

Digestão dos nutrientes e balanço de compostos nitrogenados em cabras alimentadas com quatro níveis de proteína

[Digestion of the nutrients and nitrogen compounds balance in goats fed with different levels of protein]

C.E.M. Fonseca¹, R.F.D. Valadares², S.C. Valadares Filho³, M.I. Leão³, M.I. Marcondes⁴

¹Departamento de Produção Animal – UFRRJ
Rodovia BR 465 – km 7
23890-000 – Seropédica,

²Departamento de Veterinária - UFV – Viçosa, MG

³Departamento de Zootecnia - UFV – Viçosa, MG

⁴Aluno de Graduação - UFV – Viçosa, MG

RESUMO

Avaliaram-se o consumo de alimentos, o pH e a concentração ruminal de amônia em quatro cabras, nas quais se coletou digesta de omaso via fistula ruminal para estimativa da digestão ruminal dos nutrientes. Para avaliação dos compostos nitrogenados (N), totais urinários de N-uréia no soro (NUS), no leite (NUL) e na urina utilizaram-se 12 cabras não fistuladas, distribuídas em três quadrados latinos 4x4. Os animais foram alimentados com rações constituídas de 50% de silagem de milho e de 50% concentrado à base da matéria seca (MS), e as dietas continham 11,5; 13,5; 15,5 e 17,5% de proteína bruta na MS. Com exceção da proteína, os consumos e digestibilidades dos demais nutrientes não foram influenciados pelos níveis de PB nas dietas. O pH ruminal diminuiu após o fornecimento de alimento. Com o aumento no consumo de N, ocorreram aumentos na concentração ruminal de amônia, nas concentrações de NUS e NUL, no volume urinário e no balanço de N. Conclui-se que o nível de 13,5 % ou 245 gramas de PB é suficiente para cabras com produção diária de 1,6kg de leite e que o método de coletas de digesta no omaso precisa ser avaliado criteriosamente para sua validação em caprinos.

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

ABSTRACT

Feed intake, pH, and ruminal ammonia concentration were evaluated in four goats in which omasal digesta was collected by ruminal fistula in order to estimate the ruminal digestion of nutrients. The urinary total nitrogen compounds (N) and the concentrations of N-urea in serum (NUS), milk (NUL), and urine were evaluated in 12 goats assigned to three 4x4 Latin squares. The animals were fed rations composed of 50% of maize silage and 50% of concentrate, containing 11.5, 13.5, 15.5, and 17.5% of crude protein (CP) in the dry matter. With the exception of protein, the intake and total digestibility of the other nutrients were not influenced by the dietary CP levels. Ruminal pH was reduced in the post-prandial period. As the N intake increased, ruminal concentration of ammonia, NUS and NUL concentrations, urinary volume the N balance increased. It was concluded that the level of 13.5%, or 245 grams of CP, is sufficient for goats producing 1.6kg per day and that the method of omasal digesta collection needs to be evaluated in more detail for its validation in goats.

Keywords: goat, digestion, 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, os estudos a respeito de digestão parcial são associados com ensaio convencional de digestibilidade, procedendo-se a coletas de fezes e à coleta de digesta nas fistulas localizadas em diferentes partes do trato digestivo (Coelho da Silva e Leão, 1979).

Leão et al. (2005) compararam as estimativas da digestibilidade parcial de carboidratos totais, fibra em detergente neutro e carboidratos não-fibrosos por intermédio de coletas realizadas no abomaso ou no omaso de bovinos e concluíram que a coleta de digesta abomasal pode ser substituída pela coleta de digesta omasal, via fistula ruminal. Assim, sugeriram a utilização de animais fistulados apenas no rúmen para estudos de digestão, por constituir técnica menos invasiva que a utilização de fistulas no abomaso. Na literatura consultada não foram encontradas observações de digestibilidade ruminal em caprinos com uso de coletas de digesta no omaso.

A digestibilidade aparente da matéria seca (MS) pode ser influenciada pelos níveis de proteína bruta (PB) das dietas. Sahlu et al. (1993a) observaram melhor digestibilidade aparente da MS por cabras alimentadas com níveis mais elevados de PB na dieta, enquanto Badamana e Sutton (1992) não verificaram diferenças quanto às digestibilidades da MS e da matéria orgânica (MO).

Os suplementos concentrados protéicos de alta qualidade nutricional têm sido responsáveis pelo alto custo de alimentação de cabras leiteiras (Silva et al., 2006), o que leva a crer que o conhecimento da utilização de compostos nitrogenados seria interessante sob o ponto de vista produtivo. Assim, é de fundamental importância a determinação do nível adequado de PB em dietas de cabras lactantes.

A otimização do uso do nitrogênio (N) dietético requer conhecimento da partição do N dietético entre proteína produzida e produtos de excreção (Harmeyer e Martens, 1980). O teor de uréia na urina, no soro e no leite podem ser úteis para a avaliação do uso do N dietético.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as digestibilidades total e ruminal dos nutrientes, por intermédio de coleta de digesta no omaso, 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

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 45kg e produção média de leite diária de 1,9kg, fistuladas no rúmen e confinadas em baias individuais.

As cabras foram alimentadas com quatro dietas contendo silagem de milho (47%) e concentrado (53%) constituído de fubá de milho, farelo de soja, uréia/sulfato de amônia e mistura mineral. As dietas foram formuladas para conter 11,5, 13,5, 15,5 e 17,5% de PB na MS total com utilização de níveis crescentes de farelo de soja em substituição ao fubá de milho (Tab. 1). As cabras foram distribuídas em um quadrado latino 4x4, sendo quatro períodos, quatro animais e quatro níveis de PB.

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

Cada um dos quatro períodos teve duração de 15 dias, sendo sete dias de adaptação à dieta e oito dias de coleta de amostras. No oitavo, nono e décimo dias de cada período experimental, respectivamente, às 8, 12 e 16h, 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.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes no concentrado e teores médios de MS, MO, PB, PDR, EE, CT, FDN e CNF, segundo o nível de proteína bruta da dieta para caprinos

Ingrediente (%)	Nível de PB (%)			
	11,5	13,5	15,5	17,5
	Proporção dos ingredientes no concentrado ¹			
Fubá de milho	89,8	79,4	69,1	58,7
Farelo de soja	6,0	16,4	26,7	37,1
Uréia/sulfato de amônia (9:1)	2,0	2,0	2,0	2,0
Mistura mineral	2,2	2,2	2,2	2,2
Composição química				
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

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; PDR: proteína degradada no rúmen; EE: extrato etéreo; CT: carboidratos totais; FDN: fibra em detergente neutro e CNF: carboidratos não fibrosos.

¹% na MS,

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

Foram realizadas coletas de fezes do 11º ao 14º dia de cada período. As fezes foram reunidas de maneira a formarem amostras compostas por animal e armazenadas a -20°C até a ocasião das análises laboratoriais. Para estimativa da excreção fecal e do fluxo de matéria seca no omaso, foi ministrada, diariamente às 12h, 1,5g de óxido crômico (Cr₂O₅) via oral, para não prejudicar o bem-estar das cabras, que ingeriam o Cr₂O₅ passivamente.

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 e 2 e 4 horas após o fornecimento matinal de alimento. 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 40ml, à qual se adicionou 1ml 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 foram os mesmos descritos para as fistuladas.

As coletas totais de urina foram realizadas no 11º, 12º e 13º dia 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. Coletava-se a urina em galões plásticos contendo 100ml de H₂SO₄ a 20% providos de um funil adaptado para coleta. Ao término de cada período de 24 horas de coleta, a urina foi pesada, homogeneizada e filtrada em gaze. Aliquotas de 10% foram retiradas para constituição de amostra composta para cada animal. Para determinação do N total, foram congelados 50ml da amostra composta. Além disso, uma alíquota de 10ml da amostra composta foi diluída em 40ml de H₂SO₄ a 0,036N, para determinação de uréia. Ambas as amostras puras e diluídas foram acondicionadas em frascos plásticos, identificadas e armazenadas a 20°C para posteriores análises.

Digestão dos nutrientes e balanço...

No 13º 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 5000rpm durante 15 minutos. O soro resultante foi armazenado a -20°C para posteriores análises de uréia.

As amostras de leite das ordenhas da manhã e da tarde, coletadas no 10º dia de cada período, foram agrupadas em amostras compostas proporcionais à produção de cada ordenha e usadas para determinação do teor de N total. Uma alíquota de 10ml foi misturada com 5ml de ácido tricloroacético a 25% e filtrada em papel de filtro. O sobrenadante foi armazenado a -20°C para posteriores análises de uréia. A uréia foi quantificada na urina, no soro e no leite desproteínizado, utilizando-se *kit* comercial¹.

As amostras de alimentos, sobras e fezes foram secas a 65°C e moídas, e as análises de MS, cinzas, PB, extrato etéreo e fibra em detergente neutro dos alimentos, sobras e fezes, foram realizadas conforme Silva e Queiroz (2002).

Realizaram-se análises de variância e de regressão utilizando-se o pacote computacional SAEG (Sistema..., 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

Os consumos de MS, MO, PB, extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT), a produção de leite, e as equações de regressão em função do teor de PB das dietas são apresentados na Tab. 2.

Tabela 2. Médias e equações de regressão ajustadas para os consumos de MS, MO, PB, PDR, EE, CT, FDN, CNF, NDT e PL em função do nível de proteína bruta da dieta para caprinos

Itens	Nível de PB (%)				CV	r ²	Equação ajustada
	11,5	13,5	15,5	17,5			
	Consumo, g						
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, kg						
PL ¹	1,345	1,359	1,969	1,637	26,5	-	$\hat{Y} = 1,5778$

** P<0,01 pelo teste t

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; PDR: proteína degradada no rúmen; EE: extrato etéreo; CT: carboidratos totais; FDN: fibra em detergente neutro; CNF: carboidratos não fibrosos; NDT: nutrientes digestíveis totais; PL: produção de leite.

¹kg/dia; ²g/dia

O consumo médio de 1,67kg/dia de MS foi semelhante ao recomendado pelo AFRC (The

Nutrition..., 1997). Não foi observado efeito (P>0,05) dos níveis de PB nas dietas sobre os

¹Labtest Diagnóstica - Lagoa Santa, MG

consumos de MS e MO. Este resultado é diferente do obtido por Badamana e Sutton (1992), que observaram aumento no consumo de MS por cabras com o aumento do nível de PB da dieta. Sahlou et al. (1993b) determinaram o consumo de MS em cabras que produziam de 3,3 a 4,6kg de leite por dia, no início de lactação. Ao fornecer 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 influenciou o consumo de MS. Ainda, a ausência de efeito da PB da dieta sobre o desempenho produtivo foi atribuída ao consumo alto de matéria seca das cabras (4,7% do peso vivo). Na produção de leite, diferenças entre raças e condições ambientais podem justificar essa divergência de resultados.

Também não foi observado efeito do nível de PB na dieta sobre os consumos de EE, CT, FDN, CNF e NDT. Todas as dietas satisfizeram às necessidades dos animais em NDT. A exigência em energia para cabras nesta faixa de peso e produção, segundo o NRC (Nutrient ..., 1981), é, em média, de 1,139kg de NDT/dia.

Os consumos de PB e PDR foram influenciados pela dieta, apresentando resposta linear crescente ($P < 0,01$) aos níveis de PB da dieta. Apenas a dieta com 11,5% de PB não atendeu às exigências dos animais em PB, isto é, 198 gramas por dia seriam suficientes para atender às exigências propostas pelo NRC (Nutrient ..., 1981).

Os coeficientes de digestibilidade parcial e total da MS, MO, PB, EE, CT, FDN e CNF e as equações de regressão em função do teor de PB das dietas são apresentados na Tab. 3.

O coeficiente de digestibilidade aparente de MS é semelhante aos observados por Batista (1991) e Brun-Bellut et al. (1991), em torno de 80%.

Os níveis de PB da dieta não influenciaram ($P > 0,05$) os coeficientes de digestibilidade aparente total da MS, MO, EE, CT e CNF. Estes resultados assemelham-se aos obtidos por Badamana e Sutton (1992), que não observaram efeito do nível de PB da dieta sobre as digestibilidades da MS e da MO.

Tabela 3. Médias e equações de regressão ajustadas para as digestibilidades total e ruminal da MS, MO, PB, EE, CT, FDN, CNF em função do nível de proteína bruta da dieta para caprinos

Itens	Nível de PB (%)				CV	r^2	Equações ajustada
	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	$\hat{Y} = - 60,23 + 17,11*PB - 0,54PB^2$
CNF ¹	91,9	86,5	90,1	85,3	9,1		$\hat{Y} = 88,5$

* $P < 0,05$ pelo teste t

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; PDR: proteína degradada no rúmen; EE: extrato etéreo; CT: carboidratos totais; FDN: fibra em detergente neutro; CNF: carboidratos não fibrosos.

¹ Digestibilidade calculada em % do total digestível.

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

Observou-se apenas efeito dos níveis de PB sobre o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, que apresentou comportamento linear crescente ($P < 0,05$). Isso, provavelmente, resultou do maior consumo de farelo de soja, uma fonte de proteína altamente digestível, como também do efeito da diluição do N fecal metabólico. 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 (Valadares et al., 1997).

Os coeficientes de digestibilidade parcial da MS e MO não foram influenciados pelos teores de PB da dieta ($P > 0,05$), resultado semelhante aos 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. Esses autores não observaram diferença significativa quanto às 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.

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

As médias de pH ruminal em função dos níveis de PB nas dietas e dos tempos de coleta são apresentadas na Tab.4. Relacionando-se o pH do conteúdo ruminal, os níveis de PB na dieta e o tempo após a alimentação (T), obteve-se a seguinte regressão múltipla: $\hat{y} = 2,3975 - 0,0748**T + 0,5665**PB - 0,0183*PB^2$ ($R^2 = 82,4\%$, $P < 0,01$). As interações não foram significativas. 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 o pH máximo de 6,78 para o nível de 15,48% de PB. Este resultado diverge daqueles obtidos por Sahlu et al. (1993a), que não observaram efeito do nível de PB na dieta sobre o pH da digesta ruminal.

Segundo Morand-Fehr (1982), as cabras ruminam principalmente durante a 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 (0h) 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 e Sutton (1992), que observaram valores mínimos de pH 3 a 4 horas após a alimentação.

Tabela 4. Médias e equação de regressão ajustada para o pH do conteúdo ruminal de cabras lactantes de acordo com o tempo de avaliação e em função do nível de proteína bruta das dietas para caprinos

Tempo	Nível 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

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

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 à grande capacidade de secreção de saliva pelos caprinos. A quantidade de uréia presente, 2% na MS dos concentrados, pode ter contribuído com a capacidade tamponante. Sahlu et al. (1993b) observaram pH ruminal mais elevado em cabras

que receberam dieta com alto teor de PB, sendo 25% dela fornecidas pela uréia. Fernandez et al. (1997) alimentaram cabras com níveis crescentes de N não protéico e observaram incrementos 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 são apresentadas na Tab. 5. Não foram observados efeitos do tempo e da interação tempo versus 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: $\hat{y} = -15,2 + 2,32^{**}PB$ ($R^2=0,76$, $P<0,001$), semelhante aos resultados de vários autores (Badamana e Sutton, 1992; Sahlu et al., 1993b; Fernandez et al., 1997), que observaram teores mais elevados de N-NH₃ ruminal em cabras alimentadas com níveis mais altos de PB na dieta.

Tabela 5. Médias para a concentração ruminal de N-NH₃, em mg/dl, de acordo com o tempo de avaliação e em função do nível de PB na dieta para caprinos

Tempo	Nível 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)

A variação da concentração de N-NH₃ encontrada neste trabalho foi próxima à obtida por Fernandez et al. (1997), que observaram que o conteúdo ruminal de N-NH₃ variou de 6,3mg/dl, em cabras alimentadas com 9,5% de PB, a 27,5mg/dl, em cabras alimentadas com 14% de PB na dieta. Contudo, Sahlu et al. (1993a) e Soto-Navarro et al. (2003) não observaram efeito da concentração de proteína na dieta sobre a concentração de amônia no conteúdo ruminal.

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

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 equação de regressão: $N-NH_3 = -36,04 + 0,937^{***}US$, com $R^2 = 80\%$ e $P<0,053$; a correlação foi alta ($r=0,89$). Valadares et al. (1997) também observaram relação positiva entre essas duas variáveis.

As médias 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 N no leite (NUL) e a relação N uréico/N total (NU/NT) são apresentadas na Tab. 6.

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 (NUP) em caprinos. Brun-Bellut et al. (1991) observaram concentração de 21,9mg/dl de N uréico no plasma de cabras leiteiras alimentadas com 13,3% de PB na dieta e Sahlu et al. (1993a) encontraram valores de 8,3, 22,0 e 33,3mg/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 $P<0,0001$.

Digestão dos nutrientes e balanço...

Tabela 6. Médias 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 do nível de proteína bruta (PB) na dieta para caprinos

Itens	Nível de PB (%)				CV	r^2	Equações ajustadas
	11,5	13,5	15,5	17,5			
N ingerido g/dia	38,6	46,4	58,9	71,6	9,6	0,99	$\hat{Y} = -27,055 + 5,58^{**}PB$
N fecal g/dia	9,1	9,8	10,7	11,7	17,6	0,99	$\hat{Y} = 3,973 + 0,4387^{**}PB$
N urina g/dia	6,8	8,7	13,4	16,7	22,0	0,98	$\hat{Y} = -13,484 + 1,7177^{**}PB$
N leite g/dia	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 mg/kg ^{0,75}	122	276	424	544	27,2	0,99	$\hat{Y} = -0,539 + 61,802^{**}PB$
NUS mg/dl	24,4	24,6	28,2	31,3	11,0	0,91	$\hat{Y} = 9,555 + 1,2137^{**}PB$
NUL mg/kg ^{0,75}	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	$\hat{Y} = 43,098 + 1,90247^{**}PB$

* $P < 0,05$; ** $p < 0,01$ pelo teste t

Segundo Morand-Fehr e Sauvart (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 (Tab. 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, demonstrando que, à medida que se 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 trabalharam com níveis crescentes de PB na dieta de bovinos e 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 $P < 0,0001$. Isso mostra 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

O nível de 13,5% ou 245 gramas de PB é suficiente para atender às exigências de cabras que consomem 1,6kg ou 3,8% do peso vivo em MS e produção diária de 1,6kg de leite. A técnica de coletas de digesta no omaso precisa ser avaliada criteriosamente para que possa ser validada para ensaios de digestão parcial em caprinos.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica a Marcos Inácio Marcondes. Ao CNPq e a FAPEMIG pelo apoio financeiro e a CAPES/PICDT pela concessão de Bolsa de Doutorado a Carlos Elycio Moreira da Fonseca. A Marlos Oliveira Porto e Marcelo Teixeira Rodrigues pela colaboração a este trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BADAMANA, M.S.; SUTTON, J.D. Hay intake, milk production, and rumen fermentation in British Saanen goats given concentrates varying widely in protein concentration. *Anim. Prod.*, 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*. 1991. 96f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

- BRUN-BELLUT, J.; KELLY, J. M.; MATHISON, G.W. et al. Effect of rumen degradable protein and lactation on nitrogen metabolism in dairy goats. *Can. J. Anim. Sci.*, v.71, p.1111-1124, 1991.
- COELHO DA SILVA, J.F., LEÃO, M.I. *Fundamentos de nutrição dos ruminantes*. Piracicaba: Livrocetes, 1979. 384p.
- COPPOCK, C.E.; PEPLOWSKI, M.A.; LAKE, G.B. Effect of urea form and method of feeding on rumen ammonia concentration. *J. Dairy Sci.*, v.59, 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 Rum. Res.*, v.26, p.105-117, 1997.
- HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. *J. Dairy Sci.*, 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*. 2002. 57f. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; RENNO, L.N. et al. Consumos e digestibilidades totais e parciais de carboidratos totais, fibra em detergente neutro e carboidratos não fibrosos em novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coletas de digestas abomasal e omasal. *Rev. Bras. Zootec.*, v.34, p.670-678, 2005.
- LIZIEIRE, R.S. *Efeitos de níveis crescentes de proteína degradada no rúmen sobre o consumo, digestibilidade e alguns parâmetros da fermentação ruminal em cabras*. 1989. 74f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- MORAND-FEHR, P. Nutrition and feeding of goats: application to temperate climatic conditions. In: C. GALL (Ed). *Goat production*. New York: Academic Press, 1982. p.193-232.
- MORAND-FEHR, P.; SAUVANT, D. Composition and yield of goat milk as affected by nutritional manipulation. *J. Dairy Sci.*, v.63, p.1671-1680, 1980.
- NUTRIENT requirements of goats: angora, dairy, and meat goats in temperate tropical countries. Washington: NRC, 1981. 91p.
- ØRSKOV, E.R. Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.*, v.63, p.1624-1633, 1986.
- SAHLU, T.; HART, S.P.; FERNANDEZ, J.M. Nitrogen metabolism and blood metabolites in three goat breeds fed increasing amounts of protein. *Small Rum. Res.*, v.10, p.281-292, 1993a.
- SAHLU, T.; FERNANDEZ J.M.; JIA, Z.H. et al. Effect of source and amount of protein on milk production in dairy goats. *J. Dairy Sci.*, v.76, p.2701-2710, 1993b.
- SILVA, J.D.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 2.ed. Viçosa: UFV, 2002. 156p.
- SILVA, H.G.O.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F. et al. Características físico-químicas e custo do leite de cabras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.58, p.116-123, 2006.
- SISTEMA de análises estatísticas. SAEG. Versão 8.0. Viçosa: UFV. 1999. 141p.
- 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 Rum. Res.*, v.50, p.117-128, 2003
- THE NUTRITION of goats. *Nutr. Rev. Abst. (Series B)*, v.67, p.826-844, 1997.
- VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA Jr., V.R.; CAPPELLE, E.R. *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos*. Viçosa: UFV, 2002. 297p.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.26, p.1270-1278, 1997.
- VIEIRA, P.F. *Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídeos em rações para ruminantes*. 1980. 98f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.