



Variáveis ruminais, concentração de uréia plasmática e excreções urinárias de nitrogênio em vacas leiteiras alimentadas com concentrado processado de diferentes formas¹

Humberto Luiz Wernersbach Filho², José Maurício de Souza Campos³, Anderson Jorge de Assis⁴, Sebastião de Campos Valadares Filho³, Augusto César de Queiroz³, Rilene Ferreira Diniz Valadares⁵, Rogério de Paula Lana³

¹ Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada à Universidade Federal de Viçosa, UFV - MG

² Mestre em Zootecnia

³ Departamento de Zootecnia - UFV.

⁴ Formil Veterinária Ltda.

⁵ Departamento de Medicina Veterinária.

RESUMO - O objetivo neste estudo foi avaliar a influência do tipo de processamento do concentrado sobre o pH e a amônia ruminal, a concentração de uréia no plasma e as excreções urinárias de vacas leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes relações volumoso:concentrado. Foram utilizadas 16 vacas da raça Holandesa, puras e mestiças, em dois níveis de produção de leite (30 e 20 kg/dia), distribuídas em quatro quadrados latinos (dois para cada nível de produção), com quatro períodos de 15 dias. As dietas experimentais, isoprotéicas, foram constituídas à base de silagem de milho com relações volumoso:concentrado 50:50 e 60:40 na MS, visando produções de 30 e 20 kg de leite/dia, respectivamente. Imediatamente antes e 3 horas após a alimentação matinal, não houve diferenças nos valores de pH e amônia ruminal nos diferentes níveis de produção. Contudo, nas vacas alimentadas com a dieta com concentrado extrusado, a concentração de amônia ruminal foi menor 3 horas após a alimentação. Não houve diferença nas concentrações de uréia plasmática entre os tratamentos e as excreções urinárias de nitrogênio diferiram somente com o concentrado contendo alto teor de energia parcialmente processado.

Palavras-chave: bovino, nutrição, ruminante

Ruminal metabolism, plasma urea concentration, and urinary excretion of nitrogen of dairy cows fed concentrate processed in different forms

ABSTRACT - The objective of this trial was to study the effects of different forms of concentrate processing on ruminal pH and ammonia as well as on plasma concentration of urea. Sixteen dairy cows, pure Holstein and crossbred, were blocked by production level (30.0 and 20.0 kg/day) and randomly assigned to two Latin squares with four periods of 15 days each. Diets were isonitrogenous and contained the following forage (corn silage):concentrate ratios: 50:50 and 60:40 (% of DM) for cows yielding 30.0 and 20.0 kg of milk/day, respectively. Ruminal pH and ammonia (N-NH₃) did not differ at 0 h (pre-feeding) and at 3 h after the morning feeding in the different production levels. However, it was observed lower ruminal ammonia concentration at 3 h post-feeding on cows fed diets contained extruded concentrate. Plasma urea did not differ across diets while for urinary excretion of nitrogen a significant difference was observed only for the diet containing the partially processed high-energy concentrate.

Key Words: bovine, nutrition, ruminant

Introdução

As condições ecológicas no rúmen devem ser mantidas em limites adequados para que o crescimento e metabolismo microbiano sejam normais. O processamento do concentrado pode aumentar a solubilidade do amido no rúmen, tornando o meio mais propício à ocorrência de distúrbios metabólicos, como a acidose ruminal (Theurer, 1986).

Os ruminantes dependem dos processos de fermentação dos alimentos realizados pelos microrganismos ruminais para que possam ter bom desempenho produtivo. A atividade microbiana, entre outros fatores, é influenciada pelas variações de pH e pela concentração de amônia ruminal.

A amônia não assimilada pelos microrganismos normalmente é absorvida através da parede do rúmen, removida da circulação portal pelo fígado, onde entra no ciclo da uréia

(Lobley et al. 1995). A uréia constitui a principal forma pela qual os compostos nitrogenados são eliminados pelos mamíferos. Quando a taxa de síntese de amônia é maior que sua utilização pelos microrganismos, ocorre elevação em sua concentração no rúmen, com conseqüente aumento na excreção e no custo energético da produção de uréia, resultando em perda de proteína (Russel et al., 1992).

Parte da uréia sanguínea é reciclada para o rúmen, por meio da saliva ou por difusão através do epitélio ruminal, e a outra, excretada na urina (Lobley et al. 1995). A concentração plasmática de uréia é positivamente relacionada à ingestão de compostos nitrogenados (Valadares et al., 1997; Valadares et al., 1999) e sua determinação consiste no aproveitamento da proteína dietética, uma vez que este nutriente tem grande importância no custo final da ração. A excreção fracional de uréia significa a proporção filtrada no rim e excretada e, por isso, tem grande importância no aproveitamento do nitrogênio.

Algumas tentativas têm sido feitas para utilização da concentração plasmática de uréia como índice para estimativa da degradabilidade da proteína (Roseler et al., 1993).

Neste trabalho avaliaram-se os efeitos do processamento total (extrusão ou peletização) ou parcial (alguns ingredientes sofrem o processamento de extrusão) do concentrado sobre o pH e o N-NH₃ ruminais, a concentração de uréia plasmática e as excreções urinárias de N em vacas leiteiras consumindo dietas com diferentes relações volumoso:concentrado.

Material e Métodos

Este experimento foi conduzido na Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão em Gado de Leite do Departamento de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, durante os meses de outubro a dezembro de 2001.

Foram utilizadas 16 vacas da raça Holandesa, puras e mestiças, com peso vivo médio de 552 e 547 kg, distribuídas em quatro quadrados latinos, dois para cada nível de produção de leite (30,0 e 20,0 kg de leite/dia), balanceados pela duração e ordem da lactação.

O experimento foi constituído por quatro períodos de 15 dias, sendo os oito primeiros para adaptação às dietas e os demais para avaliação das variáveis ruminais e coleta de urina e de sangue.

As dietas experimentais, isoprotéicas, à base de silagem de milho, com relações volumoso:concentrado de 50:50 e 60:40, na MS, foram formuladas para proporcionar produções de 30 e 20 kg de leite/dia, respectivamente. Os tratamentos consistiram de quatro tipos de concentrado: CF = farelado

(controle); CP = totalmente processado por peletização; CE = totalmente processado por extrusão; e CAE = com alto teor de energia, parcialmente processado, contendo apenas milho e soja extrusados em sua composição.

As dietas foram formuladas para atender às exigências nutricionais dos animais, segundo recomendações do NRC (1989).

Na Tabela 1 são apresentadas as proporções dos ingredientes utilizados na formulação dos concentrados; na Tabela 2, as composições bromatológicas médias dos concentrados e da silagem de milho; e nas Tabelas 3 e 4, as composições bromatológicas das dietas.

Os animais foram manejados em baias individuais, tipo "Tie Stall", onde receberam alimentação (*ad libitum*) duas vezes ao dia, às 8 e 17 h. Diariamente, foram feitas as pesagens das quantidades das dietas fornecidas e das sobras de cada tratamento, para determinação e controle do consumo, a fim de manter as sobras de alimento em torno de 10%, com base na MS. Durante o período experimental, no momento da alimentação, amostras das dietas e das sobras foram elaboradas, acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para posteriores análises.

As vacas foram ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia e a produção de leite foi registrada utilizando-se dispositivo eletrônico acoplado à ordenhadeira.

O conteúdo ruminal foi coletado por meio de sonda esofágica, segundo Ortoloni (1981), para determinação do pH e dos compostos nitrogenados amoniacais (N-NH₃), nos tempos 0 e 3 horas após a alimentação matinal, no 15º dia de cada período. Coletaram-se, aproximadamente, 400 mL de líquido ruminal, que foram filtrados em gaze, retirando-se uma alíquota de 40 mL, na qual calculou-se imediatamente o pH, por meio de potenciômetro digital, e adicionou-se 1 mL de ácido sulfúrico a 50%. A alíquota foi, então, acondicionada em frasco de vidro e armazenada em congelador a -5°C, para estimação do N-NH₃ ruminal. Para determinação do N-NH₃ no líquido ruminal, as amostras foram centrifugadas a 3.000 rpm por 15 minutos e 2 mL do sobrenadante foram coletados e adicionados a 5 mL de KOH 2N, para análise, segundo o método micro Kjeldahl.

A urina foi coletada no 14º dia do período experimental, conforme técnica proposta por Valadares (1997), adicionada a 40 mL de ácido sulfúrico 0,04 N e armazenada a -5°C para análises posteriores. Para cálculo do volume urinário, tomou-se por base o valor de excreção de creatinina, de 29 mg/kg de peso corporal/dia. (Valadares et al., 1999).

No 14º dia de cada período experimental, foram coletadas amostras de sangue, quatro horas após a alimentação matinal, utilizando-se heparina como anticoagulante. Logo

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes utilizados nos concentrados farelado (CF), peletizado (CP), extrusado (CE) e com alto teor de energia (CAE) (% na MS)

Table 1 - Ingredient composition of ground (GC), pelleted (PC), extruded (EC), and high energy (HEC) concentrates, %DM

Ingrediente Ingredient	Concentrado Concentrate			
	CF GC	CP PC	CE EC	CAE HEC
Milho Corn	45	45	45	50
Milho extrusado moído Extruded ground corn	-	-	-	10
Farelo de trigo Wheat bran	7,3	7,3	7,3	-
Soja integral extrusada Extruded whole soybean	-	-	-	10
Farelo soja Soybean meal	31,9	31,9	31,9	24,45
Farelo de arroz Rice meal	10,8	10,8	10,8	-
Uréia Urea	1,2	1,2	1,2	1,0
Fosfato bicálcico Dicalcium phosphate	0,38	0,38	0,38	1,63
Calcário Limestone	2,0	2,0	2,0	0,63
Sal comum Salt	0,6	0,6	0,6	0,7
Flor de enxofre Sulfur flower	0,19	0,19	0,19	-
Mistura mineral Premix mineral	0,8	0,8	0,8	1,0
Tamponante Buffer	-	-	-	0,6

Tabela 2 - Teores médios de MS, MO, PB, EE, FDNcp, FDA e LIG, obtidos para os concentrados farelado (CF), peletizado (CP), extrusado (CE) e com alto teor de energia (CAE) e para a silagem de milho

Table 2 - Average contents of DM, OM, CP, EE, NDF, ADF and LIG of ground (GC), pelleted (PC), extruded (EC), and high energy (HEC) concentrates and corn silage

Componente Component	Concentrado Concentrate				Silagem de milho Corn silage
	CF GC	CP PC	CE EC	CAE HEC	
MS (%) % DM	89,01	88,96	89,94	89,88	32,23
MO (%) OM	87,89	87,50	88,73	88,80	31,39
PB ¹ CP	26,68	25,03	25,30	25,53	8,07
EE ¹	4,44	4,20	4,40	4,58	3,68
FDNcp ¹ NDF	18,77	24,73	19,29	15,95	48,26
FDA ¹ ADF	8,64	9,88	9,05	7,40	30,18
LIG ¹ LIG	1,68	1,83	1,90	1,22	4,02

¹ % na matéria seca (in dry matter basis).

Tabela 3 - Teores médios de MS, MO, PB, EE, CHO, FDN, CNF, FDA, LIG e NDT, obtidos nas dietas experimentais com 50% de concentrado farelado (CF), peletizado (CP), extrusado (CE) e com alto teor de energia (CAE)

Table 3 - Average contents of DM, OM, CP, EE, CHO, NDF, NFC, ADF and LIG and TDN of the experimental diets with 50 % of ground (GC), pelleted (PC), extruded (EC), and high energy (HEC) concentrates

Component Item	Concentrado Concentrate			
	CF GC	CP PC	CE EC	CAE HEC
MS (%) (DM)	60,62	60,60	61,09	61,06
MO ¹ (OM)	98,07	97,88	98,03	98,10
PB ¹ (CP)	17,38	16,55	16,69	16,80
EE ¹	4,06	3,94	4,04	4,13
CHO ¹	76,64	77,39	78,38	77,17
FDN ¹ (NDF)	33,52	36,50	33,78	32,11
CNF ¹ (NFC)	43,12	40,90	44,61	45,07
FDA ¹ (ADF)	19,41	20,03	19,62	18,79
LIG ¹ (LIG)	2,85	2,93	2,96	2,62
NDT ¹ (TDN)	55,35	55,97	58,41	65,45

¹ % na matéria seca (in dry matter basis).

Tabela 4 - Teores médios de MS, MO, PB, EE, CHO, FDN, CNF, FDA, lignina (LIG) e nutrientes digestíveis totais (NDT), obtidos nas dietas experimentais com 40% de concentrado farelado (CF), peletizado (CP), extrusado (CE) e com alto teor de energia (CAE)

Table 4 - Average contents of DM, OM, CP, EE, CHO, NDF, NFC, ADF, LIG, and TDN of the experimental diets with 40 % of ground (GC), pelleted (PC), extruded (EC), and high energy (HEC) concentrates

Componente Item	Concentrado Concentrate			
	CF GC	CP PC	CE EC	CAE HEC
MS (%) (DM)	54,94	54,92	55,31	55,29
MO ¹ (OM)	97,94	97,78	97,90	97,96
PB ¹ (CP)	15,51	14,85	14,96	15,05
EE ¹	3,98	3,89	3,97	4,04
CHO ¹	78,44	79,04	79,83	78,87
FDN ¹ (NDF)	36,46	38,85	36,67	35,34
CNF ¹ (NFC)	41,97	40,19	43,16	43,53
FDA ¹ (ADF)	21,56	22,06	21,73	21,07
LIG ¹ (LIG)	3,08	3,14	3,17	2,90
NDT ¹ (TDN)	53,20	60,05	56,86	59,04

¹ % na matéria seca (in dry matter basis).

após a coleta, as amostras foram centrifugadas (5.000 rpm por 15 minutos) e o plasma sanguíneo acondicionado em recipientes de vidro e congelado para análises dos níveis de creatinina e de uréia.

A uréia foi determinada na urina e no plasma e a creatinina, na urina, utilizando-se kits comerciais (Labtest).

Os CHO foram calculados segundo equação de Sniffen et al. (1992):

$$\text{CHO} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{CINZAS});$$

os carboidratos não-fibrosos (CNF), pela equação:

$$\text{CNF} = \text{CHO} - \text{FDN}$$

e os nutrientes digestíveis totais (NDT), pela equação (NRC, 2001):

$$\text{NDT} (\%) = \text{PBD} + \text{FDND} + \text{CNFD} + 2,25 * \text{EED}$$

em que PBD = proteína bruta digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; CNFD = carboidratos não-fibrosos digestíveis; e EED = extrato etéreo digestível.

Os parâmetros foram analisados em delineamento quadrado latino e os dados, submetidos à análise de variância e ao teste de médias, utilizando-se o programa SAEG, versão 7.1. (UFV, 1997), a 5% de significância.

Resultados e Discussão

Os valores médios de pH e N-NH₃ para ambos os níveis de produção são apresentados na Tabela 5.

O pH ruminal não diferiu ($P > 0,05$) entre os tratamentos e entre os níveis de produção, mantendo-se na faixa de normalidade de $6,7 \pm 0,5$ relatada por Van Soest (1994). Esses resultados confirmam os obtidos por Shabi et al. (1999), que não notaram efeito da extrusão sobre os valores de pH ruminal.

Independentemente da relação volumoso:concentrado, as concentrações de N-NH₃ (mg/dL) situaram-se acima do valor de 5,0 mg/dL, considerado crítico para o crescimento microbiano (Satter & Slyter 1974). Contudo, no concentrado extrusado, a concentração de N-NH₃ foi menor ($P < 0,05$) que nos concentrados farelado e peletizado, talvez em razão da maior degradabilidade efetiva da MS, que ocorreu no concentrado extrusado, proporcionando melhor sincronismo entre as degradações protéica e energética.

Na Tabela 6 são apresentadas as concentrações de uréia no plasma e as excreções urinárias de N em vacas alimentadas com 50 e 40% de concentrado na dieta (na MS).

Não houve diferenças significativas, em um mesmo nível de produção, entre os concentrados sob as formas farelada, peletizada e extrusada, provavelmente por não haver diferença no consumo e na digestibilidade da proteína dessas dietas (Wernersbach Filho, 2003). Embora não tenha apresentado diferença entre os tratamentos, a concentração média de N-uréia no plasma foi menor para o concentrado com alta energia, que proporcionou o menor consumo de proteína nos dois níveis de inclusão: 3,38; 3,14; 3,37 e 2,61 kg de PB/dia para 50% de concentrado na dieta e 2,76; 2,63; 2,68 e 2,41 kg de PB/dia para o nível de 40% de concentrado para as dietas contendo nas formas farelada (CF), concentrada peletizada (CP), extrusada (CE) e parcialmente processada com alto teor de energia (CAE), respectivamente (Wernersbach Filho, 2003).

Tabela 5 - Valores médios de pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do líquido ruminal antes e 3 horas após a alimentação matinal, em vacas alimentadas com 50 ou 40% de concentrados farelado (CF), peletizado (CP), extrusado (CE) e com alto teor de energia (CAE)

Table 5 - Average values of ruminal pH and N-NH₃ before feeding and three hours after morning feeding for cows fed 50 or 40% of ground (GC), pelleted (PC), extruded (EC), and high energy (HEC) concentrates

Tempo Time	Concentrado Concentrate				CV (%)
	CF	CP	CE	CAE	
50% de concentrado 50% of concentrate					
pH					
Hora 00 Before feeding	6,73a	6,91a	6,91a	6,88a	2,208
Hora 03 Three hours after feeding	6,58a	6,55a	6,66a	6,58a	4,27
N-NH ₃ (mg/dL)					
Hora 00 Before feeding	12,30a	10,98a	11,59a	12,12a	18,38
Hora 03 Three hours after feeding	23,63a	23,89a	13,98b	19,78ab	26,54
40% de concentrado 40% of concentrate					
pH					
Hora 00 Before feeding	6,78a	6,79a	6,86a	6,80a	2,80
Hora 03 Three hours after feeding	6,64a	6,58a	6,53a	6,53a	3,54
N-NH ₃ (mg/dL)					
Hora 00 Before feeding	9,93a	11,08a	8,79a	9,73a	22,96
Hora 03 Three hours after feeding	17,89b	21,04a	13,83c	16,56bc	14,55

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem ($P > 0,05$) pelo teste Newman Keuls.

Means with the same letters in a row do not differ ($P > 0,05$) (Newman Keuls).

CV = coeficiente de variação (%) (coefficient of variation).

O menor consumo para a dieta contendo o concentrado com alto teor de energia e parcialmente processado pode ter contribuído para diminuir o valor do N-uréia no plasma (NUP).

Esse resultado indica que a concentração de N-uréia no plasma é um bom indicador do *status* nutricional da proteína em vacas leiteiras, que pode ser evidenciado pela diferença ($P < 0,05$) nas excreções de N-uréia e N-uréia/kg PV entre o concentrado com alto teor de energia, parcialmente processado, e os demais concentrados, independentemente do nível de inclusão.

Níveis de NUP maiores que 19 mg/dL têm sido correlacionados à diminuição na taxa de prenhez (Butler

Tabela 6 - Concentrações médias de N-uréia no plasma (NUP), excreção de N-uréia (EXNU), excreção de N-uréia por quilograma de peso vivo (EXCNU) e excreção fracional de uréia (EXFRU) em vacas alimentadas com 50 e 40% de concentrado farelado (CF), peletizado (CP), extrusado (CE) e com alto teor de energia (CAE)

Table 6 - Means of plasma urea-N concentration (PUN), excretion of urea-N (EXUN), fractional excretion of urea-N (FEXUN) for cows fed 50% or 40% of ground (GC), pelleted (PC), extruded (EC), and high energy (HEC) concentrates

Item Item	Concentrado Concentrate				CV (%)
	CF	CP	CE	CAE	
	50% de concentrado 50% of concentrate				
NUP (mg/dL)	25,06a	22,02a	21,98a	20,75a	17,16
PUN (mg/dL)					
EXNU (g/dia)	220,78a	196,24a	220,84a	142,44b	11,93
EXUN (g/day)					
EXNUPV (mg/kgPV/dia)	393,49a	352,16a	393,25a	264,13b	11,81
EXUNBW (mg/kgBW/day)					
EXFRU (%)	58,86a	57,40a	65,30a	48,30a	22,26
FEXUN					
	40% de concentrado 40% of concentrate				
NUP (mg/dL)	20,33a	17,97a	16,91a	16,67a	14,76
PUN (mg/dL)					
EXNU (g/dia)	166,43a	149,18ab	146,01ab	125,06b	14,83
EXUN (g/day)					
EXNUPV (mg/kgPV/dia)	302,26a	265,48ab	264,82ab	228,94b	14,64
EXUNBW (mg/kgBW/day)					
EXFRU (%)	56,71a	51,67a	56,36a	52,02a	23,88
FEXUN					

Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem ($P>0,05$) pelo teste Newman Keuls.

Means with the same letters in a row do not differ ($P>0,05$) (Newman Keuls).

CV = coeficiente de variação (%) (coefficient of variation).

et al., 1996). Apesar de não terem sido avaliados aspectos reprodutivos dos animais, os valores encontrados neste estudo para 50% de concentrado na dieta estão acima deste valor e podem indicar menor eficiência reprodutiva. No nível de 40% de concentrado, somente o suplemento concentrado farelado proporcionou valor acima de 19 mg/dL, indicando que, no demais tratamentos, houve melhor consumo e, conseqüentemente, melhor eficiência na utilização da proteína. O maior valor numérico de degradabilidade efetiva do CE poderia sugerir que esse alimento tivesse resultado em concentração de N-uréia plasmática e excreções urinárias de nitrogênio maiores que as demais rações, em razão do maior crescimento microbiano, porém, isso não aconteceu. Portanto, pode-se supor que essa ração promove melhor aproveitamento do nitrogênio produzido a partir da degra-

dação da proteína no rúmen, além de não apresentar gasto excessivo de energia para excretação dos excessos de nitrogênio.

Oliveira (2001) também encontrou relação direta entre os níveis de proteína degradável no rúmen (PDR) e as concentrações de uréia no plasma. Os animais que consumiram suplementos com alto teor de PDR apresentaram concentrações plasmáticas médias de uréia, em mg/dL, maiores que aqueles que consumiram suplementos com baixo teor de PDR.

Conclusões

O uso de concentrado extrusado na dieta de vacas em lactação proporciona melhor sincronismo entre as degradações protéica e energética.

Os processamentos por extrusão ou peletização não alteraram as concentrações de N-uréia no plasma e as excreções urinárias de nitrogênio quando comparados ao concentrado farelado.

Literatura Citada

- BUTLER, W.R.; CALAMAN, J.J.; BEAM, S.W. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.74, p.858-865, 1996.
- LOBLEY, G.E.; CONNELL, A.; LOMAX, M.A. et al. The effect of nitrogen and protein supplementation on feed intake, growth and digestive function of steers with different *Bos taurus* genotypes when fed a low quality grass hay. **British Journal of Nutrition**, v.73, p.667-685, 1995.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1989. 158p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- OLIVEIRA, R.L. **Avaliação de suplementos com diferentes teores de proteína não degradável no rúmen para novilhas pardo-suíças em pastejo de *Brachiaria brizantha* c.v. Marandu**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 53p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- ORTOLONI, E.L. Considerações técnicas sobre o uso da sonda esofágica na colheita do suco de rúmen de bovinos para mensuração do pH. **Arquivo da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais**, v.33, n.2, p.269-275, 1981.
- ROSELER, D.K.; FERGUNSON, J.D.; SNIFFEN, C.J. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.525-534, 1993.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v.32, p.199-208, 1974.
- SHABI, Z.; BRUCKENTAL, I.; ZAMWELL, S. et al. Effects of extrusion of grain and feeding frequency on rumen fermentation,

- nutrient digestibility, and milk yield and composition in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.1252-1260, 1999.
- 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**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- THEURER, C.B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1649-1662, 1985.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG (Sistema de análises estatísticas e genéticas)**. Viçosa, MG: 1997 (Versão 7.0).
- 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, n.12, p.2686-2696, 1999.
- VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C., SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos 4. Concentrações de uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.
- VALADARES, R.F.D. **Níveis de proteína em dietas de bovinos: consumo, digestibilidade, eficiência microbiana, amônia ruminal, uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. 103p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell, 1994. 476p.
- WERNERSBACH FILHO, H.L. **Rações farelada, peletizada e extrusada na alimentação e produção de vacas leiteiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 45p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.

Recebido: 28/09/04
Aprovado: 08/08/05