por Carvalho (1989), que ao submeter cabras mestiças com produção média de 1 kg de leite/dia a cinco níveis de PB (9,9 a 18,7% na MS), observou que o nível de PB da dieta não influenciou o consumo alimentar.

Sahlu et al. (1993b) determinaram o consumo em cabras leiteiras produzindo de 3,3 a 4,6 kg de leite por dia durante o início de lactação. Fornecendo dietas isoenergéticas, com diferentes níveis e fontes de proteína, os autores observaram que o aumento de 13 para 17 % de PB na MS ou a redução da degradabilidade da proteína bruta do farelo de soja não melhorou o consumo alimentar. As diferenças também não foram significativas mesmo quando se consideraram apenas as cabras de alta produção (> 4,0 kg de leite/dia, n=19). Os autores alegaram que a ausência de efeito da PB da dieta sobre o desempenho produtivo pode ter sido devido ao alto consumo de matéria seca das cabras (4,7 % do peso vivo). Diferenças raciais e a produção de leite podem estar relacionadas com esta divergência entre resultados.

Assim como o consumo de MS, os consumos de MO e de NDT foram influenciados positivamente ($P < 0,01$) pelo conteúdo de PB na dieta. O aumento do consumo de NDT foi reflexo do aumento do consumo e digestibilidade da MO (Tabelas 3 e 6).

O consumo de PB apresentou resposta linear crescente ao aumento do teor de PB. Sahlu et al. (1993 b), que não constataram diferença em relação ao consumo de MS, também observaram que a ingestão de PB refletiu a porcentagem de PB dietética.

Utilizando-se as equações propostas pelo NRC (1981), AFRC (1993) e as tabelas de composição de alimentos (Valadares Filho et al., 2002), foram estimados os consumos de proteína metabolizável, proteína degradada no rúmen (PDR) e energia (NDT). Os valores observados e preditos por meio de equações estão apresentados na tabela 4.

Os consumos de MS observados encontram-se próximo àqueles preditos pelo AFRC (1993).

Tabela 4. Valores médios observados e preditos para consumo de matéria seca (MS), para consumo e exigência de proteína bruta (PB), proteína metabolizável (PMet) e nutrientes digestíveis totais (NDT) obtidos para as dietas contendo diferentes níveis de PB.

	Níveis de PB (%)			
	11,5	13,5	15,5	17,5
Consumo de MS (kg/dia)				
Observado	1,99	2,02	2,16	2,28
Predito ²	2,01	2,00	2,02	2,12
PB (g/dia)				
Consumo	240,9	290,2	368,0	447,5
Exigência ¹	238,7	238,7	242,5	256,2
Exigência ²	232,2	232,1	234,8	254,2
PMet (g/dia)				
Consumo predito ²	135,9	171,0	214,1	258,5
Exigência ²	155,6	155,5	157,3	170,3
PDR (g/dia)				
Consumo	161,9	195,3	248,0	302,1
Exigência ²	201,2	205,0	219,0	234,3
NDT (kg/dia)				
Consumo	1,56	1,57	1,71	1,82
Exigência ¹	1,58	1,57	1,59	1,70
Exigência ²	1,51	1,50	1,52	1,61

¹ NRC (1981), ² AFRC (1993) → PB = PM ÷ 0,67 (Segundo Valadares Filho, 1999)

Com relação aos níveis de PB, constata-se que apenas com a dieta com 11,5% de PB as cabras consumiram quantidade de PB próxima a quantidade recomendada pelo NRC (1981). Com as demais dietas, os consumos de PB foram superiores às exigências (Tabela 4). Portanto, nestas dietas, houve excesso de PB em relação às exigências propostas pelo NRC (1981) e pelo AFRC (1993).

Embora o consumo de PB pelos animais submetidos à dieta com 11,5% de PB esteja próximo às exigências deste nutriente, nesta dieta a exigência de proteína metabolizável (PMet) não foi atendida. Quando as cabras receberam a dieta com 13,5% de PB, a exigência de PMet estimada pelo AFRC (1993) foi suprida. As dietas com 15,5 e 17,5% excederam as exigências de proteína metabolizável e PDR propostas pelo AFRC (1993).

Apesar das dietas possuírem teores decrescentes de carboidratos em função da substituição de fubá por farelo de soja, os consumos de carboidratos totais e não fibrosos não foram influenciados pela quantidade de PB da dieta. A ingestão crescente de MS e MO compensou os teores decrescentes de carboidratos, fazendo que não houvesse diferença no consumo de carboidratos.

O modelo que melhor se ajustou ao consumo de EE foi o modelo quadrático (Tabela 3). Este fato ocorreu em função do maior conteúdo de EE na ração com 11,5% de PB em relação às demais rações (Tabela 2) e do consumo de MS crescente observado. Estimou-se o consumo mínimo de EE de 45,1 gramas com 14,95% de PB na dieta.

O consumo de FDN em gramas ou em porcentagem do PV (% PV) apresentou resposta positiva ($P < 0,1$) em função dos teores de PB da dieta. O

consumo médio de FDN, quando expresso em % PV, situou-se na faixa de 1,073 a 1,198% do PV. Estes valores são próximos ao valor de 1,09% do PV de cabras lactantes, alimentadas com 30,2% de FDN na dieta, observado por Carvalho (2002) e estão de acordo com Bonfim (2003), que observou consumo de 1,12% do PV de cabras lactantes alimentadas com dietas que continham de 29 a 31% de FDN.

Os dois mecanismos principais de controle do consumo voluntário são o físico e o fisiológico. Em bovinos, tem-se observado efeito de repleção pela fibra quando o consumo de FDN atinge valores próximos de 1,2% do peso vivo, embora o nível de fibra nas dietas para causar efeito de repleção varie em função do nível de produção (Mertens, 1987). Para cabras leiteiras estes parâmetros não estão bem definidos, mas Santini et al. (1992) e Carvalho (2002) apresentaram evidências de que, no nível de consumo de fibra das cabras do presente trabalho (até 1,2%PV), o mecanismo de controle de consumo dos animais não parece ter sido em função da repleção física.

Com o aumento de conteúdo dietético de PB, o consumo de NDT também apresentou comportamento linear crescente ($P < 0,01$). Com a dieta com 11,5% de PB, o consumo de NDT atendeu às exigências propostas pelo AFRC (1993) e ficou próximo às recomendações do NRC (1981). Com as demais dietas às exigências de NDT foram satisfeitas por ambos os sistemas.

A produção de leite (PL) e os conteúdos de gordura e proteína bruta do leite estão apresentados na Tabela 5. A PL relacionou-se linear e positivamente ($P < 0,1$) com os níveis de PB na dieta. Essa tendência pode ter ocorrido devido ao aumento do consumo e da digestibilidade da MS e dos nutrientes citados (Tabelas 3,4 e 6).

Badamana et al. (1990) e Badamana & Sutton (1992) observaram aumento linear da produção leiteira por cabras com o aumento do nível de proteína do concentrado. Lu et al. (1987) forneceram níveis de 12, 15 e 18 % de PB na dieta de cabras lactantes e constataram diferença significativa da produção de leite entre os grupos que recebiam dietas com 12 e 18 % de PB, respectivamente 1,7 e 2,4 kg de leite por dia. Já Sahlu et al. (1993b) não observaram efeito significativo do teor de PB da dieta sobre a produção de leite por cabras.

Tabela 5. Médias, coeficientes de variação (CV, %) e equações de regressão ajustadas, para produção de leite (PL), produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC), eficiência alimentar (Efic MS, kg leite/kg MS consumida), eficiência de utilização do N (Efic N, g de N no leite/g de N ingerido) e teores e quantidades de gordura (G) e proteína bruta (PB) do leite, em função do nível de proteína bruta nas dietas.

	Níveis de PB (%)				CV	r ²	Equações ajustadas
	11,5	13,5	15,5	17,5			
PL (kg)	2,717	2,723	2,761	3,081	15,8	0,70	$\hat{Y} = 2,001 + 0,0565^{***}PB$
PLC (kg)	2,440	2,407	2,462	2,664	16,3	-	$\hat{Y} = 2,494$
Efic MS	1,37	1,34	1,27	1,35	9,9	-	$\hat{Y} = 1,335$
Efic N	0,32	0,27	0,21	0,20	9,1	0,95	$\hat{Y} = 0,5404 - 0,2^{**}PB$
G (%)	2,88	2,79	2,82	2,71	10,9	-	$\hat{Y} = 2,80$
G (g)	78,2	76,0	78,4	82,4	17,9	-	$\hat{Y} = 78,7$
PB (%)	2,85	2,98	2,97	2,95	6,3	-	$\hat{Y} = 2,94$
PB (g)	77,6	80,0	80,1	91,3	16,5	0,75	$\hat{Y} = 52,5965 + 2,046^{*}PB$

** , * e *** significativo a 1, 5 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

A produção de leite corrigida para 3,5 % de gordura (PLC) foi similar ($P>0,1$) entre as cabras submetidas a diferentes níveis de PB nas dietas. Isto pode ter ocorrido, pois não houve efeito de tratamento sobre o teor de gordura do leite e nem sobre a produção diária de gordura do leite.

Embora a produção de leite tenha aumentado ($P < 0,01$), à medida que aumentaram os níveis de PB da ração, houve um declínio ($P < 0,01$) na eficiência de utilização de nitrogênio. Na dieta com 11,5% de PB, o consumo de PB foi semelhante ao recomendado pelo NRC (1981); com níveis mais elevados de PB na dieta constatou-se que o consumo de PB excedeu às recomendações do NRC (1981) e do AFRC (1993).

Segundo as recomendações do NRC (1981), o consumo de 256,2 g de PB seria o necessário para atender à exigência para produção de 3,081, ou seja, o aumento de 15,3 gramas do consumo de PB observado no tratamento com 11,5% de PB. Observou-se que o consumo de PB aumentou 206,6 gramas para que houvesse aumento de 364 gramas na produção de leite. O excesso no consumo de PB pode estar relacionado com a diminuição da eficiência de utilização do N dietético.

Dos constituintes do leite avaliados, gordura e proteína bruta, apenas a produção de PB em gramas foi afetada pelo teor de PB da dieta, apresentando comportamento linear crescente com o aumento do nível de PB dietético.

Na Tabela 6 são apresentados os coeficientes de digestibilidade aparentes médios de MS, MO, PB, EE, CT, FDN e CNF, os respectivos coeficientes de variação e determinação e as equações de regressão em função do teor de PB das dietas. O coeficiente de digestibilidade aparente de MS apresentou médias de: 77,4; 78,3; 80,0 e 80,4% , respectivamente, para as dietas com 11,5; 13,5; 15,5 e 17,5 % de PB. Estas médias estão na mesma faixa, em torno de 80 %, das observadas por Batista (1991), Brun-Bellut et al. (1991) e Cerrillo et al. (1999). Bonfim (2003) observou em cabras lactantes

valores de digestibilidade aparente da MS variando de 71,2 a 77,1%, sendo próximos aos valores observados neste trabalho.

A digestibilidade aparente da MS foi influenciada de forma linear pelos níveis de PB das dietas. Sahlu et al. (1993a) também observaram melhor digestibilidade aparente da MS por cabras alimentadas com níveis mais elevados de PB na dieta. Por outro lado, Badamana & Sutton (1992) não notaram diferenças a respeito das digestibilidades da MS e da MO.

Da mesma forma que a digestibilidade da MS, o coeficiente de digestibilidade da MO apresentou comportamento linear crescente ($P < 0,05$) com a elevação do conteúdo de PB da dieta.

Badamana et al. (1990), Singh & Mudgal (1987) e Soto-Navarro et al. (2003) observaram incremento nas digestibilidades da MO e PB com o aumento no teor de PB na dieta de cabras lactantes.

Tabela 6 Médias, equações de regressão ajustadas, coeficientes de variação (CV, %) e de determinação (r^2) para os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) em função dos níveis de proteína bruta nas dietas.

Itens	Níveis de PB (%)				CV	r^2	Equações ajustadas
	11,5	13,5	15,5	17,5			
MS	77,4	78,3	80,0	80,4	3,4	0,95	$\hat{Y} = 72,13 + 0,472^{**}PB$
MO	78,4	79,4	81,0	81,5	3,4	0,96	$\hat{Y} = 73,07 + 0,48^{**}PB$
PB	75,9	78,7	81,8	83,6	5,2	0,99	$\hat{Y} = 62,86 + 1,176^{**}PB$
EE	90,3	84,8	83,3	86,0	5,6	0,99	$\hat{Y} = 201,3 - 15,5PB + 0,5^{**}PB^2$
CT	78,3	79,2	80,7	80,7	3,5	0,98	$\hat{Y} = 74,0 + 0,39PB*PB$
FDN	56,2	57,1	59,4	60,0	11,1	-	$\hat{Y} = 58,168$
CNF	89,3	90,2	91,8	92,3	2,3	0,97	$\hat{Y} = 83,9 + 0,476^{**}PB$

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Assim como ocorreu para os nutrientes citados, os coeficientes de digestibilidade aparente dos CT e CNF, apresentaram resposta linear crescente ao incremento de PB da dieta. Singh & Mudgal (1987) também notaram melhora na digestibilidade dos carboidratos totais com aumento do nível de proteína da dieta de cabras. Os resultados dos coeficientes de digestibilidade aparente dos CNF observados nas dietas com 13,5; 15,5 e 17,5% de PB foram superiores a 90%, enquanto no tratamento com 11,5% de PB, foi observado o coeficiente de digestibilidade aparente de 89,3 %. A resposta crescente em relação aos CT foi influenciada pela melhora na digestibilidade dos CNF. Já a digestibilidade aparente da FDN não foi influenciada ($P > 0,05$) pelo o aumento do nível de PB nas dietas.

Assim como aconteceu com a digestibilidade dos nutrientes supracitados, o coeficiente de digestibilidade aparente da PB também aumentou significativamente ($P < 0,01$) com o teor de PB das dietas. Esse fato pode ser atribuído à maior ingestão de compostos nitrogenados e conseqüentemente à progressiva diminuição da contribuição do N endógeno nos compostos nitrogenados fecais (Robinson & Forbes, 1970, Ezequiel, 1987 e Cameron, 1991, citados por Valadares et al. 1997).

A digestibilidade do EE apresentou resposta quadrática ($R^2 = 0,99$ e $P = 0,0256$) conforme a equação: $\hat{Y} = 201,28 - 15,5PB + 0,5PB^2$. Estimou-se a digestibilidade mínima de 81,15% com o nível de 15,5% de PB na dieta.

Conclusões

O aumento do teor de proteína bruta da dieta pode favorecer o consumo, a digestibilidade aparente dos nutrientes.

A utilização de 11,5% de PB na dieta pode melhorar a eficiência de utilização de N dietético.

O nível de 13,5% de proteína bruta ou 290 g de PB /dia supriu às exigências das cabras em proteína e parece adequado para cabras com produção diária superior a 2,7 kg.

Literatura citada

- AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. Report No. 10. The Nutrition of Goats. **Nutrition Abstracts and Reviews (Series B)**. v. 67. n. 11. p.826-844. 1997.
- AGRICULTURAL AND FOOD REASERCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford, UK, CAB International, 1993. 159p.
- BADAMANA, M.S.; SUTTON J.D.; OLDHAM, J.D. et al. The effect of amount of protein in the concentrates on hay intake and rate of passage, diet digestibility and milk production in British Saanen goats. **Animal Production**, v. 51, p. 333-342. 1990.
- BADAMANA, M.S.; SUTTON, J.D. Hay intake, milk production, and rumen fermentation in British Saanen goats given concentrates varying widely in protein concentration. **Animal Production**, v. 54, p. 395-403. 1992.
- BATISTA, A.M.V. **Degradabilidade da proteína bruta da ração e digestão em cabras não-gestantes e não-lactantes e no terço final da gestação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1991, 96 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- BONFIM, M.A.D. **Carboidratos solúveis em detergente neutro em dietas de cabras leiteiras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2003, 240 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- BRUN-BELLUT, J.; KELLY, J. M.; MATHISON, G.W et al. Effect of rumen degradable protein and lactation on nitrogen metabolism in dairy goats. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 71, p. 1111-1124. 1991.
- CARVALHO, F.F.R. **Efeitos de diferentes níveis de proteína bruta para cabras em lactação e uso de indicadores internos para estimar a digestibilidade dos nutrientes**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1989, 72 p. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- CARVALHO, S. **Desempenho e comportamento ingestivo de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 120p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.

- CERRILLO, M.A.; RUSSEL, J.R.; CRUMP, M.H. The effects of hay maturity and forage to concentrate ratio on digestion kinetics in goats. **Small Ruminant Research**, v. 32, p.51-60, 1999.
- DEVENDRA, C. Goat: Dietary Factors Affecting Milk Secretion and composition. **International Goat and Sheep Research**, v. 2 (1), p.61-76. 1982
- GAINES, W.L. The energy basis of measuring milk yield in dairy cows. **Illinois Agricultural Experiment Station Bulletin 308**, 1928.
- LU, C.D.; POTCHOIBA, M.J.; COLEMAN L. Effect of dietary energy density and protein level on lactation in dairy goats. In International conference on goats, IV, Brasília, DF, Brasil, 1987, **Proceedings...Brasília**, EMBRAPA, p.1390, 1987.
- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, p.1548-1558, 1987.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In FAHEY, Jr., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, p. 450-493. 1994.
- MORAND-FEHR, P.; SAUVANT, D. Composition and yield of goat milk as affected by nutritional manipulation. **Journal of Dairy Science**, v. 63, p. 1671-1680. 1980.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL -N.R.C. Subcommittee on Goat Nutrition. **Nutrient requirements of goats**, Washington, D.C., 91p. 1981
- RODRIGUES, M.T. Uso de fibras em rações de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998. Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 139-171. 1998.
- SAHLU, T.; FERNANDEZ, J.M.; LU, C.D. et al. Dietary Protein Level and Ruminal Degradability for Mohair Production in Angora Goats. **Journal Animal Science**, v. 70, p.1523-1533. 1992.
- SAHLU, T.; HART, S.P.; FERNANDEZ, J. M. Nitrogen metabolism and blood metabolites in three goat breeds fed increasing amounts of protein. **Small Ruminant Research**, V. 10, p.281-292. 1993 a.

- SAHLU, T.; FERNANDEZ J.M.; JIA Z.H.. et al. Effect of source and amount of protein on milk production in dairy goats. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p.2701-2710. 1993 b.
- SANTINI, F.J.; LU, C.D.; POTCHOIBA, M.J. et al. Dietary fiber and milk yield, mastication, digestion and passage in goats fed alfalfa hay. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.209-219, 1992.
- SINGH, N.; MUDGAL, V.D. Utilization of various levels of dietary nitrogen by dairy goats. In International conference on goats, IV, Brasília, DF, Brasil, 1987, **Proceedings...**Brasília, EMBRAPA, p.1415, 1987.
- SILVA, J.D.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos** 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2002. 156 p.
- SNIFFEN C.J.; O'CONNOR J.D.; VAN SOEST P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, 70: 3562-3577, 1992
- SOTO-NAVARRO, S.A.; GOETTSCHE A.L.; SAHLU, T. et al. Effects of ruminally degraded nitrogen source and level in a high concentrate diet on site of digestion in yearling Boer x Spanish wether goats. **Small Ruminant Research**, v. 50, p.117-128. 2003
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Meteorológica. **Dados climáticos**. Viçosa, MG; UFV. 2002.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - **Sistema de análises estatísticas**. Versão 8,0. Viçosa, MG: 1999. 141p. (Manual do usuário).
- VALADARES FILHO, S.C. Padrões de alimentação: fundamentos e programas para cálculo de rações. In I SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, Viçosa, p. 157-178. 1999,
- VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA Jr., V.R.; CAPPELLE,E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: UFV; DZO; DPI, 2002. 297 p.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos 2. Consumo, digestibilidades e balanço de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 1259-1263, 1997.

WEISS, W.P. Energy Prediction equations for ruminant feeds. In **Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers**, 61, 1999, Proceedings, Ithaca: Cornell University, p. 176-185. 1999.

WILKINSON, J.M.; STARK. B.A. **Producción comercial de cabras**. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, Espanha, 1987. 165 p.

Digestão total e parcial dos nutrientes, pH, amônia, excreção de uréia e balanço de compostos nitrogenados em cabras lactantes alimentadas com diferentes níveis de proteína

RESUMO: Utilizaram-se quatro cabras Alpinas, fistuladas no rúmen, distribuídas em quadrado latino 4x4, para avaliação do efeito de diferentes níveis de proteína bruta (PB) na dieta sobre o consumo, digestibilidade parcial e total dos nutrientes, pH e amônia no conteúdo ruminal. Para estimativa do fluxo omasal de MS e da excreção fecal, utilizou-se o óxido crômico como indicador. Para avaliação dos compostos nitrogenados (N) totais urinários e das concentrações de N-uréia no soro (NUS), no leite (NUL) e na urina, que foi coletada durante três dias, além das quatro cabras fistuladas, utilizaram-se também 12 cabras não fistuladas distribuídas em três quadrados latinos 4x4. Para avaliação do pH e da amônia no fluido ruminal, realizaram-se coletas da digesta ruminal, imediatamente antes (0h), e duas e quatro horas após o fornecimento de alimento. Os animais foram alimentados com rações constituídas de silagem de milho e concentrado na proporção 47:53, e as dietas continham 11,5; 13,5; 15,5 e 17,5 % de PB na base da MS. Com exceção da PB e da PDR, os consumos e digestibilidades totais dos demais nutrientes não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de PB nas dietas. O pH ruminal diminuiu com os tempos de coleta e estimou-se pH máximo de 6,78 com 15,5% de PB na dieta. Ocorreu efeito linear crescente do conteúdo de PB da dieta sobre a concentração ruminal de amônia. O consumo de N aumentou com o incremento do teor de PB da dieta. À medida que houve aumento no consumo de N, ocorreram aumentos nas concentrações de NUS e NUL, da

quantidade de N secretado no leite (NL), no volume urinário, na excreção de N-total e uréia na urina, na excreção de N-fecal e no balanço de N.

Palavras-chave: caprinos, lactação, digestão, compostos nitrogenados

Total and partial digestion of the nutrients, pH, ammonia, urea excretion and nitrogen compounds balance in lactating goats fed with different levels of protein.

ABSTRACT: Four Alpine goats, cannulated in the rumen, distributed in 4x4 latin square were utilized for the evaluation of the effect of different levels of crude protein (CP) in the diet on the intake, total and partial digestibility of nutrients, pH and ammonia in the rumen content. For the estimation of omasal dry matter flux and of faecal excretion, the chromic oxide was utilized as an indicator. In order to evaluate the urinary total nitrogen compounds and the concentrations of N-urea in the serum (NUS), in milk (NUL) and in the urine, that was collected during three days, besides the four cannulated goats, 12 non cannulated goats distributed in three latin squares 4 x 4 were utilized. Collections of ruminal fluid were carried out immediately before (0h), two hours (2h) and four hours (4h) after the morning feeding supply for the rumen liquor pH and ammonia evaluation. The animals were fed with rations constituted of maize silage and concentrate in the proportion of 47:53, the diets contained 11,5, 13,5, 15,5 and 17,5% of CP in the dry matter basis. With the exception of CP and rumen degradable protein (RDP), the intakes and the total digestibilities of the other nutrients were not influenced ($P>0,05$) by the dietary CP levels. The ruminal pH was reduced with the time of sampling and maximum pH of 6,78 was estimated with 15,5 of CP in the diet. Linear crescent effect of the CP content in the diet on the ruminal concentration of ammonia occurred. The N intake increased with the increment of CP level in the diet. As there was an increase in the N intake, there were also increases in the NUS and NUL concentrations, of the N amount secreted in the milk, in the urinary volume, in the total N and urea N in the urine, in the faecal N excretion and in the N balance.

Keywords: digestion, goat, lactation and nitrogen compounds

Introdução

O termo digestão parcial significa que a digestão total pode ser subdividida em fases de acordo com as diferentes partes do trato digestivo. Geralmente, estes estudos são associados com ensaio convencional de digestibilidade, procedendo-se coletas de fezes e coleta de digesta nas fístulas localizadas em diferentes partes do trato digestivo (Coelho da Silva & Leão, 1979). Leão et al. (2002) compararam as estimativas da digestibilidade parcial da MS e MO por intermédio de coletas realizadas no abomaso ou no omaso de bovinos, utilizando o óxido crômico como indicador, e não observaram diferença significativa entre as duas técnicas. Sendo assim, sugeriram a utilização de animais fistulados apenas no rúmen para estudos de digestão por constituir técnica menos invasiva que a utilização de fístulas no abomaso. Não foram verificadas na literatura consultada observações de digestibilidade ruminal em caprinos com uso de coletas de digesta no omaso.

Em cabras providas de fístulas no rúmen e no duodeno, Cerrillo et al. (1999) observaram que a adição de 50% de grão de sorgo a uma dieta basal constituída apenas de feno não afetou as digestibilidades ruminais da MS e da fibra em detergente neutro (FDN), enquanto Soto-Navarro et al. (2003) registraram que a digestibilidade ruminal aparente da MO aumentou linearmente com a elevação do nível de PB nas dietas, contendo alto nível de concentrado.

O uso de altos níveis de concentrado na dieta de cabras para obtenção de maiores patamares de produção leiteira pode acarretar em queda no pH ruminal, levando a distúrbios digestivos que comprometem a saúde e o desempenho dos animais.

Nos ruminantes, parte da proteína bruta (PB) dietética é degradada no rúmen com conseqüente liberação de amônia (NH_3), o intermediário primário da síntese de proteína microbiana. Se formada em excesso, a amônia é diretamente absorvida pelo rúmen. A amônia absorvida é transportada até ao fígado onde é convertida em uréia, que é quantitativamente o principal produto final do metabolismo de compostos nitrogenados em cabras. Pelo menos 70 % do N ingerido diariamente passa pela reserva corporal de uréia (Harmeyer & Martens, 1980).

O consumo de N dietético influencia os metabólitos nitrogenados sangüíneos e ruminais. Em cabras, a adição de PB dietética aumenta o teor de amônia no fluído ruminal em alguns casos (Sahlu et al. 1992, Fernandez et al., 1997), mas não em todas as condições (Sahlu et al., 1993 a, b). Portanto, um indicador do consumo de N dietético seria a concentração de N-uréico no plasma (NUP). O NUP é elevado com o consumo crescente de PB (Sahlu et al. 1992; Sahlu et al., 1993a,b; Fernandez et al., 1997).

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar as digestibilidades totais e ruminais dos nutrientes, o pH e a concentração ruminal de amônia, a concentração de uréia no soro e a excreção de uréia em cabras lactantes alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta.

Material e métodos

O local do experimento, as instalações, as dietas e o manejo das cabras foram descritos no capítulo anterior. Para determinação do consumo, das digestibilidades ruminal e total, da concentração de amônia e pH no rúmen foram utilizadas quatro cabras da raça Alpina, com peso médio de 45 kg e produção de leite média diária de 1,9 kg, fistuladas no rúmen. Estas cabras foram distribuídas em um quadrado latino 4x4, sendo quatro períodos, animais e níveis de proteína bruta.

O experimento consistiu de quatro períodos, cada um teve duração de 15 dias, sendo 7 dias de adaptação à dieta e 8 dias de coleta de amostras. No oitavo, nono e décimo dias de cada período experimental, respectivamente, às 8:00, 12:00 e 16:00 h realizaram-se coletas de amostras de digesta omasal via fistula ruminal, conforme técnica descrita por Leão (2002), para estimativa dos compostos digeridos no rúmen. Após secagem em estufa de ventilação forçada a 65° C durante 96 horas, as amostras foram processadas em moinho de bola e compostas proporcionalmente, com base no peso seco ao ar, por animal em cada período e armazenadas em frascos de polietileno para posteriores análises.

Para estimativa da excreção fecal e do fluxo de matéria seca no omaso foi ministrada, diariamente às 12:00 h, 1,5 g de óxido crômico via oral.

Para avaliação do pH e da concentração de nitrogênio amoniacal ruminal, realizaram-se, no décimo quinto dia do período experimental, coletas de digesta ruminal imediatamente antes (0h) da alimentação matinal e 2 e 4 horas após a alimentação. As amostras foram coletadas manualmente e filtradas por uma camada tripla de gaze, sendo imediatamente submetidas à

medição de pH, por intermédio de potenciômetro. Separou-se uma alíquota de 40 ml, à qual adicionou-se 1 ml de ácido clorídrico (1:1), sendo acondicionada em frasco de polietileno, identificada e congelada a -20° C. Posteriormente, as amostras foram descongeladas e a concentração de N-NH₃ obtida após destilação com KOH 2N, segundo técnica descrita por VIEIRA (1980).

Para avaliação do N total urinário e do conteúdo de uréia no soro, no leite e na urina, além das quatro cabras fistuladas, foram utilizadas 12 cabras Alpinas distribuídas em quatro quadrados latinos 4x4 e cujos procedimentos de manejo e alimentação encontram-se no capítulo anterior.

As coletas totais de urina foram realizadas durante três dias consecutivos, 11^o, 12^o e 13^o dias de cada período experimental. As cabras foram alojadas em baias de 1,5m² providas de piso ripado de madeira, sob o qual se colocava tela para separação de fezes e urina. A urina escorria pelo piso abaixo da tela e no local da vala de escoamento coletava-se a urina em galões plásticos contendo 100 mL de H₂SO₄ a 20 % providos de um funil adaptado para coleta. No dia anterior ao início da coleta de urina, limpou-se o piso ripado e lavaram-se a tela e o piso cimentado sob a tela. Ao término de cada período de 24 horas de coleta, a urina foi pesada, homogeneizada, filtrada em gaze e alíquotas de 10 % foram retiradas para constituição de amostra composta para cada animal. Para determinação do N total foram congelados 50 ml da amostra composta. Além disso, uma alíquota de 10 ml da amostra composta foi diluída em 40 ml de H₂SO₄ a 0,036N, para determinação de derivados de purina e uréia. Ambas amostras puras e diluídas foram acondicionadas em frascos plásticos, identificadas e armazenadas a -20° C para posteriores análises.

No 13^o dia de cada período experimental foram coletadas amostras de sangue de cada animal, por punção da veia jugular, aproximadamente quatro horas após o fornecimento matinal de alimento, utilizando-se tubos com acelerador de coagulação. As amostras foram imediatamente centrifugadas a 5000 rpm durante 15 minutos. O soro resultante foi armazenado a -20°C para posteriores análises de uréia.

As amostras de leite da 1^a e 2^a ordenhas de cada animal foram coletadas no 10^o dia de cada período experimental. As amostras da 1^a ordenha foram armazenadas em geladeira até a ocasião da 2^a ordenha, quando foram agrupadas em amostras compostas proporcionais a produção de cada ordenha. Essa amostra composta foi usada para determinação do teor de N total e uma alíquota de 10 ml foi misturada com 5 ml de ácido tricloroacético a 25 %, filtrada em papel de filtro e o sobrenadante armazenado a -20°C para posteriores análises de uréia.

A uréia foi quantificada na urina, no soro e no leite desproteínizado, utilizando-se Kit comercial (Labtest Diagnóstica S.A.). O N-uréico plasmático foi obtido multiplicando-se o teor de uréia por 0,466. As excreções urinárias diárias de uréia foram obtidas por meio do produto das concentrações pelo volume de urina coletado e as secreções de uréia no leite foram obtidas pela multiplicação das concentrações no leite pelo volume diário de leite produzido.

Os resultados foram avaliados por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas – SAEG (UFV, 1999). Para comparar as médias dos tratamentos e testar a significância dos coeficientes das regressões, foi utilizado o teste “t” de Student a 5 % de probabilidade.

Resultados e discussão

Avaliados apenas nas cabras fistuladas, os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT), a produção de leite, os respectivos coeficientes de variação e determinação e as equações de regressão em função do teor de PB das dietas estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Médias, coeficientes de variação (CV, %) e de determinação (r^2) equações de regressão ajustadas para os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína degradável no rúmen (PDR), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e produção de leite (PL) em função dos níveis de proteína bruta da dieta.

Itens	Níveis de PB (%)				CV	r^2	Equações ajustadas
	11,5	13,5	15,5	17,5			
Consumo							
MS ¹	1,53	1,70	1,74	1,72	10,8	-	$\hat{Y} = 1,672$
MO ¹	1,46	1,63	1,66	1,64	10,4	-	$\hat{Y} = 1,596$
PB ²	183	245	300	343	9,3	0,99	$\hat{Y} = -120,84 + 26,8^{**}PB$
PDR ²	123	165	202	232	9,3	0,99	$\hat{Y} = -83,23 + 18,18^{**}PB$
EE ²	50,2	39,6	44,5	40,2	11,9	-	$\hat{Y} = 43,6$
CT ¹	1,219	1,331	1,311	1,250	11,5	-	$\hat{Y} = 1,278$
FDN ²	384,8	435,4	420,4	447,8	19,6	-	$\hat{Y} = 422,1$
CNF ²	834,3	896,4	890,9	802,7	9,1	-	$\hat{Y} = 856,1$
NDT ¹	1,217	1,346	1,414	1,357	8,1	-	$\hat{Y} = 1,333$
Consumo % PV							
MS	3,52	3,86	3,91	3,94	13,8	-	$\hat{Y} = 3,81$
FDN	0,90	0,99	0,94	1,04	22,1	-	$\hat{Y} = 0,966$
Produção de leite							
PL ¹	1,345	1,359	1,969	1,637	26,5	-	$\hat{Y} = 1,5778$

¹ kg/dia; ² g/dia

O consumo médio de 1,67 kg/dia de MS está de acordo com as recomendações do AFRC (1997). Não foi observado efeito ($P>0,05$) dos níveis de PB nas dietas sobre os consumos de MS, MO, EE, CT, FDN, CNF e NDT. Apenas os consumos de PB e PDR foram influenciados pela dieta, apresentando resposta linear crescente ($P<0,01$) aos níveis de PB da dieta.

Os coeficientes de digestibilidade parcial e total da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF), os respectivos coeficientes de variação e determinação e as equações de regressão em função do teor de PB das dietas estão apresentados na Tabela 2. Os níveis de PB da dieta não influenciaram ($P>0,05$) os coeficientes de digestibilidade aparente total da MS, MO, EE, CT e CNF. Observou-se apenas efeito dos níveis de PB sobre o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, que apresentou comportamento linear crescente ($P<0,05$). Provavelmente, este comportamento resultou do efeito da diluição do N fecal metabólico, como também do maior consumo de farelo de soja, uma fonte de proteína altamente digestível, conforme relatado por Valadares Filho et al. (2000).

Os coeficientes de digestibilidade parcial da MS e MO não foram influenciados pelos teores de PB da dieta ($P>0,05$), resultado este semelhante aos que foram obtidos por Lizieire (1989) e Batista (1991) que trabalharam com níveis de 10 a 21 % de PB em dietas para cabras não gestantes e não lactantes e não observaram diferença significativa quanto as digestibilidades ruminais da MS e da MO. Estes resultados divergem dos obtidos por Soto-

Navarro et al. (2003), que observaram que a digestibilidade parcial aparente da MO aumentou linearmente com o aumento da PB dietética.

Tabela 2. Médias, coeficientes de variação (CV, %) e determinação (r^2) equações de regressão ajustadas para as digestibilidades totais e ruminais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) em função dos níveis de proteína bruta da dieta.

Itens	Níveis de PB (%)				CV	r^2	Equações ajustadas
	11,5	13,5	15,5	17,5			
Digestibilidade total							
MS	78,4	80,1	81,3	79,9	4,1	-	79,9
MO	79,8	81,1	82,5	81,1	3,7	-	81,12
PB	74,8	80,8	83,2	84,7	3,9	0,91	$\hat{Y} = 57,46 + 0,1615*PB$
EE	90,1	88,2	89,1	83,9	5,7	-	87,83
CT	80,0	80,8	82,0	79,9	3,7	-	80,7
FDN	56,7	61,4	61,0	60,8	9,9	-	59,96
CNF	90,2	90,2	91,7	90,0	3,0	-	90,5
Digestibilidade ruminal							
MS ¹	69,4	62,5	64,2	59,6	12,4		$\hat{Y} = 63,9$
MO ¹	76,4	72,8	70,4	68,7	8,7		$\hat{Y} = 72,1$
PB ²	23,6	13,0	19,2	29,2	50,0		$\hat{Y} = 21,3$
EE ²	19,1	18,3	-18,1	1,8	533		$\hat{Y} = 5,31$
CT ¹	86,9	85,9	88,3	61,5	11,5		$\hat{Y} = 85,6$
FDN ¹	64,8	73,2	74,3	74,0	3,7	0,97	$\hat{Y} = - 60,23 + 17,11PB - 0,54*PB^2$
CNF ¹	91,9	86,5	90,1	85,3	9,1		$\hat{Y} = 88,5$

¹ Digestibilidade calculada em % do total digestível.

² Digestibilidade expressa em % da quantidade que chegou ao rúmen.

As digestibilidades ruminais da PB, EE, CT e CNF também não foram afetadas pelos teores de PB da dieta ($P > 0,05$). Somente o coeficiente de digestibilidade ruminal da FDN apresentou comportamento quadrático: $\hat{y} = - 60,23 + 17,11PB - 0,54PB^2$ ($r^2 = 0,97$, $P < 0,05$). Estimou-se digestibilidade ruminal máxima da FDN de 75,3%, com

15,84% de PB na dieta. Observa-se que numericamente o nível de 13,5% de PB na dieta foi o que apresentou a menor perda de proteína no rúmen (13%).

As médias de pH ruminal em função dos níveis de PB nas dietas e dos tempos de coleta estão apresentadas na Tabela 3. Relacionando-se o pH do conteúdo ruminal, os níveis de proteína bruta nas dietas (PB) e o tempo após a alimentação (T), obteve-se a seguinte regressão múltipla: $\hat{y} = 2,3975 - 0,0748^{**}T + 0,5665^{**}PB - 0,0183^{*}PB^2$, $R^2 = 82,4 \%$, sendo que as interações não foram significativas. Observa-se que o pH da digesta ruminal diminuiu com os tempos de coleta e foi influenciado de forma quadrática pelo teor de PB na dieta, estimando-se pH máximo de 6,78 para o nível de 15,48% de PB. Este resultado diverge daqueles obtidos por Sahlu et al. (1993a) e Pereira (2003) que não observaram efeito do nível de PB na dieta sobre o pH da digesta ruminal.

Tabela 3. Médias e equação de regressão ajustada para o pH do conteúdo ruminal de cabras lactantes nos tempos: imediatamente antes (0 h), duas (2h) e quatro (4h) horas após o fornecimento do alimento, em função dos níveis de proteína bruta da dieta.

Tempo	Níveis de PB nas dietas (%)			
	11,5	13,5	15,5	17,5
0	6,53	6,69	6,68	6,79
2	6,35	6,56	6,56	6,53
4	6,07	6,58	6,47	6,38

$$\hat{y} = 2,3975 - 0,0748^{**}T + 0,5665^{**}PB - 0,0183^{*}PB^2$$

Segundo Morand-Fehr (1982) e Wilkinson & Stark (1987), as cabras ruminam principalmente durante à noite. Com a ruminação, ocorre maior secreção de saliva, que possui efeito tampão sobre o conteúdo ruminal, o que pode estar relacionado com o pH ruminal mais alto imediatamente antes (0 h)

do fornecimento da alimentação matinal. Segundo Ørskov (1986), a redução do pH ruminal ocorre, principalmente, após a rápida fermentação do alimento, em virtude de altas taxas de degradação, atingindo seu menor valor entre 0,5 e 4 horas após a alimentação, o que pode explicar a queda do pH observada nos tempos após a alimentação. Este resultado assemelha-se ao obtido por Badamana & Sutton (1992) que observaram valores mínimos de pH ocorrendo entre 3 e 4 horas após alimentação.

Das 48 observações do pH do conteúdo ruminal, este se situou por 45 (94 %) vezes na faixa de 6,2 a 7,0. Apesar do alto teor de concentrado na dieta (53%), o pH manteve-se em faixa adequada, entre 6,2 e 7,0, para a atividade dos microrganismos ruminais. O pH pode ter sido mantido nesta faixa devido a grande capacidade de secreção de saliva pelos caprinos.

A quantidade de uréia presente (2 % na MS nos concentrados) pode ter contribuído com a capacidade tamponante. Sahlu et al. (1993 b) observaram maior pH ruminal em cabras que receberam dieta com alto teor de PB, sendo 25 % da PB fornecidos pela uréia. Resultado semelhante ao obtido por Fernandez et al. (1997), que observaram que com o aumento da PB dietética, ocorreu incremento do pH e do teor de N-NH₃ do conteúdo ruminal.

As médias de N-NH₃ ruminal em função dos níveis de PB nas dietas e dos tempos de coleta estão apresentadas na Tabela 4. Avaliando-se a concentração ruminal de N-NH₃, não foram observados efeitos do tempo e da interação tempo e tratamento após a alimentação sobre a concentração de N-NH₃ no rúmen, embora tenha sido observado efeito linear do conteúdo de PB da dieta sobre a concentração ruminal de N-NH₃, segundo a equação: $\hat{y} = -15,2 + 2,32^{**}PB$ ($r^2=0,76$, $P<0,00014$), o que coincide com os resultados

de vários autores (Badamana & Sutton., 1992; Sahlu et al., 1993 b e Fernandez et al., 1997), que observaram teores mais elevados de N-NH₃ ruminal em cabras alimentadas com níveis mais altos de PB na dieta. A variação da concentração de N-NH₃ encontrada neste trabalho foi próxima a obtida por Fernandez et al. (1997), que observaram que o conteúdo ruminal de N-NH₃ variou de 6,3 mg/dl em cabras alimentadas com 9,5% de PB a 27,5 mg/dl em cabras alimentadas com 14% de PB na dieta. Por outro lado, Sahlu et al. (1993 a) e Soto-Navarro et al. (2003) não observaram efeito da concentração de proteína na dieta sobre a concentração de amônia no conteúdo ruminal.

Tabela 4. Médias e respectivos desvios para a concentração ruminal de N-NH₃ em mg/dL nos tempos: imediatamente antes (0 h), duas (2h) e quatro (4h) horas após o fornecimento do alimento, em função dos níveis de PB nas dietas.

Tempo	Níveis de PB (%)			
	11,5	13,5	15,5	17,5
0	12,9 (±7,5)	11,2 (±3,6)	12,9 (±3,9)	21,5 (±9,2)
2	18,9 (±6,9)	23,2 (±3,6)	22,3 (±11,6)	37,5 (±12)
4	8,8 (±6,9)	11,6 (±2,9)	14,1 (±7,6)	26,9 (±15,8)

Em dietas convencionais em que o concentrado é consumido rapidamente, ocorre variação da concentração ruminal de amônia durante o dia, podendo ocorrer um teor médio que ultrapasse o ponto ótimo para síntese de proteína e podem haver períodos durante os quais a deficiência de N-NH₃ limitaria o crescimento microbiano. Coppock et al. (1976) observaram que a concentração de N-NH₃ variou de 2 a 48 mg/dl com rações fornecidas duas vezes por dia para vacas lactantes nas quais havia uréia ou amiréia. Os resultados obtidos neste trabalho se assemelham aos obtidos por Coppock et al. (1976).

Relacionando-se as concentrações médias de N-NH₃ no conteúdo ruminal e o conteúdo de uréia no soro (US), expressas em mg/dL, obteve-se a seguinte regressão: $N-NH_3 = -36,04 + 0,937 US$, com $R^2 = 80\%$ e $P < 0,053$; a correlação obtida entre N-NH₃ ruminal e uréia no soro foi alta ($r = 0,8935$). Valadares et al. (1997) também observaram relação positiva entre estas duas variáveis.

As médias, os coeficientes de variação e de determinação e as equações de regressão ajustadas para as quantidades de compostos nitrogenados ingeridas, secretadas no leite, excretadas nas fezes e urina e o balanço de N além das concentrações de uréia na urina, N uréico no soro (NUS) e no leite (NUL) e a relação N uréico/N total (NU/NT) podem ser visualizadas na Tabela 5.

O consumo de N (g/d) aumentou com o incremento do teor de PB da dieta. À medida que houve aumento no consumo de compostos nitrogenados, a concentração de N-uréico no soro (NUS) também apresentou comportamento linear crescente. Este resultado é semelhante ao obtido por outros pesquisadores, que observaram relação positiva entre o consumo de PB e o N-uréico plasmático em caprinos. Brun-Bellut et al. (1991) observaram concentração de 21,9 mg/dL de N uréico no plasma de cabras leiteiras alimentadas com 13,3% de PB na dieta; Sahlou et al. (1993a) observaram valores de 8,3, 22,0 e 33,3 mg/dL de NUP em cabras alimentadas, respectivamente com 9, 15 e 21% de PB na dieta.

A elevação do consumo de N resultou no aumento da quantidade de N secretado no leite. A concentração, expressa em mg/dL, de N-uréia no leite (NUL), relacionou-se positivamente com o conteúdo de N-uréia no soro, de

acordo com a equação: $NUS = 5,1524 + 0,9437NUL$, com $R^2 = 45\%$ e $P < 0,0001$.

Tabela 5. Médias, coeficientes de variação (CV,%) e determinação (r^2) e equações de regressão ajustadas para as quantidades de compostos nitrogenados (N) ingeridos, excretadas nas fezes e urina e secretados no leite, balanço de N (BN), excreção urinária de uréia (UU) e concentrações de N uréico no soro (NUS) e no leite (NUL) e relação N uréico/N total na urina (NU/NT) em função dos níveis de proteína bruta (PB) na dieta.

Itens	Níveis de PB (%)				CV	r^2	Equações ajustadas
	11,5	13,5	15,5	17,5			
N ingerido ¹	38,6	46,4	58,9	71,6	9,6	0,99	$\hat{Y} = -27,055 + 5,58^{**}PB$
N fecal ¹	9,1	9,8	10,7	11,7	17,6	0,99	$\hat{Y} = 3,973 + 0,4387^{**}PB$
N urina ¹	6,8	8,7	13,4	16,7	22,0	0,98	$\hat{Y} = -13,484 + 1,7177^{**}PB$
N leite ¹	12,2	12,5	12,6	14,3	16,4	0,75	$\hat{Y} = 8,244 + 0,3207^{*}PB$
BN g	10,5	15,4	22,2	28,9	23,7	0,99	$\hat{Y} = -25,788 + 3,1036^{**}PB$
UU ³	122	276	424	544	27,2	0,99	$\hat{Y} = -0,539 + 61,802^{**}PB$
NUS ²	24,4	24,6	28,2	31,3	11,0	0,91	$\hat{Y} = 9,555 + 1,2137^{**}PB$
NUL ²	20,2	22,4	24,7	25,9	8,8	0,99	$\hat{Y} = 9,23 + 0,9712^{**}PB$
NU/NT %	62,9	71,2	73,8	74,8	17,9	0,83	$\hat{Y} = 43,098 + 1,90247^{*}PB$

¹ g/dia, ² mg/dL, ³ mg/kg^{0,75}

* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Segundo Morand-Fehr & Sauvant (1980), o excesso de proteína na dieta não melhora a porcentagem de proteína no leite de cabra, e sim aumenta o conteúdo de nitrogênio não proteico e de uréia no leite.

Da mesma forma, observou-se aumento linear na excreção de N-total e de uréia na urina em função do aumento da PB dietética (Tabela 5), o que pode estar relacionado ao aumento da ingestão de PB.

A relação N-uréia: N total na urina também foi influenciada positivamente pelo teor de PB na dieta (Tabela 5), demonstrando que, na medida em que aumenta o teor de PB da dieta, maior é o percentual do N total excretado na

forma de uréia. Resultados semelhantes foram obtidos por Valadares et al. (1997), que trabalhando com níveis crescentes de PB na dieta de bovinos, observaram que a relação N-uréia: N total variou de 29,4% no tratamento com 7% de PB na dieta a 87,6% no tratamento com 14,5% de PB na dieta.

Relacionando-se a excreção de N-uréia na urina (NUU) com a concentração de N-uréia no soro (NUS), obteve-se a seguinte regressão: $NUU = -9,67 + 0,657NUS$, com $r^2 = 34\%$ e $P < 0,0001$. Isto demonstra que existe relação positiva entre o N excretado em forma de uréia na urina e a concentração de uréia no soro.

Apesar da excreção crescente de compostos nitrogenados no leite, na urina e nas fezes, o balanço de nitrogênio apresentou comportamento linear crescente em função do conteúdo de PB da dieta.

Conclusões

A concentração de amônia no conteúdo ruminal foi influenciada positivamente pelo nível de PB da dieta.

À medida que se aumentou o nível de proteína na dieta, o balanço de nitrogênio aumentou linearmente, apesar do aumento da excreção de compostos nitrogenados e da secreção crescente de uréia no leite.

Literatura citada

- BADAMANA, M.S.; SUTTON, J.D. Hay intake, milk production, and rumen fermentation in British Saanen goats given concentrates varying widely in protein concentration. **Animal Production**, v. 54, p. 395-403. 1992.
- BATISTA, A.M.V. **Degradabilidade da proteína bruta da ração e digestão em cabras não-gestantes e não-lactantes e no terço final da gestação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1991, 96 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- BRUN-BELLUT, J.; KELLY, J. M.; MATHISON, G.W. et al. Effect of rumen degradable protein and lactation on nitrogen metabolism in dairy goats. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 71, p. 1111-1124. 1991.
- CERRILLO, M.A.; RUSSEL, J.R.; CRUMP, M.H. The effects of hay maturity and forage to concentrate ratio on digestion kinetics in goats. **Small Ruminant Research**, v. 32, p.51-60, 1999.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de Nutrição dos Ruminantes**. Piracicaba, Ed. Livroceres, 384 p. 1979.
- COPPOCK, C.E.; PEPLOWSKI, M.A.; LAKE, G.B. Effect of Urea Form and Method of Feeding on Rumen Ammonia Concentration. **Journal of Dairy Science**, v.59, n.6, p.1153-1156. 1976.
- FERNANDEZ, J.M.; SAHLU, T.; LU, C.D. et al. Production and metabolic aspects of nonprotein nitrogen incorporation in lactation rations of dairy goats. **Small Ruminant Research**, v. 26, p. 105-117. 1997.
- HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of Urea Metabolism in Ruminants with Reference to the Goat. **Journal of Dairy Science** v. 63. p. 1707-1728. 1980.
- LEÃO, M.I. **Metodologia de coletas de digestas omasal e abomasal em novilhos submetidos a três níveis de ingestão: consumo digestibilidade e produção microbiana**. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2002. 57p. Tese de Doutorado em Zootecnia – Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.

- LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO S.C.; GONÇALVES, L.C. et al. Consumo e digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica em novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coletas de digesta abomasal e omasal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife, PE. **Anais...** UFPE: SBZ, 2002. CD-ROM – Nutrição de Ruminantes.
- LIZIEIRE, R.S. **Efeitos de níveis crescentes de proteína degradada no rúmen sobre o consumo, digestibilidade e alguns parâmetros da fermentação ruminal em cabras.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1989, 74 p. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- MORAND-FEHR, P. Nutrition and Feeding of goats: Application to Temperate Climatic Conditions. In **Goat production**, p.193-232. Gall, C., 1982.
- MORAND-FEHR, P.; SAUVANT, D. Composition and yield of goat milk as affected by nutritional manipulation. **Journal of Dairy Science**, v. 63, p. 1671-1680. 1980
- ØRSKOV, E.R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.63 (5), p.1624-1633. 1986.
- PEREIRA, M.L.A. Proteína nas dietas de vacas nos terços inicial e médio da lactação. **Tese de doutorado** apresentada ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – MG, p. 87. 2003.
- SAHLU, T.; FERNANDEZ, J.M.; LU, C.D. et al. Dietary Protein Level and Ruminal Degradability for Mohair Production in Angora Goats. **Journal Animal Science**, v. 70, p.1523-1533. 1992.
- SAHLU, T.; HART, S.P.; FERNANDEZ, J. M. Nitrogen metabolism and blood metabolites in three goat breeds fed increasing amounts of protein. **Small Ruminant Research**, V. 10, p.281-292. 1993 a,
- SAHLU, T.; FERNANDEZ J.M.; JIA Z.H. et al. Effect of source and amount of protein on milk production in dairy goats. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p.2701-2710. 1993 b.
- SOTO-NAVARRO, S.A.; GOETTSCHE A.L.; SAHLU, T. et al.. Effects of ruminally degraded nitrogen source and level in a high concentrate diet on site of digestion in yearling Boer x Spanish wether goats. **Small Ruminant Research**, v. 50, p.117-128. 2003
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - **Sistema de análises estatísticas**. Versão 8,0. Viçosa, MG: 1999. 141p. (Manual do usuário).

VALADARES FILHO, S.C.; BRODERICK, G.A.; VALADARES, R.F.D. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. **Journal of dairy Science**, v. 83, n. 1, p. 106-114. 2000.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278. 1997.

VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídeos em rações para ruminantes**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1980. 98 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.

WILKINSON, J.M.; STARK, B.A. **Producción comercial de cabras**. Editorial Acribia, S.A., Zaragoza, 1987. 165 p.

Estimativa da produção microbiana em cabras lactantes alimentadas com diferentes níveis de proteína

RESUMO: Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito do nível de proteína bruta na dieta sobre a produção microbiana, obtida por intermédio das técnicas das bases purinas no omaso e da excreção de derivados de purinas avaliada a partir de coleta total de urina e de coleta *spot* de urina. Utilizaram-se 16 cabras lactantes distribuídas em 4 quadrados latinos 4x4, sendo um deles composto por cabras fistuladas, alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta (PB) na dieta (11,5, 13,5, 15,5 e 17,5% de PB na matéria seca). Nas cabras fistuladas, realizaram-se coletas de digesta no rúmen e no omaso. Não foi constatada diferença ($P>0,05$) entre as técnicas de estimativa da produção microbiana. Sendo assim, utilizaram-se 12 cabras não fistuladas para avaliação do efeito do nível de PB da dieta sobre a excreção de derivados de purinas, fluxo de nitrogênio microbiano e eficiência microbiana estimados a partir de coleta total e de amostras *spot* de urina. Para estimativa do volume urinário com amostras *spot*, utilizou-se a excreção média de creatinina na urina, que foi de 26,05 mg por kg de PV e não diferiu ($P> 0,01$) entre tratamentos. O volume urinário estimado com uso de amostras *spot* apresentou-se similar ao observado com a coleta total. Em ambos os casos, ocorreu aumento da quantidade de purinas absorvidas e do fluxo intestinal de nitrogênio microbiano com a elevação do teor de PB na dieta. Ocorreu tendência de aumento da eficiência de síntese microbiana com o aumento do conteúdo de PB na dieta. A técnica dos derivados de purina pode ser usada para estimativa da produção microbiana em caprinos e o uso de amostras *spot*

pode ser uma boa alternativa para se avaliar a produção microbiana em condições de campo.

Palavras chave: caprinos, derivados de purinas, eficiência microbiana

Estimation of microbial production in lactating goats fed with different levels of protein

ABSTRACT: This work was conducted with the objective of evaluating the effect of crude protein level in the diet on microbial production, obtained by means of the techniques of purine bases in the omasum and of purine derivative excretion from total and spot collection of urine. 16 lactating goats distributed in 4 latin squares 4 x 4, one of them composed of cannulated goats, fed with different levels of crude protein (CP) in the diet (11,5, 13,5, 15,5 e 17,5% of CP in dry matter basis) were utilized. Samplings of digesta of the rumen and omasum were carried out in the cannulated goats. No difference ($P>0,05$) between the techniques of microbial production estimation was observed. Therefore, 12 non-cannulated goats were used for the evaluation of the effect of the level of dietary CP on the purine derivative excretion, microbial nitrogen flux and microbial efficiency estimated from total or spot collection of urine. For the estimation of urinary volume with spot samples, the creatinine average excretion, which was 26,05 mg/kg of body weight was used and did not differ ($P>0,01$) between treatments. The urinary volume estimated using spot samples was similar to the one observed with total collection. In both cases, an increase of the amount of absorbed purines occurred with the increase of CP in the diet. A tendency of increase of microbial synthesis efficiency occurred with the increase of the content of CP in the diet. The purine derivative technique can be used for the estimative of microbial production in goats and the spot samples use can be a good alternative for microbial production evaluation in field conditions.

Keywords: goat, microbial efficiency and purine derivatives

Introdução

A síntese de proteína microbiana no rúmen supre de 60 a 85 % das exigências para manutenção, crescimento, gestação e lactação em ruminantes (Timmermans Jr. et al., 2000). Uma alimentação para máxima fermentação ruminal pode aumentar o consumo de matéria seca, como também permitir o uso eficiente da proteína degradável no rúmen. A produção de proteína microbiana está diretamente relacionada à quantidade de carboidratos fermentáveis, de proteína degradável no rúmen (Erasmus, 1999) e de minerais (Mackie & Therion, 1984).

Para avaliação da síntese de compostos nitrogenados microbianos, diversas técnicas baseadas no uso de indicadores microbianos e de animais fistulados no abomaso ou intestino delgado têm sido usadas (Egan & Doyle, 1985). Estas técnicas são laboriosas e podem comprometer o bem-estar animal, sendo interessante, portanto, o desenvolvimento de métodos não-invasivos para a estimativa da produção de nitrogênio microbiano em caprinos.

O uso da técnica da excreção urinária de derivados de purinas para determinação da síntese de compostos nitrogenados microbianos foi proposto por Topps & Elliot (1965), que demonstraram uma relação direta entre a excreção urinária de metabólitos de purinas e a produção de nitrogênio microbiano em ovelhas. No entanto, maiores progressos no estabelecimento desta técnica têm sido obtidos em bovinos e ovinos (Chen et al., 1995; Valadares et al., 1999; Oliveira et al., 2001; Silva et al., 2001).

Para o uso da técnica de derivados de purinas, assume-se que o fluxo intestinal dos ácidos nucleicos é predominantemente de origem microbiana e que após a digestão intestinal, os nucleotídeos purínicos, adenina e guanina,

são absorvidos, catabolizados e excretados proporcionalmente na urina. Os derivados de purina são excretados como hipoxantina, xantina, ácido úrico e alantoína (Fujihara et al., 1987, Chen et al., 1990, Yu et al., 2002). Em bovinos, alantoína e ácido úrico são os principais derivados de purina presentes na urina por causa da alta atividade da enzima xantina oxidase, no sangue e nos tecidos, que converte xantina e hipoxantina em ácido úrico antes da excreção. Já os caprinos, ovinos e suínos excretam quantidades substanciais de xantina e hipoxantina devido à menor atividade da enzima xantina oxidase no plasma (Chen et al., 1990; Belenguer et al., 2002).

Enquanto vários pesquisadores têm trabalhado com a técnica da excreção diária de derivados de purinas para determinação da estimativa do fluxo intestinal de proteína de ovinos e bovinos (Fujihara et al; 1987; Chen et al.; 1995; Valadares et al., 1999; Oliveira et al., 2001; Silva, et al., 2001), poucos trabalhos têm sido encontrados a respeito do uso desta técnica em cabras leiteiras (Brun-Bellut et al., 1984; Lindberg, 1985).

Brun-Bellut et al. (1984) determinaram a concentração de uréia no leite e a alantoína urinária para avaliar e corrigir a alimentação de cabras e verificaram que se a concentração de alantoína na urina fosse igual ou superior a 4,4 g/L e a concentração de uréia no leite aproximadamente 300 mg/L, o aporte de energia e de nitrogênio estaria ótimo para o bom funcionamento do rúmen e para o atendimento das exigências do animal.

O uso da técnica de derivados de purina na urina requer a coleta total de urina, mas resultados promissores têm sido obtidos com coleta de amostras *spot* de urina (Chen et al., 1995; Valadares et al., 1999; Oliveira et al., 2001;

Silva et al., 2001) o que pode simplificar a estimativa da produção de urina em condições de campo.

A creatina é uma substância sintetizada nos músculos e seu metabólito, a creatinina, pode ser excretado pela urina em função relativamente constante ao peso vivo (Valadares et al., 1997). Por este motivo, a excreção urinária de creatinina tem sido usada para obtenção da estimativa da produção diária de urina, de derivados de purinas e da produção de proteína bacteriana, a partir de amostras *spot*.

O presente trabalho foi conduzido com os objetivos de avaliar o efeito do nível de proteína na dieta sobre a produção de proteína microbiana estimada por intermédio das técnicas das bases purinas no omaso e da excreção urinária de derivados de purinas, e também sobre a excreção total de derivados de purinas calculados a partir da coleta total de urina ou de coleta *spot* de urina.

Material e métodos

O local do experimento, as instalações, as dietas e o manejo das cabras foram descritos no capítulo anterior. Para determinação da relação N-RNA: N-total, do fluxo omasal de proteína microbiana e para realização de coletas de omaso, foram utilizadas quatro cabras Alpinas, com peso médio de 45 kg e produção de leite média diária de 1,9 kg, fistuladas no rúmen.

Apenas as cabras fistuladas foram utilizadas para comparação da produção microbiana estimada pelas técnicas das bases purinas no omaso e da excreção total de derivados de purinas.

Além das cabras fistuladas, utilizaram-se também 12 cabras não fistuladas para determinação da excreção de derivados de purinas. Apenas as cabras não fistuladas foram utilizadas para a comparação das técnicas de coleta total e coleta *spot* para determinação da excreção de derivados de purinas e da produção microbiana.

Todas as 16 cabras foram mantidas em baias individuais com aparato para coleta total de fezes e urina. As cabras foram distribuídas em quatro quadrados latinos 4x4. Cada período experimental teve a duração de 15 dias.

O óxido crômico foi utilizado como indicador externo, sendo fornecido via oral para as cabras fistuladas, durante todo o período experimental, na quantidade diária de 1,5 gramas, às 12 horas.

As coletas de digesta de omaso foram efetuadas uma vez ao dia, durante três dias, a intervalos de 28 horas, iniciando-se às 8 horas do 8º dia de cada período experimental, sendo obtidos aproximadamente 150 mL de digesta omasal diariamente. Amostras de digesta de omaso foram secas a 65º C em estufa de ventilação forçada, durante 96 horas, processadas em moinho de

bola. Amostras compostas, referentes aos três dias de coleta, foram feitas com base no peso seco para cada animal em cada período, sendo estas armazenadas em vidros com tampa para posteriores análises.

A produção de leite de cada cabra foi pesada diariamente do 8^o ao 15^o dia de cada período. As amostras de leite da 1^a e 2^a ordenhas de cada animal foram coletadas no 10^o dia de cada período experimental. As amostras da 1^a ordenha foram armazenadas em geladeira até a ocasião da 2^a ordenha, quando foram agrupadas em amostras compostas proporcionais a produção de cada ordenha. Uma alíquota de 10 mL de cada amostra composta de leite foi retirada e misturada com 5 mL de ácido tricloroacético a 25%, filtrada em papel de filtro e armazenada a -20 °C para posteriores análises de alantoína e uréia.

As coletas totais de urina foram realizadas durante três dias consecutivos, 11^o, 12^o e 13^o dias de cada período experimental. As cabras foram alojadas em baias de 1,5m² providas de piso ripado de madeira, sob o qual se colocava tela para separação de fezes e urina. A urina escorria pelo piso cimentado abaixo da tela e no local da vala de escoamento coletava-se a urina por intermédio de funis acoplados a galões plásticos, que continham 100 mL de H₂SO₄ a 20 %. Ao final de cada dia de coleta a urina foi pesada, homogeneizada, filtrada em gaze e uma alíquota de 20% do volume diário foi retirada para formação de uma amostra composta por cabra em cada período.

Alíquotas de 10 mL das amostras compostas foram diluídas em 40 mL de H₂SO₄ a 0,036N. Estas amostras tiveram pH inferior a 3 para evitar a destruição bacteriana dos derivados de purinas urinária e a precipitação do ácido úrico. Posteriormente, foram armazenadas a -20 °C até serem

submetidas a análises de alantoína, xantina e hipoxantina, ácido úrico, creatinina e uréia.

No 14^o dia de cada período experimental foram coletadas amostras *spot* de urina, aproximadamente quatro horas após a alimentação, durante micção espontânea. Estas amostras foram processadas da mesma forma que àquelas obtidas em coleta de 24 horas.

Para determinação da composição dos microrganismos, aproximadamente um litro de digesta de rúmen de cada animal fistulado foi coletado via fístula ruminal às 12 horas do 15^o dia do período experimental e os microrganismos foram separados conforme técnica descrita por Cecava et al. (1990). Para estimar a produção de biomassa microbiana, foi utilizada a técnica das bases purinas, determinadas conforme descrito por Ushida et al. (1985).

A quantidade de compostos nitrogenados microbianos presentes no omaso foi calculada pelo fluxo de N-RNA presente no abomaso dividido pela relação N-RNA: N-total nos microrganismos isolados do rúmen. O fluxo de MS bacteriana no omaso foi determinado pela relação entre o N total presente no omaso e a percentagem de N na MS microbiana.

As análises de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina na urina e de alantoína no leite foram realizadas pelo método colorimétrico, conforme técnica de Fujihara et al. (1987) descrita por Chen & Gomes (1992).

A excreção diária de creatinina, expressa em mg/kg de peso vivo (PV), foi obtida a partir da excreção diária de creatinina de todos os animais, em todos os tratamentos. O volume urinário usado para estimar a excreção diária de DP das amostras *spot* de urina foi obtido para cada animal, multiplicando-se o

respectivo PV pela excreção diária média de creatinina em mg/L e dividindo-se esse produto pela concentração de creatinina (mg/L) na amostra *spot* de urina.

A excreção total de derivados de purina (DP) foi calculada pela soma das quantidades de hipoxantina e xantina, ácido úrico e alantoína excretadas na urina e da quantidade de alantoína secretada no leite.

A quantidade de purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia) foi calculada a partir da excreção de derivados de purinas (Y, mmol/dia), por intermédio das equações propostas por Chen & Gomes (1992), para ovinos:

$$Y = 0,84X + (0,150 PV^{0,75} e^{-0,25X})$$

Onde Y é a excreção de derivados de purinas (mmol/d); X corresponde às purinas microbianas absorvidas (mmol/d).

O fluxo intestinal de N microbiano (g NM/d) foi calculado a partir da quantidade de purinas absorvidas (X mmol/d), segundo a equação de Chen & Gomes (1992):

$$NM \text{ (g/d)} = \frac{X \text{ (mmol/d)} \times 70}{0,116 \times 0,83 \times 1000} = 0,727 X$$

Assumindo-se a digestibilidade de 0,83 para as purinas microbianas, e a relação 0,116 de N purina:N total e o conteúdo de N das purinas de 70 mg N/mmol.

Foram usadas também as equações propostas por Belenguer et al. (2002), para caprinos, onde a quantidade de purinas absorvidas (X mmol/d) pode ser estimada como a excreção de derivados de purinas (Y)/taxa de recuperação de purinas (0,76),

$$X = Y/0,76$$

Assumindo que 0,92 é a digestibilidade verdadeira das bases purinas no duodeno e 1,97 (mmol de bases purinas/ g N) a razão entre bases purinas (164

$\mu\text{mol/g MS}$) e o conteúdo de N (83,8 mg/g MS) na população microbiana extraída do rúmen de cabras, Belenguer et al. (2002) propuseram a seguinte equação:

$$\text{NM (g/d)} = X / (0,92 \times 1,97)$$

Onde X corresponde às purinas microbianas absorvidas (mmol/d).

Os resultados foram avaliados por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas – SAEG (UFV, 1999). Para comparar as médias dos tratamentos e testar a significância dos coeficientes das regressões, foi utilizado o teste “t” de Student a 5 % de probabilidade. Para comparar as técnicas de estimativa da produção microbiana utilizou-se o teste de t pareado.

Resultados e discussão

A composição média das bactérias do rúmen foi de 80,3% de MS, 78,2% de matéria orgânica, 8,03 de nitrogênio total com base na MS. A relação N-RNA/N-total na MS foi de 0,225.

A produção microbiana e a eficiência microbiana estimadas pela técnica das bases purinas no omaso (Ushida et al., 1985) e pela técnica dos derivados de purina segundo as fórmulas propostas por Chen & Gomes (1992) e por Belenguer et al. (2002), avaliados nas cabras fistuladas, estão apresentadas na Tabela 1. Avaliado apenas nas cabras fistuladas, o fluxo de nitrogênio microbiano no omaso não foi influenciado pelo teor de PB dietética ($P > 0,1$). Comparando-se o fluxo de nitrogênio microbiano (NM) pelo teste t pareado, os resultados obtidos pelas equações sugeridas por Chen & Gomes (1992) e por Belenguer (2002), constatou-se que os resultados obtidos pela equação de

Chen & Gomes (1992) foram superiores ($P < 0,01$) aos obtidos pela equação de Belenguer et al. (2002), 12,4 e 10,5 g de NM/dia, respectivamente.

Não foi constatada diferença pelo teste de t pareado ($P > 0,05$) entre os resultados obtidos, fluxo intestinal de 11,83 e 12,37 gramas de NM, respectivamente, através da equação de Chen & Gomes (1992) e pela técnica de Ushida et al. (1985). Portanto, a técnica de derivados de purinas pode ser usada para estimativa da produção microbiana em caprinos.

Tabela 1. Médias, coeficientes de variação (CV, %) e determinação (r^2) e equações de regressão ajustadas para o fluxo de nitrogênio microbiano (NM) e para a eficiência microbiana (EM) estimada pela técnica de Ushida et al. (1985) e pelas equações propostas por Chen & Gomes (1992) e por Belenguer et al. (2002), em função dos níveis de PB das dietas.

Itens	Níveis de PB (%)				CV	r^2	Equações ajustadas
	11,5	13,5	15,5	17,5			
Produção microbiana (g NM/dia)							
1	9,0	12,1	13,2	13,0	22,8	-	$\hat{Y} = 11,8$
2	9,3	12,5	14,1	13,6	27,8	-	$\hat{Y} = 12,4$
3	7,9	10,6	11,9	11,4	27,4	-	$\hat{Y} = 10,5$
Eficiência microbiana (g NM/kg MODR)							
1	9,9	13,2	13,9	14,6	17,7	0,84	$\hat{Y} = 2,1 + 0,744*PB$
2	10,4	13,4	14,5	14,8	23,9	0,85	$\hat{Y} = 2,74 + 0,725^{***}PB$
3	8,9	11,4	12,2	12,5	23,2	0,85	$\hat{Y} = 2,79 + 0,583^{***}PB$

*e *** significativo a 5 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

1 - Coletas no omaso (Ushida, et al.1985);

2 – Derivados de purina na urina (Chen & Gomes. 1992);

3 – Derivados de purina na urina (Belenguer, et al. 2002).

A eficiência microbiana, avaliada pela técnica de Ushida et al. (1985) e pela técnica dos derivados de purina, expressa em gramas de N microbiano por kg de matéria orgânica degradada no rúmen apresentou resposta linear crescente ao conteúdo de PB na dieta (Tabela 1).

Tendo-se constatado que a técnica dos derivados de purina (DP) apresentou resultado semelhante ao obtido pela técnica das bases purinas no omaso, avaliou-se posteriormente a produção microbiana, estimada a partir de coletas de urina pela técnica dos derivados de purina apenas nas 12 cabras não fistuladas alimentadas com diferentes níveis de PB na dieta.

O nível de PB na dieta não influenciou ($P>0,01$) a excreção de creatinina, que foi em média 26,05 mg de creatinina por kg de peso vivo, o que equivale a $226,5 \mu\text{mol/Kg}^{0,75}$ ou 9,7 mg de N-creatinina por kg de PV. Este resultado é um pouco inferior a média de 11 mg de N-creatinina por kg de PV obtida por Lindberg (1985). Apesar da diferença entre as médias, a variação dos resultados, em ambos os trabalhos, se situou entre 8 e 12 mg de N-creatinina/kg de PV.

A partir da média da excreção de creatinina, avaliada nas amostras de coleta total de urina, durante período de 72 horas, e da concentração de creatinina avaliada nas amostras *spot* de urina, estimou-se o volume de urina excretado, que não diferiu ($P>0,01$), pelo teste de t pareado, do volume de urina total observado. Os valores médios e as equações de regressão do volume de urina observado e estimado encontram-se na Tabela 2. Tanto o volume de urina estimado, quanto o observado, apresentaram comportamento linear crescente com o nível de PB na dieta.

Também foi avaliado o conteúdo de N-uréico nas amostras *spot* e nas amostras provenientes da coleta total e em ambos os casos ocorreu resposta linear crescente ao conteúdo de PB na dieta.

Tabela 2. Médias, coeficientes de variação (CV, %) e determinação (r^2) e equações de regressão ajustadas para os volumes de urina e para as excreções urinárias de N uréico observados e estimados, em função dos níveis de proteína bruta.

Itens	Níveis de PB (%)				CV	r^2	Equações ajustadas
	11,5	13,5	15,5	17,5			
Volume urinário (L/dia)							
Observado	0,79	0,99	1,38	1,45	35,9	0,94	$\hat{Y} = -0,569 + 0,119^{**}PB$
Estimado	0,78	1,01	1,38	1,47	34,1	0,96	$\hat{Y} = -0,619 + 0,122^{**}PB$
Excreção urinária de N uréica (g/dia)							
Observado	4,42	6,21	9,59	12,69	29,0	0,98	$\hat{Y} = -12,216 + 1,409^{**}PB$
Estimado	5,32	8,00	12,27	17,80	45,0	0,98	$\hat{Y} = -19,369 + 2,084^{**}PB$

** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

As excreções observadas e estimadas de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina e derivados de purina, respectivamente, a partir de amostras de coleta total e de amostras *spot* de urina, estão apresentadas na Tabela 3. Mesmo ocorrendo aumento na quantidade de alantoína excretada com o aumento do nível dietético de PB, houve decréscimo da contribuição relativa da alantoína à medida que a excreção total de DP aumentou ($P < 0,01$), resultado divergente do obtido por Chen et al. (1992), que observaram o inverso em ovinos que excretaram proporção de alantoína crescente e de ácido úrico e xantina mais hipoxantina decrescente, à medida que a excreção total de derivados de purina aumentou.

Quando expressa em mg/dia e avaliada nas amostras de coleta total, a excreção de alantoína apresentou valores médios de 2072,6, 1970,2, 2603,8 e 2711,5 mg/d, respectivamente, nos tratamentos com 11,5, 13,5, 15,5 e 17,5 % de PB. Nas amostras *spot*, obtiveram-se valores médios de 2905,4, 2842,9, 2842,9 e 3435,0 mg/d. Estas observações situam-se dentro da faixa observada por Lindberg (1985), que obteve valores de 2000 a 5000 mg de alantoína por

dia em pesquisa realizada com cabras leiteiras onde não se avaliou a excreção de ácido úrico, xantina e hipoxantina.

Tabela 3 Médias, coeficientes de variação (CV) e determinação (r^2) e equações de regressão ajustadas para as excreções observadas e estimadas de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina e derivados de purina, em função dos níveis de proteína bruta na dieta.

Itens	Níveis de PB (%)				CV %	r^2	Equações ajustadas
	11,5	13,5	15,5	17,5			
Alantoína na urina							
Observada (mmol/d)	12,9	12,2	16,2	16,9	21,8	0,78	$\hat{Y} = 2,943 + 0,80^{**}PB$
Estimada (mmol/d)	16,6	16,8	16,3	19,4	53,4	-	$\hat{Y} = 17,299$
Observada (%)	75,8	70,9	69,0	64,5	12,5	0,98	$\hat{Y} = 96,1 - 1,654^{**}PB$
Estimada (%)	85,2	80,6	73,9	76,7	9,9	0,72	$\hat{Y} = 102,31 - 1,6^{**}PB$
Ácido úrico							
Observada (mmol/d)	3,0	2,9	3,8	4,9	54,8	0,84	$\hat{Y} = -1,1 + 0,33^{**}PB$
Estimada (mmol/d)	1,8	2,5	4,7	4,6	69,4	-	$\hat{Y} = 3,39$
Observada (%)	16,6	16,2	15,5	19,9	39,3	-	$\hat{Y} = 17,033$
Estimada (%)	9,6	11,8	19,4	17,1	59,8	0,72	$\hat{Y} = -7,25 + 0,499^{**}PB$
Xantina e hipoxantina							
Observada (mmol/d)	1,2	2,4	3,8	4,9	58,1	0,96	$\hat{Y} = 4,575 + 0,217^{**}PB$
Estimada (mmol/d)	1,0	2,1	1,5	1,6	37,6	-	$\hat{Y} = 1,542$
Observada (%)	7,5	12,9	15,5	15,6	47,4	0,84	$\hat{Y} = -6,6 + 1,345^{**}PB$
Estimada (%)	5,2	7,6	6,6	6,2	59,8	-	$\hat{Y} = 6,427$
Derivados de Purinas							
Observada (mmol/d)	17,4	17,8	24,1	26,3	20,6	0,91	$\hat{Y} = -2,57 + 1,654^{**}PB$
Estimada (mmol/d)	19,6	21,6	22,7	25,9	43,5	0,96	$\hat{Y} = 8,068 + 0,994^{*}PB$
Alantoína Leite							
ALA leite (mmol/d)	0,22	0,23	0,21	0,27	34,5	-	$\hat{Y} = 0,23$

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

Comparando-se pelo teste de t pareado, as quantidades observadas e estimadas de derivados de purinas excretados, não foi constatada diferença entre a quantidade observada (coleta total) e a quantidade estimada (coleta *spot*), respectivamente, 22,55 e 22,91 mmol/dia. Sendo assim, a coleta *spot*

pode ser usada para estimativa da quantidade de derivados de purina excretados.

A porcentagem média de alantoína excretada variou de 64,5 a 75,9 % nas amostras de coleta total e de 73,9 a 85,2 % nas amostras de coleta *spot*. Considerando o valor observado por meio da coleta total e o estimado através de coleta *spot*, a proporção média relativa de ácido úrico variou entre 9,6 e 19,9 % e a de xantina e hipoxantina entre 5,2 e 15,6%. Valores próximos aos citados para ovinos por Chen & Gomes (1992), que reportaram as proporções de 60 a 80% de alantoína, 10 a 20% de ácido úrico e 5 a 10 % de xantina e hipoxantina. Chen et al. (1990) observaram, em ovinos, a contribuição relativa de alantoína, ácido úrico e xantina e hipoxantina sendo, respectivamente, de 55, 33 e 14%.

Segundo Belenguer et al. (2002), em relação a outras espécies, a excreção basal de derivados de purinas em caprinos parece mostrar comportamento similar à de ovinos. Portanto, procedem as comparações entre as espécies, já que são escassas as publicações a respeito de excreção de DP em caprinos.

Belenguer et al. (2002) observaram que a alantoína representou de 80 a 92% do total de DP excretado por cabras, valor superior ao relatado por Lindberg (1989), que trabalhando com cabritos em aleitamento, observou porcentagens relativas ao total de DP excretados de 54-76% de alantoína, 13 - 33% de ácido úrico e 10-13% de xantina e hipoxantina, proporções semelhantes às obtidas neste trabalho.

A secreção de alantoína no leite não diferiu ($P > 0,05$) entre tratamentos e não acompanhou a tendência observada na excreção urinária de alantoína e

de derivados de purina. Portanto, a secreção de alantoína no leite parece não ser um bom estimador da produção microbiana em cabras.

Segundo Yu et al. (2002), as excreções de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina podem ser afetadas pela fonte de proteína dietética, fonte de energia, consumo de MS, consumo de energia, consumo de proteína, peso vivo, aditivos alimentares e espécies.

Tal afirmação é condizente com os resultados encontrados neste trabalho, pois ocorreu aumento do consumo de MS, PB e NDT com a elevação da PB dietética (Capítulo 1), enquanto a excreção relativa de alantoína diminuiu e a de ácido úrico e xantina mais hipoxantina aumentou (Tabela 3).

A quantidade de purinas absorvidas (PA), o fluxo intestinal de nitrogênio microbiano (NM) e de MS microbiana estimados pelas equações de Chen & Gomes (1992) e Belenguer et al. (2002) estão apresentados na Tabela 4. A quantidade de PA, expressa em mmol/dia, apresentou comportamento linear crescente em função do conteúdo de PB de dieta, independentemente da equação utilizada ou da amostra analisada (coleta total ou *spot*). A estimativa da quantidade de PA pela equação proposta por Belenguer et al. (2003) apresentou-se superior, pelo teste de t pareado, a estimativa calculada pela equação de Chen & Gomes (1992) nas amostras de coleta total ou *spot*.

Apesar da estimativa da quantidade de PA ter sido superior com o uso da equação de Belenguer et al (2002), o fluxo intestinal de N microbiano e de MS microbiana apresentou-se superior ($P < 0,01$), pelo teste t pareado, quando calculado pela equação de Chen & Gomes (1992). A divergência entre os resultados referentes à quantidade de PA e fluxo de NM obtidos com a equação dos diferentes autores, possivelmente se deva em parte a

digestibilidade intestinal das bases purinas considerada na elaboração das equações. Chen & Gomes (1992) e Belenguer et al. (2002) consideram, respectivamente, a digestibilidade de 83 e 92 %.

Tabela 4 Médias, coeficientes de variação (CV, %) e determinação (r^2) e equações de regressão ajustadas para a quantidade de purinas absorvidas (PA), expressa em mmol/d, e o fluxo intestinal de nitrogênio microbiano (NM) e de matéria seca microbiana (MSM), expressos em gramas/d, em função do nível de proteína bruta nas dietas.

Itens	Níveis de PB (%)				CV	r^2	Equações ajustadas
	11,5	13,5	15,5	17,5			
Coleta total							
PA ¹	22,9	23,5	31,7	34,6	20,6	0,91	$\hat{Y} = -3,38 + 2,176^{**}PB$
PA ²	20,7	21,4	28,7	30,9	21,6	0,91	$\hat{Y} = -2,13 + 1,899^{**}PB$
NM ¹	12,6	13,0	17,5	19,1	20,6	0,91	$\hat{Y} = -1,867 + 1,2^{**}PB$
NM ²	15,0	15,6	20,9	22,5	21,6	0,91	$\hat{Y} = -1,549 + 1,38^{**}PB$
MSM ¹	157,7	161,9	218,7	238,8	20,6	0,91	$\hat{Y} = -23,33 + 15,01^{**}PB$
MSM ²	187,7	194,4	260,7	280,1	21,6	0,91	$\hat{Y} = -19,36 + 17,255^{**}PB$
Amostras spot							
PA ¹	24,0	25,7	28,5	31,3	43,2	0,99	$\hat{Y} = 9,46 + 1,238^*PB$
PA ²	21,7	23,3	25,5	28,3	43,5	0,99	$\hat{Y} = 8,56 + 1,113^*PB$
NM ¹	13,3	14,2	15,7	17,3	43,2	0,99	$\hat{Y} = 5,22 + 0,683^*PB$
NM ²	15,7	16,9	18,5	20,6	79,5	0,99	$\hat{Y} = 6,223 + 0,809^*PB$
MSM ¹	165,1	176,7	196,1	215,3	43,2	0,99	$\hat{Y} = 65,014 + 0,85^*PB$
MSM ²	196,1	211,0	230,8	256,7	57,2	0,99	$\hat{Y} = 77,493 + 1,008^*PB$

** e * significativo, respectivamente, a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t.

¹. Belenguer et al. (2002), ². Chen & Gomes (1992).

O fluxo de MS microbiana e N microbiano apresentou resposta linear crescente ao conteúdo de PB da dieta. Soto-Navarro et al. (2003) obtiveram resultado contrário, onde os fluxos de NM e MO microbiana diminuíram linearmente ($P < 0,05$) com o aumento de PB da dieta de cabritas de corte em crescimento.

Os valores registrados para o fluxo intestinal de NM são próximos aos obtidos por Brun-Bellut et al. (1991), que observaram valores de 14,5 a 25,7 g NM/d e superiores aos observados por Cerrillo et al. (1999) e por Soto-Navarro et al. (2003), que observaram fluxo de NM variando entre 6,0 a 8,8 g NM/d.

Todas as variáveis avaliadas, apresentados nas tabelas 4 e 5, apresentaram resultados semelhantes quando calculados a partir de amostras de coleta total ou coleta *spot*. Este fato ocorreu em resposta ao volume urinário similar estimado com uso de amostras *spot* em relação ao volume observado por meio da coleta total de urina. Em geral, os resultados obtidos com uso de amostras *spot* apresentaram tendências semelhantes àqueles observados, utilizando-se amostras provenientes da coleta total de urina. Portanto, a coleta *spot* de urina em cabras pode ser uma boa alternativa para estimativa de parâmetros relacionados com a técnica dos derivados de purinas, em condições onde não haja possibilidade de realização da coleta total de urina.

Com a coleta total, a eficiência de síntese microbiana, expressa em g NM/kg MODR, e calculada com a equação de Belenguer et al. (2002), apresentou resposta positiva ao nível de PB da dieta (Tabela 5). Quando se calculou o fluxo de NM pela equação de Chen & Gomes (1995) nas amostras de coleta total, constatou-se aumento numérico, mas não foi detectada diferença estatística ($P > 0,05$), assim como Batista (1991), que não observou efeito do conteúdo de PB dietética sobre a eficiência de síntese microbiana. Batista (1991) relatou valores entre 11,6 e 16,5 g NM/kg MODR em cabras não gestantes e não lactantes.

Os valores médios relativos à eficiência microbiana obtidos por meio da equação de Chen & Gomes (1992) são próximos aos observados por Soto-

Navarro et al. (2003), que relataram valores médios variando entre 17,5 e 21,4 g NM/kg MODR em cabras alimentadas com níveis crescentes de PB fornecida pelo farelo de soja.

Tabela 5. Médias, coeficientes de variação (CV, %) e determinação (r^2) e equações de regressão ajustadas para eficiência microbiana expressa em gramas de nitrogênio microbiano por kg de matéria orgânica digerida no rúmen (NM/MODR) e em gramas de proteína bruta microbiana por kg de NDT(PBM/NDT) consumido, em função do nível de proteína bruta nas dietas.

Itens	Níveis de PB (%)				CV	r^2	Equações ajustadas
	11,5	13,5	15,5	17,5			
Coleta total							
NM/MODR ¹	13,0	13,3	16,2	17,7	22,7	0,92	$\hat{Y} = 2,814 + 0,843^{**}PB$
NM/MODR ²	15,5	15,9	19,3	20,5	54,5	-	$\hat{Y} = 17,8$
PBM/NDT ¹	65,7	66,7	79,4	83,1	24,1	0,90	$\hat{Y} = 26,84 + 3,23^{**}PB$
PBM/NDT ²	69,2	71,0	83,5	85,0	25,4	0,88	$\hat{Y} = 33,721 + 2,997^{**}PB$
Amostras <i>spot</i>							
NM/MODR ¹	13,6	14,4	14,8	16,3	42,1	-	$\hat{Y} = 14,789$
NM/MODR ²	16,2	17,2	17,5	19,4	42,6	0,91	$\hat{Y} = 10,186 + 0,51^{***}PB$
PBM/NDT ¹	60,7	64,1	63,9	67,4	44,6	-	$\hat{Y} = 64,039$
PBM/NDT ²	72,0	76,5	75,4	80,4	45,1	-	$\hat{Y} = 76,068$

* e** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

¹ Belenguer et al. (2002), ² Chen & Gomes (1992).

A eficiência de síntese microbiana, expressa em gramas de proteína bruta microbiana por kg de nutrientes digestíveis totais (PBM/NDT), quando avaliada a partir de amostras provenientes da coleta total de urina, apresentou resposta linear crescente ($P < 0,01$) ao conteúdo de PB na dieta. Quando se utilizaram amostras *spot* para a avaliação da eficiência de síntese microbiana (PBM/NDT), não foi detectada diferença estatística entre tratamentos ($P > 0,05$).

De forma geral, o incremento do nível de proteína dietética favoreceu a produção e a eficiência de síntese microbiana. Os valores médios observados

de 64 ou 76 g de PB microbiana/kg de NDT são bastante inferiores ao citado pelo NRC (2001) de 130 g de PB microbiana/kg de NDT.

Conclusões

A excreção de derivados de purinas demonstrou-se uma boa técnica para estimativa da produção microbiana em cabras leiteiras.

A coleta *spot* de urina pode ser utilizada para a estimativa da produção e a eficiência microbiana.

A secreção de alantoína no leite parece não ser um bom estimador da produção microbiana em cabras.

O aumento do conteúdo de proteína na dieta proporcionou excreção crescente de derivados de purinas e fluxo intestinal crescente de compostos nitrogenados e matéria seca microbiana.

Literatura Citada

- BATISTA, A.M.V. **Degradabilidade da proteína bruta da ração e digestão em cabras não-gestantes e não-lactantes e no terço final da gestação.** Viçosa:. Universidade Federal de Viçosa. 1991, 96 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- BELENGUER, A.; YAÑEZ, D.; BALCELLS, J. et al. Urinary excretion of purine derivatives and prediction of rumen microbial outflow in goats. **Livestock Production Science**, v.77, p.127-135. 2002.
- BRUN-BELLUT, J.; LAURENT, F.; VIGNON, B. Taux d'uree du lait, allantoine urinaire, temoins de la nutrition azotee chez la chevre en lactation. **Canadian Journal of Animal Science**, v.64 (Suppl.), p. 281-282. 1984.
- BRUN-BELLUT, J, KELLY, J. M., MATHISON, G.W. et al. Effect of rumen degradable protein and lactation on nitrogen metabolism in dairy goats. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 71, p. 1111-1124. 1991.
- CECAVA, M.J.; MERCHEN, H.R.; GAY,L.C., et al. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency, and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.2480-2488. 1990.
- CERRILLO, M.A.; RUSSEL, J.R.; CRUMP,M.H. The effects of hay maturity and forage to concentrate ratio on digestion kinetics in goats. **Small Ruminant Research**, v. 32, p.51-60, 1999.
- CHEN, X.B.; ORSKOV, E.R.; HOVELL DeB. Excretion of purine derivatives by ruminants: endogenous excretion, differences between cattle and sheep. **British Journal of Nutrition**, v.63, p. 121-129. 1990.
- CHEN, X.B.; CHEN, Y.K.; FRANKLIN, M.F. et al. The Effect of Feed Intake and Body Weight on Purine Derivative Excretion and Microbial Protein Supply in Sheep. **Journal of Animal Science**, v. 70, p.1534-1542. 1992.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives- an overview of technical details. **International feed research unit**. Rowett Research Institute, Aberdeen, UK. (Occasional publication). 21 p. 1992.

- CHEN, X.B.; MEJIA, A.T.; ORSKOV, E.R. Evaluation of the use of the purine derivative: creatinine ratio in spot urine and plasma samples as an index of microbial protein supply in ruminants: studies in sheep. . **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.125, p.137-143. 1995.
- EGAN, J.K.; DOYLE, P.T. Effect of intraruminal infusion of urea on the response in voluntary feed intake by sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 36, p.483-495. 1985.
- ERASMUS, L.J. Amino acid formulation of dairy diets examined. **Feedstuffs**, March 8, 1999.
- FUJIHARA, T; ORSKOV, E.R.; REEDS, P.J., et al. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.109, p.7-12. 1987.
- LINDBERG, J.E. Urinary allantoin excretion and digestible organic matter intake in dairy goats. **Swedish Journal of Agricultural Research**, v.15, p.31-37, 1985.
- LINDBERG, J.E. Nitrogen metabolism and urinary excretion of purines in goat kids. **British Journal of Nutrition**, v. 61, p. 309-321. 1989.
- MACKIE, R.I.; THERION, J.J. Influence of mineral interactions on growth efficiency of rumen bacteria in GILCHRIST, F. M. C. E MACKIE, R. I (Ed.) **Herbivore nutrition in the subtropics and tropics**. Pretoria: The Science Press, 1984. p. 455-477
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL -N.R.C. Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. **Nutrient requirements of dairy cattle**, Washington, D.C., 381p. 2001
- OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C., et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoproteicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-proteicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1621-1629. 2001.
- SILVA, R.M.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C., et al. Uréia para vacas em lactação. 2. Estimativas do volume urinário, da produção

microbiana e da excreção de uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1948-1957. 2001.

SOTO-NAVARRO, S.A.; GOETTSCHE A.L.; SAHLU, T. et al.. Effects of ruminally degraded nitrogen source and level in a high concentrate diet on site of digestion in yearling Boer x Spanish wether goats. **Small Ruminant Research**, v. 50, p.117-128. 2003.

TIMMERMANS Jr, S.J.; JOHNSON, L.M.; HARRISON, J.H. Estimation of the flow of microbial nitrogen using milk uric acid or allantoin. **Journal Dairy Science**, v. 83, p. 1286-1299. 2000.

TOPPS, J.H.; ELLIOT, R.C. Relationship between concentrations of ruminal nucleic acids and excretion of purine derivatives by sheep. **Nature**, v.205, p. 498-499. 1965.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - **Sistema de análises estatísticas**. Versão 8,0. Viçosa, MG: 1999. 141p. (Manual do usuário).

USHIDA, K.; LASSALAS, B.; JOUANY, J.P. Determination of assay parameters for RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. **Reproduction Nutrition Development**, v.25, n.6, p. 1037-1046. 1985.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovino. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6. 1997.

VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C., et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, p. 2686-2696. 1999.

YU, P.; EGAN, A.R.; BOON-EK, L., et al. Purine derivative excretion and ruminal microbial yield in growing lambs fed raw and dry roasted legume seeds as protein supplements. **Animal Feed Science and Technology**, v.95, p.33-48. 2002.

Resumo e Conclusões

Este trabalho foi realizado no Setor de Caprinocultura e no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes níveis de proteína bruta (PB) na dieta sobre a produção de leite, o consumo e as digestibilidades total e ruminal da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF); o pH e a concentração de amônia da digesta ruminal; a concentração de N-uréia no soro, no leite e na urina; o balanço de compostos nitrogenados e a produção de proteína microbiana avaliada por diferentes técnicas.

Foram utilizadas 16 cabras Alpinas, sendo quatro fistuladas no rúmen, com peso médio de 50,9 kg e produção média diária de 2,3 kg de leite, distribuídas em quatro quadrados latinos 4x4. As cabras permaneceram confinadas em baias individuais de 1,5 m², com piso ripado de madeira, comedouro, bebedouro individuais e aparato para coleta total de fezes e urina.

Foram testadas quatro dietas formuladas para conter diferentes níveis de PB (11,5; 13,5; 15,5 e 17,5 %, com base na MS). Foi utilizada ração composta por silagem de milho (47%) e concentrado (53%) constituído de fubá de milho,

farelo de soja, uréia e minerais. Foi utilizado o farelo de soja em substituição ao fubá de milho para se obter os níveis crescentes de PB nos concentrados, que continham os níveis de 16; 18; 20 e 24% de PB na MS. A ração foi fornecida às 7:00 e às 16:00 horas, em quantidade suficiente para garantir 15% de sobras.

As cabras foram ordenhadas duas vezes ao dia. O leite produzido por cada cabra foi pesado diariamente. No 10º dia de cada período, amostras do leite da 1ª e da 2ª ordenhas foram coletadas e agrupadas em amostra composta para cada animal para determinação do teor de proteína bruta. A determinação de teor de gordura do leite foi realizada imediatamente após cada ordenha.

Foi efetuada coleta total, pesagem e amostragem de fezes do 8º ao 13º dia de cada período para determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes.

Nas quatro cabras fistuladas no rúmen, no oitavo, nono e décimo dias de cada período, respectivamente, às 8:00, 12:00 e 16:00 hs realizaram-se coletas de amostras de digesta omasal via fistula ruminal, para estimativa dos compostos digeridos no rúmen e do fluxo omasal de proteína microbiana. Para estimativa do fluxo de matéria seca no omaso foi ministrado, diariamente às 12:00 hs, 1,5 g de óxido crômico via oral.

As coletas do volume total diário de urina produzido foram realizadas durante três dias consecutivos, 11º, 12º e 13º dias de cada período, utilizando-se galões plásticos contendo 100 mL de H₂SO₄ a 20 %. Para determinação do N total foram retirados 50 ml da amostra composta de urina. Foram diluídos 10 ml desta amostra em 40 ml de H₂SO₄ a 0,036N, para determinação de uréia e de derivados de purina.

Os resultados foram analisados por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG-UFV). Para comparar as médias dos tratamentos e testar a significância dos coeficientes das regressões, foi utilizado o teste “t” de Student a 5 % de probabilidade.

O consumo diário de MS apresentou comportamento linear crescente com o aumento do teor de PB das dietas. Além do consumo de MS, os consumos de MO, PB, PDR, FDN e NDT apresentaram resposta linear crescente ao aumento do conteúdo de PB dietético.

O coeficiente de digestibilidade aparente de MS apresentou as médias de: 77,3; 78,5; 80,1 e 80,2% , respectivamente, para os tratamentos com 11,5; 13,5; 15,5 e 17,5 % de PB, observando-se comportamento linear crescente. As digestibilidades aparentes da MO, PB, CT e CNF também apresentaram resposta linear crescente ao teor de PB na dieta.

O incremento no consumo e digestibilidade dos nutrientes foi refletido na produção de leite que também apresentou resposta linear crescente a elevação do nível de PB da dieta, seguindo a equação: $\hat{Y} = 2,001 + 0,0565PB$, $R^2 = 0,70$ e $P < 0,1$.

As digestibilidades ruminais da MS, MO, PB, EE, CT e CNF não foram afetadas pelos teores de PB da dieta ($P > 0,05$). Somente o coeficiente de digestibilidade ruminal da FDN apresentou comportamento quadrático: $\hat{y} = -60,23 + 17,11PB - 0,54PB^2$. ($r^2 = 0,97$, $P < 0,05$), estimando-se digestibilidade ruminal máxima de 75,3%, com 15,8% de PB na dieta.

O pH da digesta ruminal diminuiu com os tempos de coleta e foi influenciado de forma quadrática pelo teor de PB na dieta. Ocorreu efeito linear

crescente do conteúdo de PB da dieta sobre a concentração ruminal de amônia, a concentração de N-uréico plasmático, a quantidade de N secretado no leite, a concentração de uréia no leite, o volume urinário, a excreção de N-total e uréia na urina e o balanço de N. Como o balanço de N foi positivo para todas as dietas, conclui-se que não houve deficiência de PB.

Não foi constatada diferença ($P>0,05$) entre os resultados obtidos pela técnica das bases purinas no omaso e pela técnica da excreção total de derivados de purinas. O nível de PB na dieta não influenciou ($P>0,01$) a excreção de creatinina que foi em média 26,05 mg de creatinina por kg de peso vivo. O volume estimado não diferiu ($P<0,01$) do volume de urina total observado.

A excreção de derivados de purinas (DP) aumentou com o aumento da PB dietética. Mesmo ocorrendo aumento na quantidade de alantoína excretada com o aumento do nível dietético de PB houve decréscimo da contribuição relativa da alantoína à medida que a excreção total de DP aumentou ($P<0,01$).

O fluxo intestinal de nitrogênio microbiano aumentou linearmente com o teor de PB da dieta de acordo com a equação: $\hat{Y} = 6,223 + 0,809 \text{ PB}$, $P<0,05$, $r^2=0,99$.

Sob as condições em que o trabalho foi realizado, pode-se concluir que:

O aumento do teor de proteína bruta da dieta favoreceu o consumo, a digestibilidade aparente e a produção de leite.

À medida que se aumentou o nível de proteína na dieta, o balanço de nitrogênio aumentou linearmente, apesar do aumento da excreção de compostos nitrogenados e da secreção crescente de uréia no leite. A utilização

de compostos nitrogenados foi mais eficiente para produção de leite quando se utilizaram níveis mais baixos de PB na dieta.

A utilização de compostos nitrogenados foi mais eficiente quando se utilizaram níveis mais baixos de PB na dieta.

A técnica da excreção de derivados de purinas demonstrou-se uma boa técnica para estimativa da produção microbiana em cabras leiteiras.

A coleta *spot* de urina pode ser utilizada na detecção de efeitos de tratamentos sobre a produção e a eficiência microbiana.

O aumento do teor de proteína na dieta proporcionou excreção crescente de derivados de purinas e fluxo intestinal crescente de compostos nitrogenados e matéria seca microbiana.