

Balanço de nitrogênio e estimativas de perdas endógenas em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo palma forrageira e teores crescentes de uréia e mandioca

Maria Cláudia Soares Cruz^{1*}, Antonia Sherlânea Chaves Vêras², Marcelo de Andrade Ferreira², Ângela Maria Vieira Batista², Djalma Cordeiro dos Santos³ e Marcelo Iran de Souza Coelho⁴

¹Mestre em Zootecnia, Av. das Nações, 32, 56304-360, Petrolina, Pernambuco, Brasil. ²Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco (Ufrpe). ³Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (Ipa). ⁴Centro Federal de Educação Tecnológica (Cefet), Petrolina, Pernambuco, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: mclaudiasc@yahoo.com.br

RESUMO. Foram avaliados os efeitos da substituição do farelo de soja pela mistura uréia mais mandioca, em rações constituídas de palma, silagem de sorgo e concentrado, sobre concentrações de uréia, balanço de nitrogênio (N) e estimativas de perdas endógenas totais em 8 vacas Girolando em lactação, distribuídas em dois quadrados latinos simultâneos (4x4). As concentrações de uréia e N-uréico no plasma e leite, em mg/dL e N-uréico no leite (g/dia) não foram afetadas pelo aumento do nível de uréia na ração, apresentando médias de 31,37; 14,62; 37,43; 17,44; 5,37. As excreções urinárias de uréia e N-uréico também não foram influenciadas, com médias de 249,45 e 116,24 mg/kg PV. Igualmente, o balanço de N não foi afetado pelos tratamentos, cujos valores médios foram de 87,75; 87,63; 62,91; 60,97 g/dia, respectivamente, para 0%, 1,00%, 1,90% e 2,86% de uréia na ração. As estimativas das perdas endógenas variaram de acordo com o sistema de exigência nutricional utilizado.

Palavras-chave: bovinos, leite, plasma, uréia, urina.

ABSTRACT. Nitrogen balance and endogenous loss estimate in lactating cows fed with diets of forage cactus and increasing levels of urea and cassava. The effects of the soybean when replaced by a mixture of urea and cassava, in rations composed of forage cactus, sorghum silage and concentrate, were assessed on: (i) urea concentration; (ii) nitrogen (N) balance; and (iii) total endogenous loss estimate. Eight lactating Holstein/Zebu cows were distributed in two 4x4 simultaneous latin squares. Urea and N-urea concentration in plasma and milk (mg dL⁻¹), and milk N-urea (g day⁻¹) were not affected by the increase of urea levels in the ration; their means were 31.37, 14.62, 37.43, 17.44, and 5.37, respectively. Also, urea and N-urea urinary excretion were not affected by the increase of urea levels in the ration, and the mean values of those parameters were 249.45 and 116.24 mg kg⁻¹ LW, respectively. The treatments did not influence N levels, with average values of 87.75, 87.63, 62.91, and 60.97 g day⁻¹ to 0, 1.06, 2.12 e 3.20 % of urea addition in the ration, respectively. The endogenous loss estimate varied according to the nutritional demand system used.

Key words: bovines, milk, plasma, urea, urine.

Introdução

A proteína é um dos ingredientes mais caros da dieta e o custo de alimentação é altamente dependente da eficiência de sua utilização. Por esse motivo, nos últimos anos há considerável interesse em encontrar o ponto de máxima utilização, adicionando-se compostos nitrogenados não-protéicos visando a reduzir os custos de produção e minimizar as perdas desses compostos na urina e nas fezes (Russell *et al.*, 1992), bem como reduzir a poluição ambiental.

Quanto à origem, o nitrogênio (N), presente no rúmen, pode ser dividido em N endógeno e N dietético. O N endógeno é proveniente da reciclagem

da uréia, da descamação do epitélio, da lise das células microbianas e da excreção de metabólitos dos microrganismos. O N dietético é composto por proteína verdadeira, ácidos nucleicos e nitrogênio não-protéico (NNP) (Coelho da Silva e Leão, 1979).

A amônia deriva-se da degradação da proteína dietética, da hidrólise de fontes de NNP, da hidrólise da uréia reciclada no rúmen e da degradação da proteína microbiana. Sua concentração é diminuída no rúmen devido à utilização pelos microrganismos e absorção pela parede ruminal.

A concentração de N amoniacal no rúmen é indispensável para o crescimento bacteriano, desde que associada a fontes de energia, e está diretamente

relacionada com a solubilidade da proteína dietética e com a retenção de N pelo animal (Coelho da Silva e Leão, 1979). É necessária a adequação da ingestão de N e energia para otimização da síntese de proteína microbiana e redução de perdas excessivas de N (Nocek e Russell, 1988; NRC, 2001).

Nocek e Russell (1988) relataram que se a taxa de degradação animal de proteína for maior que a de carboidratos ocorre aumento da excreção de compostos nitrogenados e produção de uréia, resultando em perda de N, ou seja, quando a taxa de produção de amônia no rúmen excede a sua taxa de utilização pelos microrganismos, há maior absorção de amônia e, com isso, maior custo energético para o animal, devido à síntese de uréia para a sua excreção.

A amônia é utilizada pelos microrganismos, o excedente é absorvido pela parede do rúmen (Van Soest, 1994) e então é transportada por meio do sistema vascular porta-hepático para o fígado e entra no ciclo da uréia, onde reage com o CO₂ mitocondrial, produzido no ciclo de Krebs formando a carbamilmfosfato. Metade do N-uréico é originário da amônia livre e o restante é oriundo do aspartato citoplasmático que, ao converter citrulina em arginina, atua como doador específico de N (Coelho da Silva e Leão, 1979).

Elevadas concentrações sanguíneas de uréia são difundidas para o leite (Roseler et al., 1993) e, de acordo com Van Soest (1994) e Moscardini et al. (1998), sua alta concentração é positivamente correlacionada com a ingestão de N e associada com maior taxa de excreção urinária de uréia. Sua concentração elevada e maior excreção, segundo Broderick (1995), está relacionada com a utilização ineficiente de proteína.

Assim, os N-uréico do plasma e do leite foram propostos por Roseler et al. (1993) e Hof et al. (1997) para indicar o estado nutricional protéico e a eficiência de utilização de N, sendo bons indicadores do equilíbrio ruminal entre N e energia.

Valadares et al. (1997a), utilizando novilhos zebus alimentados com rações contendo 45% de concentrado e teores de proteína bruta (PB) de 7,0%, 9,5%, 12% e 14,5%, encontraram concentrações plasmáticas de N-uréico de 8,1; 9,1; 15,7; e 19,5 mg/dL, respectivamente. Verificaram, ainda, por meio de análise de regressão, que a faixa de concentração plasmática de N-uréico de 13,52 a 15,15 mg/dL correspondeu à máxima eficiência microbiana e, provavelmente, representaria o limite a partir do qual estaria ocorrendo perda de proteína para esses animais.

Foram avaliadas por Dinn et al. (1998) rações com diferentes porcentagens de PB (18,3%, 16,7% e 15,3%) para vacas holandesas lactantes. O N-uréico do plasma diminuiu linearmente em função dos teores de PB, apresentando médias de 15,9, 12,9 e 10,0

mg/dL, respectivamente. Por outro lado, Valadares et al. (1999), trabalhando com vacas leiteiras alimentadas com teores crescentes de concentrado (20%, 35%, 50% e 65%), obtiveram níveis de N-uréico plasmático de 21,0, 22,8, 20,6 e 17,3 mg/dL, reportando efeito quadrático em relação aos níveis de concentrado. Mendes et al. (2002) não encontraram diferença nas concentrações de uréia plasmática em novilhos, para diversas fontes de energia utilizada, com média de 26,1 mg/dL.

As excreções de uréia e N na urina têm sido estimadas por uma única amostragem, denominada de colheita *spot*, que é baseada na constância da excreção de creatinina em relação ao peso vivo, não sendo afetada pela ração. Este método é uma alternativa simples e eficaz para estimar o volume urinário (Valadares et al., 1999; Oliveira et al., 2001a), por meio da relação entre a excreção diária de creatinina e a concentração de creatinina na urina *spot* (Valadares et al., 1997a).

Como a excreção urinária de uréia é diretamente influenciada pela concentração de uréia plasmática, Valadares et al. (1997a) encontraram variações de 7,66 a 112,64 e 3,57 a 52,49, respectivamente, de uréia e N-uréico urinário, em g/dia, em novilhos alimentados com rações que variaram de 7,0% a 14,5% de PB.

Silva et al. (2001), trabalhando com vacas mestiças em lactação alimentadas com teores crescentes de uréia (0%, 0,7%, 1,4% e 2,1%) e teores de PB de 13,46%, relataram que, mesmo não apresentando diferença, os dois maiores teores de NNP da dieta promoveram as maiores excreções de uréia na urina, que foram, respectivamente, 494,73 e 465,34 mg/kg PV, quando utilizada urina *spot*. Por outro lado, os resultados encontrados por Oliveira et al. (2001a), trabalhando com rações isonitrogenadas com teores crescentes de uréia (0%, 0,7%, 1,4% e 2,1%) para vacas holandesas em lactação, demonstraram que as excreções urinárias de uréia aumentaram de 217,05 para 358,80 mg/kg PV.

Considerando o papel central da fermentação microbiana na digestão em ruminantes, é importante a avaliação do N disponível para a absorção pelo animal (Valadares et al., 1997b). De acordo com Coelho da Silva e Leão (1979), o balanço de N é um método de avaliação dos alimentos e do estado nutricional do corpo do animal, consistindo em determinar a ingestão de N e todas as perdas deste elemento pelo corpo, inclusive as perdas na pele e pêlos.

Dias et al. (2000) e Tibo et al. (2000) avaliaram os efeitos de teores de concentrado nas rações (25,0%, 37,5%, 50,0%, 62,5% e 75,0%) sobre o balanço de compostos nitrogenados em novilhos, verificando que os consumos médios de N, expressos em g/dia, elevaram-se com o aumento dos teores de

concentrado das rações e das maiores concentrações de PB nas dietas. Dias *et al.* (2000), porém, verificaram balanço negativo para os tratamentos com 25% e 37,5% de concentrado.

A proteína metabolizável (PM) em ruminantes é definida, segundo Van Soest (1994), como a quantidade de proteína dietética (PD) e microbiana (PMI) que é absorvida no intestino delgado. No entanto, o NRC (2001) relatou que as exigências protéicas dos ruminantes são atendidas mediante absorção intestinal de aminoácidos provenientes da PMI sintetizada no rúmen, da proteína dietética não-degradada no rúmen e, também, da proteína endógena.

De acordo com Clark *et al.* (1992), a PMI responde, em média, por 59% da proteína que chega ao intestino delgado (ID). Sniffen e Robinson (1987) citaram que a PMI pode atender de 40% a 80% das exigências de aminoácidos absorvidos no ID. Desta forma, é de fundamental importância avaliar a eficiência de síntese de PMI.

Comparando as exigências protéicas para manutenção (PMm) de um animal com o mesmo peso vivo preditas pelos AFRC (1993) e NRC (2001), observa-se que existe diferença acentuada entre os resultados obtidos.

O sistema NRC (2001) utiliza o N metabólico fecal (NMF), o N urinário endógeno (NUE), as perdas por descamação (PDES) e as secreções endógenas (SE) como fatores para a determinação dos requisitos líquidos de proteína para manutenção. Por outro lado, o AFRC (1993) utiliza apenas dois fatores: o N endógeno basal (NEB) e as perdas por descamação (PD), e o NEB consiste na soma do NUE e parte do NMF.

Para o NRC (2001), o NMF é a fração indigestível da proteína endógena perdida nas fezes e representa as perdas de proteína através do trato digestivo, como resultado da ingestão de alimentos. Este sistema considerou que muito do NMF consiste de fragmentos e parede celular de bactérias, protozoários e fungos, e o N não utilizado das secreções endógenas do intestino pode ser absorvido, excretado na urina ou reciclado. Então, quando N é reciclado, a PMI deve ser considerada produto do catabolismo da proteína corporal, podendo estar na mesma categoria de enzimas do trato digestivo, ácidos nucleicos e secreções nitrogenadas que escapam da digestão. Para este sistema, a não inclusão da PMI no NMF resulta em subestimativa das exigências.

O AFRC (1993) considera que o NMF consiste na descamação de células epiteliais e enzimas digestivas não-absorvidas, ou da renovação normal das proteínas no organismo, então, o NMF como um todo não pode ser computado no cálculo das exigências protéicas para manutenção, porque grande parte desta fração é oriunda da proteína dietética, da PMI sintetizada no

rúmen e de células microbianas intactas no intestino grosso, que não foram utilizadas pelo animal, ou seja, estes fatores já teriam sido computados. Ele também adotou para a PMI digestibilidade aparente próxima de 70% e, portanto, poder-se-ia esperar que grande parte dos 30% da PMI que não foi digerida no ID fosse eliminada nas fezes e, portanto, superestimar o NMF.

Diante do exposto, o presente trabalho foi conduzido visando a avaliar os possíveis efeitos da mistura de uréia e mandioca, em rações contendo palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill.), sobre a concentração de uréia no plasma, no leite e na urina, a excreção de N no leite, na urina e nas fezes, o balanço de compostos nitrogenados, além de estimar a exigência de proteína metabolizável para manutenção, em vacas mestiças lactantes, segundo os AFRC (1993) e NRC (2001).

Material e métodos

O experimento foi conduzido nas dependências da estação experimental da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), no município de Arcoverde/PE, com duração de 68 dias, divididos em 4 períodos experimentais, cada um com 10 dias de adaptação dos animais às dietas e 7 de coletas.

Foram utilizadas 8 fêmeas bovinas em lactação da raça Girolando (5/8 HZ), com peso vivo médio inicial de 491 kg (± 10) e produção média diária de 15 kg de leite, distribuídas de acordo com a ordem de lactação, 3a e 5a, em dois quadrados latinos simultâneos (4x4).

As dietas foram isonitrogenadas, constituídas de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill.), silagem de sorgo e concentrado. O farelo de soja foi substituído pela mistura uréia mais mandioca, consistindo nos tratamentos contendo 0%, 1,00%, 1,90% e 2,86% de uréia na ração.

As rações foram formuladas de acordo com o NRC (1989) e são apresentadas nas Tabelas 1, 2, 3 e 4. O alimento foi ofertado duas vezes ao dia, na forma de ração completa, e foi ajustado para manter sobras em torno de 5% a 10% do fornecido, com água disponível duas vezes ao dia, quando os animais eram soltos. Os animais foram alojados em baias individuais com piso de concreto, providas de comedouro de alvenaria. Eles foram pesados ao início e final de cada período experimental para avaliação da variação de peso.

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes das dietas.
Table 1. Percentage of each ingredient in the diet.

Ingredientes (% da MS) Ingredient (% DM)	Teores de uréia (% MS) Urea level (% DM)			
	0	1,00	1,90	2,86
Palma forrageira <i>Forage cactus</i>	44	44	44	44
Silagem de sorgo <i>Sorghum silage</i>	38	38	39	39
Farelo de soja	92,11	61,58	31,05	0

Soybean meal

Mandioca				
Cassava	0	24,95	49,90	75,27
Uréia				
Urea	0	5,58	11,16	16,84
Mistura mineral				
Mineral mixture	7,89	7,89	7,89	7,89

Tabela 2 Teores dos nutrientes dos concentrados (C) e dos volumosos das dietas experimentais.

Table 2. Nutrient concentration in the concentrate (C) and in the roughage of the experimental diets.

Nutrientes Nutrients	Concentrados Concentrate				Volumosos Roughage	
	0	1,00	1,90	2,86	Palma For. cactus	Silagem Silage
MS (%)	87,26	86,57	84,47	84,12	8,22	27,96
DM (%)						
PB ¹	48,87	49,81	47,5	49,88	5,38	5,81
CP						
EE ¹	1,85	1,34	1,16	1,04	2,60	2,86
EE						
CHOT ¹	37,93	38,41	41,41	40,60	75,08	83,15
Total CHO						
CNF ¹	22,02	27,23	33,21	35,76	35,16	10,34
NFC						
FDN ¹	15,91	11,18	8,20	4,84	38,48	72,81
NDF						
FDA ¹	10,86	8,92	5,37	2,58	15,29	36,91
ADF						
MM ¹	11,35	10,44	9,93	8,48	16,94	8,18
Ashes						
MO ¹	88,65	89,56	90,07	91,52	83,06	91,82
OM						
PIDN ¹	8,45	7,52	6,12	1,2	1,84	3,22
NDIP						
PIDA ¹	5,32	5,01	1,41	0,29	0,61	2,58
ADIP						
LIG ¹	5,36	5,47	3,39	1,22	7,96	19,64
Lignin						

¹Porcentagem na MS.¹Dry matter basis.**Tabela 3.** Teores dos nutrientes das dietas experimentais.

Table 3. Nutrient concentration in the experimental diets.

Nutrientes Nutrients	Teores de uréia (% MS) Urea level (% DM)			
	0	1,00	1,90	2,86
MS (%)				
DM (%)	29,95	29,82	28,92	28,82
PB ¹				
CP ¹	13,29	13,41	13,01	13,24
EE ¹				
EE ¹	2,57	2,48	2,45	2,43
CHOT ¹				
Total CHO ¹	71,55	71,68	72,18	72,23
CNF ¹				
NFC ¹	23,94	24,85	25,72	26,32
FDN ¹				
FDN ¹	47,61	46,83	46,46	45,91
FDA ¹				
ADF ¹	22,78	22,47	21,90	21,44
MM ¹				
Ashes ¹	12,59	12,43	12,36	12,10
MO ¹				
OM ¹	87,41	87,57	87,65	87,91
PIDN ¹				
NDIP ¹	3,55	3,38	3,11	2,26
PIDA ¹				
ADIP ¹	2,20	2,15	1,51	1,32
NDT ^{1*}				
TDN ^{1*}	68,84	68,79	69,04	69,12

¹Porcentagem na MS; *Segundo Sniffen et al. (1992).¹DM basis; *According to Sniffen et al. (1992).

concentrados, por tratamento, e das sobras, por animal, para comporem amostras por período, as quais foram pré-secas em estufa ventilada a 65°C e moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm, para posteriores análises laboratoriais, segundo Silva e Queiroz (2002). Os carboidratos totais (CHOT) e carboidratos não-fibrosos (CNF) foram determinados segundo equações propostas por Sniffen et al. (1992) e Mertens (1997), respectivamente. Para estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT), utilizou-se a fórmula proposta por Sniffen et al. (1992).

As amostras de fezes foram colhidas no primeiro dia às 7 horas e no sexto dia às 14 horas de cada período de coleta, diretamente da ampola retal e armazenadas a -20°C para, posteriormente, serem pré-secas em estufa ventilada a 65°C e moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm, para posteriores análises laboratoriais, conforme descrito para as amostras de alimentos e sobras.

A colheita de leite foi realizada 2 vezes por dia, pela manhã e à tarde, no primeiro e último dia de cada período de colheita, com esgotamento total do úbere. Então, colheram-se amostras proporcionais à produção, que foram armazenadas para posterior determinação de uréia e nitrogênio (N).

A colheita de urina *spot* foi efetuada no primeiro dia de colheita de cada período experimental, 4 horas após a alimentação, por micção espontânea. Após a colheita, foram retiradas alíquotas de 10 mL que foram homogeneizadas com 40 mL de H₂SO₄ a 0,036N e o pH ajustado com H₂SO₄ PA, para menos que 3. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em recipientes de 80 mL e armazenadas a -20°C, para posterior determinação de uréia e N.

O volume urinário diário utilizado para obtenção das excreções diárias de uréia e N de cada animal foi estimado a partir da pesquisa de creatinina urinária, assumindo-se excreção de creatinina média de 23,60 mg/kg PV, obtida por Silva et al. (2001), que também trabalharam com animais mestiços. Para determinação da creatinina foram utilizados kits comerciais (Labtest). O método consiste em sistema colorimétrico enzimático, em que a intensidade da cor formada é proporcional à concentração de creatinina.

Concomitantemente à colheita de urina, realizou-se colheita de sangue, através da veia jugular, em tubos heparinizados que foram centrifugados a 2500 rpm por 15 minutos, retirando-se o plasma, que foram acondicionados em eppendorf e armazenados a -20°C, para posterior determinação de uréia, seguindo-se o método proposto para creatinina.

Para estimar o N-uréico do plasma sanguíneo, do leite e da urina, foi utilizado o fator de 0,466 que, segundo Coelho da Silva e Leão (1979), corresponde a 46,6% do teor de N na uréia.

A síntese de proteína bruta microbiana e a exigência de proteína degradada no rúmen foram

Foram colhidas amostras dos alimentos e dos

estimadas a partir de equações propostas pelo NRC (2001). A estimativa das exigências de proteína metabolizável para manutenção (PMm) foi efetuada segundo o AFRC (1993) e o NRC (2001).

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) - (UFV, 1997). Os critérios utilizados para a escolha do modelo basearam-se na significância dos coeficientes de regressão, em teores de 1% e 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação (r^2 / R^2), obtido pela relação entre a soma dos quadrados da regressão e a soma de quadrados dos tratamentos e, segundo Sampaio (2002), pelo fenômeno biológico.

Resultados e discussão

Na Tabela 4, são apresentadas as concentrações de uréia plasmática (UP), N-urêico plasmático (NUP), uréia do leite (UL), N-urêico do leite (NUL), as quantias de N-urêico do leite (NUL), N-proteína do leite (NPL), a relação N-urêico do leite/N-proteína do leite (NUL:NPL), o volume urinário (VU) e as excreções urinárias de uréia (EU) e N-urêico (ENU).

As concentrações de uréia e N-urêico plasmático não foram influenciadas pela inclusão de uréia na ração, cujos valores médios foram de 31,37 e 14,62 mg/dL, respectivamente, provavelmente pelo fato de as dietas experimentais serem isonitrogenadas e a uréia do sangue ser diretamente relacionada à quantidade de proteína e à relação proteína:energia da ração (Tabela 3).

Tabela 4. Médias, equações de regressão e coeficientes de variação para uréia plasmática (UP), N-urêico do plasma (NUP), uréia do leite (UL), expressas em mg/dL; N-urêico do leite (NUL), expressa em mg/dL e g/dia; N-proteína do leite (NPL), expressa em g/dia; a relação N-urêico:N-proteína no leite (NUL:NPL); volume urinário (VU); e excreções de uréia (EU) e N-urêico (ENU) urinária, em função dos teores de uréia das dietas.

Table 4. Means, regression equations and coefficients of variation of blood urea (BU), blood urea-N (BUN), and milk urea (MU) expressed in mg/dL; milk urea-N (MUN) in mg/dL and g/day; milk protein-N (MPN) in g/day; MUN:MPN ratio; urinary volume (UV); urea excretion (UE); urine urea-N (UUN), as a function of the urea level in the diet.

Variáveis (%) Variables (%)	Teores de uréia (% da MS) Urea level (% DM)				Equações Equations	CV (%)
	0	1,00	1,90	2,86		
UP (mg/dL)	31,25	37,60	30,66	25,97	Y=31,37	28,81
BU (mg/dL)						

NUP (mgN/dL)	14,56	17,52	14,29	12,10	Y=14,62	28,81
BUN (mgN/dL)						
UL (mg/dL)	37,65	40,19	35,96	35,92	Y=37,43	33,42
MU (mg/dL)						
NUL (mg/dL)	17,55	18,73	16,76	16,74	Y=17,44	33,42
MUN (mg/dL)						
NUL (g/dia)	5,89	6,32	4,02	5,27	Y=5,37	35,17
MUN (g/day)						
NPL (g/dia)	84,68	78,96	74,43	69,37	Y=76,86	5,84
MPN (g/day)						
NUL:NPL (%)	6,96	8,00	5,40	7,60	Y=7,20	38,60
MUN:MPN (%)						
VU (L/dia)	37,50	36,31	35,02	31,11	Y=34,98	22,71
UV (L/day)						
EU (mg/kgPV)	280,02	275,43	211,24	231,10	Y=249,45	28,11
UE (mg/kg LW)						
ENU (mg/kgPV)	130,49	128,35	98,44	107,69	Y=116,24	28,11
UUN (mg/kg LW)						

Este comportamento é semelhante ao observado por Miranda *et al.* (1998) que, trabalhando com dietas isonitrogenadas (13% PB), contendo 50% de proteína verdadeira e 50% de NNP, para novilhas, relataram que as concentrações plasmáticas de N-urêico não diferiram entre os tratamentos, apresentando média de 15,4 mg/dL. Silva *et al.* (2001), trabalhando com dietas isonitrogenadas com teores crescentes de NNP (0%, 0,7%, 1,4% e 2,1%) em animais mestiços em lactação, também relataram que não houve diferença, entre os tratamentos, cujas médias de uréia e N-urêico foram de 46,33 e 21,59 mg/dL, respectivamente. Entretanto, Moscardini *et al.* (1998) encontraram aumento significativo do N-urêico plasmático (1,8; 11,8 e 20,1 mg/dL) devido ao aumento dos teores dietéticos de proteína não degradada no rúmen (4,5%, 14,9% e 29,1% na MS), em vacas holandesas em lactação.

Contudo, os valores de concentrações plasmáticas de N-urêico encontrados neste estudo estão dentro da faixa de normalidade (6,0 – 27,0 mg/dL), citadas por Guia (2000), e abaixo do limiar de compatibilidade com os aspectos reprodutivos verificado por Butler *et al.*, citados por Torres *et al.* (2002), ao observarem que teores de NUP acima de 19 mg/dL reduzem a fertilidade e a taxa de concepção de vacas leiteiras.

Observa-se na Tabela 4 que as concentrações de uréia e N-urêico e as quantidades de N-urêico no leite apresentaram comportamento semelhante entre os tratamentos. Entretanto, as concentrações de uréia e N-urêico do leite, expressas em mg/dL, tenderam a diminuir com a inclusão de uréia, com exceção do tratamento com 1,00%. Este fato pode estar relacionado à possível melhor sincronização entre proteína e energia, ocorrida nos teores de 1,90% e 2,86% de uréia, visto que à medida que se retirava soja e acrescentava-se a mistura de uréia e mandioca, os teores de CNF das rações aumentaram (Tabelas 2 e 4). Embora, quantitativamente, o tratamento com 1,00% de uréia resultou em maior concentração de NUL, pode-se especular que a maior quantidade de PB e menor disponibilidade energética das dietas

(Tabela 4) promoveram, possivelmente, desequilíbrio na relação proteína:energia, que pode ter reduzido a eficiência de utilização de amônia pelos microrganismos.

Segundo Clark *et al.* (1992), a disponibilidade de energia e N são fatores limitantes para o crescimento microbiano. De acordo com Kauffman e St-Pierre (2001), com aumento de amônia ruminal, ocorre aumento da concentração sanguínea de uréia e, conseqüentemente, sua difusão para o leite, ou seja, a uréia ao ser sintetizada no fígado é transportada para o sangue (filtrada no rim e excretada na urina ou reciclada para o rúmen) e glândula mamária (excretada no leite) (Wilson *et al.*, 1998), o que é coerente com a maior concentração de NUP obtida (Tabela 5).

As concentrações médias de uréia no leite e N-urérico do leite foram de 37,43 e 17,44 mg/dL, respectivamente, apresentando valores inferiores aos relatados por Oliveira *et al.* (2001a), de 54,61 e 25,45 mg/dL, que trabalharam com rações isonitrogenadas e teores crescentes de uréia (0%, 0,7%, 1,4% e 2,1%), para vacas holandesas. Entretanto, o N-urérico do leite médio (5,37 g/dia) foi maior que o obtido pelos referidos autores, que foi de 4,86 g/dia. Vale ressaltar que as produções de leite obtidas por Oliveira *et al.* (2001b) foram 20,11, 19,31, 18,57 e 17,50 kg/dia, portanto, superiores às relatadas por Pimentel (dados não publicados), com os animais do presente estudo, que foram de 16,88, 15,74, 14,84 e 13,83 kg/dia, respectivamente, para os teores de 0%, 1,00%, 1,90 e 2,86% de uréia, caracterizando efeito diluição.

A relação entre N-urérico plasmático e no leite, nos tratamentos, foi comprovada no presente experimento, concordando com Rodriguez *et al.* (1997), Hof *et al.* (1997) e Kauffman e St-Pierre (2001), embora o NUL na dieta contendo 3,2% de uréia não tenha reduzido na mesma proporção que o NUP relativo ao referido tratamento.

Além disso, pode-se observar que as concentrações de NUL, em todos os tratamentos, foram superiores às de NUP. Isto, segundo Kauffman e St-Pierre (2001), pode ser atribuído ao fato de as colheitas de amostras de sangue e leite não terem sido efetuadas no mesmo momento, pois as concentrações de NUP poderiam ser maiores que as de NUL se todas as colheitas tivessem sido realizadas no mesmo horário e dia.

O N protéico do leite, em g/dia, variou de 84,68 a 69,37, não sendo influenciado pelos tratamentos, apesar de ter apresentado tendência decrescente com o aumento de uréia da ração, fato este que pode estar relacionado à redução da produção diária de leite, conforme relatado anteriormente. A relação NUL:NPL apresentou valor médio de 7,20%, não sendo influenciada pelas dietas experimentais.

O volume urinário também não foi influenciado

pelo incremento de uréia na ração, mas foi maior do que o verificado por Oliveira *et al.* (2001a) e Silva *et al.* (2001). Este resultado deve-se ao fato de os animais estarem consumindo palma, que é um alimento rico em água, e participar na dieta em grande proporção (44%), conforme pode ser visualizado na Tabela 2.

O NRC (2001) descreve que a ingestão de água por vacas em lactação provém da água de bebida, da contida nos alimentos e da formada pela oxidação dos nutrientes orgânicos. O consumo de água pode ser estimado em função do consumo de matéria seca e produção de leite. A exigência de água pelos animais experimentais calculada por meio da equação modificada de Murphy *et al.*, preconizada pelo NRC (2001), foi em média de 74,89 kg/dia. Entretanto, os animais consumiram cerca de 96 litros de água contida nos alimentos, justificando os elevados volumes urinários encontrados.

As excreções urinárias de uréia e N-urérico, em relação ao peso vivo, não foram influenciadas pelas rações, apresentando médias de 249,45 e 116,24 mg/kg PV, respectivamente. Com o aumento nos teores de uréia, esperava-se que houvesse aumento na concentração de uréia no plasma, no leite e na urina, porém, ocorreu redução no consumo de matéria seca (MS), que, de acordo com Pimentel (dados ainda não publicados), os valores foram de 17,28, 16,83, 16,71 e 15,43 kg/dia, e decresceu linearmente com o aumento do teor de uréia, o que pode justificar esse comportamento homogêneo.

Valadares *et al.* (1999), trabalhando com vacas leiteiras alimentadas com rações com inclusões crescentes de concentrado (20%, 35%, 50% e 65%), verificaram que a excreção de N-urérico diminuiu com o aumento de concentrado na dieta a partir do nível de 35%, apresentando efeito quadrático, com médias de 273, 293, 293 e 256 g/dia para as inclusões de concentrado, respectivamente. Leão (2002), por sua vez, em estudo com novilhos alimentados com ração contendo 60% de volumoso e 40% de concentrado, com três teores de ingestão, obteve resultado médio de excreção de uréia de 459,0 mg/kg PV. Vale ressaltar que o volume urinário estimado por meio de coleta *spot*, por este último autor, foi, em média, 8,4 kg/dia.

Na Tabela 5, estão apresentados os dados médios do balanço de N. A ingestão de N diminuiu linearmente ($p < 0,01$) com o aumento dos teores de uréia, de 375,46 a 320,64 g/dia. Este fenômeno está relacionado à diminuição de consumo de MS e a similaridade dos teores de PB das dietas, que refletiram significativamente na ingestão de N.

As quantidades de N fecal, urinário e do leite, não foram influenciadas pelas rações experimentais, cujas médias foram 72,86, 124,82 e 76,86 g/dia, respectivamente. Entretanto, Dias *et al.* (2000)

relataram que a excreção de N fecal, expressa em g/dia, apresentou valores máximos de 44,65 g/dia, na inclusão estimada de concentrado de 52,43%, e a excreção de N na urina, expressa em g/dia, cresceu linearmente com o aumento nas inclusões de concentrado nas rações. Então, pode-se inferir que as dietas experimentais do presente trabalho estavam bem equilibradas quanto aos principais nutrientes, não tendo possibilitado perda de N, nem modificado os teores protéicos do leite.

Jonker *et al.* (1998) sugeriram que a excreção diária de N urinário (NU) por uma fêmea bovina seria de 12,54 g por unidade de NUL (mg/dL). A partir desta proposição, as excreções de NU no presente experimento seriam de 220,08, 234,87, 210,17 e 209,92 mg/dL, para as dietas contendo 0%, 1,00%, 1,90% e 2,86% de uréia, respectivamente. Por outro lado, Kauffman e St-Pierre (2001) propuseram o seguinte modelo em que o peso corporal é considerado juntamente com o NUL, para estimativa da excreção de NU: $NU \text{ (g/d)} = 0,0259 \text{ PV (kg)} * NUL \text{ (mg/dL)}$.

Tabela 5. Médias, equações de regressão e coeficientes de variação e determinação para N ingerido, N fecal, N urinário, N do leite, N aparentemente digerido e balanço de N, expressos em g/dia, % de balanço de N da % N ingerido e digerido, % N fezes, % N urina, % N do leite e produtividade em relação ao N ingerido, % do N ingerido e % do N do leite em relação ao N digerido, em função dos teores de uréia (U) das dietas.

Table 5. Means, regression equations, and coefficients of variation and determination of ingested N, fecal N, urinary N, milk N, apparent digested N, and N balance, in g/day; % N balance of the % ingested N and % of digested N, % fecal N, % urine N, % milk N and productivity as a function of the ingested N, % ingested N, % milk N related to digested N, as a function of the urea levels in the diets.

Variáveis Variables	Teores de uréia (% da MS) Urea level (% DM)				Equações Equations	CV
	0	1,00	1,90	2,86		
N ingerido (g/dia) Ingested N (g/day)	375,46	365,95	338,29	320,64	¹	8,82
N fecal (g/dia) Fecal N (g/day)	89,72	65,75	63,06	72,90	Y=72,86	33,28
N urinário (g/dia) Urinary N (g/day)	123,35	135,20	130,65	110,10	Y=124,82	24,11
N do leite (g/dia) Milk N (g/day)	74,64	77,37	81,67	73,77	Y=76,86	5,84
N digerido (g/dia) Digested N (g/day)	285,74	300,20	275,23	247,74	Y=277,23	16,60
Balanço de N (g/dia) N balance (g/day)	87,75	87,63	62,91	60,97	Y=75,55	27,41
Balanço de N: N balance:						
% do ingerido % of ingested N	23,37	23,94	18,60	19,02	Y=21,05	19,76
% do digerido % of digested N	30,71	29,19	22,86	24,61	Y=25,21	12,57
N ingerido: Ingested N						
% Fezes % Urine	23,9	17,49	18,47	23,18	Y=20,85	35,68
% Urina % Urine	32,85	36,95	38,53	34,34	Y=36,06	26,92
% Leite % Milk	19,88	21,24	24,44	23,30	Y=22,04	14,67
Produtividade Productivity	43,25	45,18	43,04	42,32	Y=43,09	14,32
N digerido: Digested N						
% do ingerido % of the ingested	76,10	82,03	81,36	77,26	²	9,40

% Leite	26,12	25,77	29,67	29,78	Y=28,24	25,97
% Milk						
Produtividade	56,83	54,96	52,53	54,39	Y=53,45	22,87
Productivity						

¹Y=398,117-19,213*U ($r^2 = 0,97$); ²Y = 75,9747+8,2307**U-2,5093**U² ($R^2 = 0,98$); * Significativo ao nível de 1% pelo teste F; ** Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

*Significant at 1% level by the F test; **Significant at 5% level by the F test

Utilizando-se esta equação, as excreções de NU seriam de 234,55, 250,32, 223,99 e 223,72 g/dia, respectivamente, para os tratamentos contendo 0%, 1,00%, 1,90% e 2,86% de uréia. Estes valores são bem maiores que os apresentados na Tabela 5. Contudo, tais diferenças podem ser justificadas pelo efeito de diluição que ocorreu em relação ao N urinário, uma vez que o VU diário estimado foi elevado em virtude dos teores de matéria seca das dietas experimentais serem baixos, conforme discutido anteriormente.

O balanço de N, expresso em g/dia, não foi influenciado pelo aumento de uréia da ração, variando de 60,97 a 87,75. Apesar da falta de significância, os valores tenderam a diminuir, podendo estar relacionados com a diminuição da ingestão de N. Os valores positivos indicam que houve retenção de proteína no organismo animal, proporcionando condições para que não ocorresse perda de peso pelos animais, bem como para produção de N no leite, indicando que, provavelmente, as exigências de proteína e energia dos animais foram satisfeitas.

Não houve efeito dos tratamentos sobre a porcentagem do N digerido em relação ao balanço de N. Contudo, os animais que não receberam apresentaram o maior valor (30,71%) o que, possivelmente, deve-se a maior ingestão de N.

A perda média total de N foi de 78,42% de ingerido, enquanto, através da urina, perderam-se 45,03% do digerido ou absorvido. A porcentagem do N ingerido que foi digerida, ou seja, a digestibilidade aparente de N, apresentou efeito quadrático ($p < 0,05$), com a inclusão de uréia na ração, com ponto de máximo estimado em 82,45% para o nível de uréia nas rações de 1,31%. As porcentagens de N ingerido e digerido destinados à produtividade foram, em média, 43,09% e 53,45%, respectivamente.

A partir do consumo médio de nutrientes digestíveis totais (NDT), estimou-se a PMI, de acordo com o NRC (2001), de 1604,20, 1597,70, 1547,00 e 1385,8 g/dia, e a exigência de proteína degradada no rúmen (PDR) de 1892,96, 1885,29, 1825,46 e 1635,24 g/dia, respectivamente, em relação aos teores de 0%, 1,00%, 1,90%, e 2,86% de uréia. Diante destes valores, observa-se que o comportamento foi decrescente e isto se deve à redução do consumo de MS, já que a PMI é estimada, utilizando-se o consumo de NDT que, por sua vez, é função do consumo de MS e o requerimento de PDR consiste no produto da PMI por 1,18.

Considerando o peso vivo médio final de 516, 34 kg, para os animais do presente experimento, as perdas endógenas de N, incluindo as fecais, urinárias, por descamação e secreções endógenas, obtidas por equações de predições, propostas pelo NRC (2001), foram, respectivamente, de 374,18, 93,17, 12,73 e 116,68 g/dia. Entretanto, de acordo com o AFRC (1993), o nitrogênio endógeno basal e as perdas por descamação seriam de 236,95 e 12,19, respectivamente. Portanto, os requisitos totais de proteína metabolizável para manutenção, segundo o NRC (2001), seriam de 596,76 g /dia e, conforme AFRC (1993), de 249,13 g/dia, o que permite observar diferenças nos resultados de mais de 100%. Constatação semelhante foi relatada por Tibo *et al.* (2000) ao verificarem que as perdas endógenas, urinária e fecal, em novilhos, estimados pelos sistemas NRC (1996) e AFRC (1993), seriam de 292,68 e 177,15 g/dia, respectivamente.

Pode-se inferir que o fator que promove esta diferença acentuada é o nitrogênio metabólico fecal, pois existe polêmica sobre se o nitrogênio metabólico fecal deve ser incluído, ou não, nos cálculos dos requisitos de manutenção, uma vez que enquanto o NRC (2001) utiliza o nitrogênio metabólico fecal total, o AFRC (1993) utiliza apenas parte deste nitrogênio metabólico fecal, para cômputo do nitrogênio endógeno basal.

Conclusão

Os teores de inclusão de uréia associados à mandioca em substituição ao farelo de soja não influenciaram o estado protéico dos animais podendo ser utilizado como alternativa pelo produtor, desde que seja realizada, previamente, avaliação de custo e benefício, levando-se em conta parâmetros como ingestão de matéria seca e produção de leite.

As exigências de proteína metabolizável para manutenção preditos pelos sistemas NRC (2001) são cerca de 140% maiores que os estimados pelo AFRC (1993).

Referências

- AFRC-AGRICULTURE AND FOOD RESEARCH COUNCIL. *Energy and Protein requirements of ruminants*. Wallingfor, UK: CAB international. 1993.
- BRODERICK, G.A. *Use of milk urea as indicator of nitrogen utilization in lactating dairy cow*. U.S. Dairy Forage. Center Research Summaries. U.S. Departament of Agriculture, Agricultural Service. 1995.
- CLARK, J.H. *et al.* Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 75, n. 8, p. 2304-2323, 1992.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. *Fundamentos de nutrição dos ruminantes*. Piracicaba: Editora

Livroceres, 1979.

DIAS, H.L.C. *et al.* Eficiência de síntese microbiana, pH e concentrações ruminiais de amônia em novilhos F1 limousin x nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 555-563, 2000.

DINN, N.E. *et al.* Use of the cornell net carbohydrate and protein system and rumen-protected lysine and methionine to reduce nitrogen excretion from lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 81, n. 1, p. 229-237, 1998.

GUIA. 2000. *Guia médico veterinário 2000*. São Paulo: Editora Mary, 2000.

HOF, G. *et al.* Milk urea nitrogen as a tool to monitor the protein nutrition of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 80, n. 12, p. 3333-3340, 1997.

HOFFMAN, P. C. *et al.* Short communication: effect of dietary protein on growth and nitrogen balance of holstein heifers. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 84, n. 4, p. 843-847, 2001.

JONKER, J.S. *et al.* Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 81, p. 2681-1692, 1998.

KAUFFMAN, A.J.; ST-PIERRE, N.R. The relationship of milk urea nitrogen to urine nitrogen excretion in holstein and jersey cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 84, n. 10, p. 2284-2294, 2001.

LEÃO, M.I. *Metodologia de coletas de digesta omasal e abomasal em novilhos submetidos a três níveis de ingestão: consumo, digestibilidade e produção microbiana*. 2002. Tese (Doutorado em Nutrição Animal)—Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

MENDES, A.R. *et al.* Parâmetros plasmáticos de novilhos confinados alimentados com silagem de milho, farelo de girassol e três fontes energéticas. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CDROM.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.

MIRANDA, L. F. *et al.* Efeito da proteína dietética na concentração da uréia plasmática de novilhas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 71-73.

MOSCARDINI, S. *et al.* Effects of rumen-undegradable protein and feed intake on purine derivate and urea nitrogen: comparison with predictions from the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 81, n. 9, 2421-2329. 1998.

NOCEK, J.E.; RUSSEL, J.B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 71, n. 8, p. 2070-2107, 1988.

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient*

- requirements of dairy cattle. 6. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1989.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- OLIVEIRA, A.S. *et al.* Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1621-1629, 2001a.
- OLIVEIRA, A.S. *et al.* Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 30, n. 04, p. 1358-1366, 2001b.
- RODRIGUEZ, L. A. *et al.* Diurnal variation in milk and plasma urea nitrogen in holstein and jersey cows in response to degradable dietary protein and added fat. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 80, n. 12, p. 3368-3376, 1997.
- ROSELER, D.K. *et al.* Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 76, n. 2, p. 525-534, 1993.
- RUSSELL, J.B. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 70, n. 11, p. 3551-3561, 1992.
- SAMPAIO, A.A.M. *et al.* Digestão total e parcial de nutrientes em bovinos alimentados com rações contendo levedura, uréia ou farelo de algodão. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 589-597, 2000.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. de. *Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 3. ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 2002.
- SILVA, R.M.N. da *et al.* Uréia para vacas em lactação. 2. estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de uréia. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1948-1957, 2001.
- SNIFFEN, C.J., ROBINSON, P.H. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulations. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 70, n. 9, p. 425-441, 1987.
- SNIFFEN, C.J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 70, n. 10, p. 3562-3577, 1992.
- TIBO, G.C. *et al.* Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 simental x nelore. 2. balanço nitrogenado, eficiência microbiana e parâmetros ruminais. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 921-929, 2000.
- TORRES, C.A.A. *et al.* Uréia para vacas leiteiras no pós-parto: consumo, produção de leite, teor plasmático de uréia e pH uterino. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CDROOM.
- UFV-UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. *SAEG -Sistema de análises estatísticas e genéticas*. Versão 7.1. Viçosa, 1997. (Manual do usuário).
- VALADARES, R.F.D. *et al.* Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de Amônia Ruminal e Uréia Plasmática e Excreções de Uréia e Creatinina. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1270-1278, 1997a.
- VALADARES, R.F.D. *et al.* Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumos, digestibilidades e balanços de compostos nitrogenados. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1259-1263, 1997b.
- VALADARES, R.F.D. *et al.* Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 82, n. 12, p. 2686-2696, 1999.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press. 1994.
- WILSON, R.C. *et al.* Effects of yucca shidigera extract and soluble protein on performance of cows and concentrations of urea nitrogen in plasma and milk. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 81, n. 4, p. 1022-1027, 1998.

Received on June 06, 2005.

Accepted on December 12, 2005.