

Balanço de nitrogênio e perdas endógenas em bovinos e bubalinos alimentados com níveis crescentes de concentrado

Kedes Paulo Pereira*, Antonia Sherlânea Chaves Vêras, Marcelo de Andrade Ferreira, Ângela Maria Vieira Batista, Kleyton Alcantara Marques e Anna Christine Alencar Fotius

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Manoel de Medeiros, s/n, 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: kedesp@hotmail.com

RESUMO. O trabalho objetivou avaliar as concentrações de uréia plasmática e urinária; o balanço dos compostos nitrogenados e estimar as exigências de proteína para manutenção por equações preconizadas pelos sistemas americano e britânico, em quatro bovinos e quatro bubalinos, com peso médio inicial de $461,19 \pm 7,59$ e $455,44 \pm 7,85$ kg para os bovinos e búfalos, respectivamente, distribuídos em dois quadrados latinos 4×4 . Os tratamentos consistiram em diferentes níveis de concentrado (0,0; 24,0; 48,0; 72,0%) à base de milho moído, farelo de soja e sal mineral, e feno de capim-tifton. Cada período durou 21 dias, sendo 14 de adaptação e sete para coleta. Foram coletadas amostras de fezes e urina (*spot*) para estimativa da produção de matéria seca fecal e volume urinário. Houve interação entre as espécies para nitrogênio (N) consumido (NC), urinário (NU) $\text{g kg}^{-0,75}$ e uréia urinária (UU); não ocorrendo para N fecal (NF), N absorvido (NABS), NU (g d^{-1}), balanço de N (BN) e uréia plasmática (UP). Independente do efeito observado entre as espécies, as variáveis aumentaram linearmente em função dos níveis crescente de concentrado que proporcionou BN positivo. Os requerimentos de proteína metabolizável para manutenção de bovinos e bubalinos, quando estimados por meio dos sistemas americano e britânico, são diferentes.

Palavras-chave: exigências, proteína, manutenção, ruminantes.

ABSTRACT. Nitrogen balance and endogenous losses in cattle and buffaloes fed with increasing levels of concentrate. The work aimed to evaluate the concentrations of plasmatic and urine urea, the balance of nitrogen compounds, and to estimate the protein requirements for maintenance. Equations recommended by the American and British systems were used in four bovine and four bubaline steers, with initial average weight of 461.19 ± 7.59 and 455.44 ± 7.85 kg for cattle and buffaloes, respectively, distributed into two 4×4 Latin squares. The treatments consisted of different levels of concentrate (0.0; 24.0; 48.0; and 72.0%) composed of cracked corn, soybean meal, mineral salt, and Tifton-grass hay. Each period lasted 21 days, being 14 for adaptation and seven for collection. Samples of feces and urine (*spot*) were taken to estimate the production of fecal dry matter and urine volume. Interactions were observed between the species for N intake (NC), urine-N (UN) $\text{g kg}^{-0.75}$ and urinary urea (UU); no interactions occurred for fecal-N (NF), absorbed-N (NABS), UN (g d^{-1}), balance of N (BN) and plasmatic urea (UP). Regardless of the difference observed between the species, the response variables increased linearly as functions of the growing levels of concentrate that resulted in positive BN. The estimate of metabolizable protein maintenance requirements for cattle and buffaloes differs between the American and British systems.

Key words: requirements, protein, maintenance, ruminants.

Introdução

O nitrogênio (N), presente no compartimento ruminal, pode ser de origem endógena ou dietética. O N de origem endógena é derivado da reciclagem da uréia, das células epiteliais de descamação e do processo de lise das células microbianas. O N dietético é composto pela proteína verdadeira e pelo

nitrogênio-não-protéico (NNP), pertencente ao alimento.

Os fatores que podem afetar o aporte de aminoácidos para o intestino delgado estão relacionados com a velocidade e intensidade de degradação da proteína dietética no rúmen. A disponibilidade de carboidratos, também pode afetar

a eficiência de utilização dos compostos nitrogenados, pelo fato de ser responsável pelo aporte de energia (Cavalcante *et al.*, 2006).

Russell *et al.* (1992) relataram que os microrganismos do rúmen, especialmente os celulolíticos, utilizam a amônia para efetuar a síntese de proteína microbiana. Assim, a presença do N amoniacal, no ambiente ruminal, é fator fundamental, desde que esteja associada a uma fonte de energia adequada. Quando há desequilíbrio entre o N e a energia no rúmen, a excreção dos compostos nitrogenados aumenta, ocorrendo também aumento na produção de uréia, que envolve custo energético, além de perda de N.

Assim, a amônia ruminal, resultante do processo de proteólise bacteriana que se encontra livre e em excesso no ambiente ruminal, é absorvida por meio da parede ruminal, rota principal para a amônia que não foi assimilada pelos microrganismos, e, posteriormente, é levada pela corrente sanguínea para o fígado, para formação da uréia por meio do ciclo da uréia (Russell *et al.*, 1992).

A concentração de uréia encontrada na urina está correlacionada positivamente às concentrações de N no plasma e com a ingestão de N (Van Soest, 1994), constituindo-se num indicativo da eficiência de utilização do N ruminal. Ela pode também ser utilizada como parâmetro para observação de equilíbrio ou desequilíbrio na relação proteína:energia da dieta (Broderik, 1995).

A amônia produzida, no rúmen, segundo Harmeyer e Martens (1980), é proporcional à quantidade de uréia formada no fígado; e a concentração de uréia plasmática também está diretamente relacionada ao aporte protéico e à relação proteína:energia da dieta. Os mesmos autores relataram que a quantidade de uréia excretada pelos rins depende de fatores como: concentração plasmática de uréia, taxa de filtração glomerular e reabsorção tubular de uréia, e o principal regulador da excreção da uréia pela urina é a concentração plasmática. Portanto, o balanço dos compostos nitrogenados permite avaliar o estado nutricional dos animais por meio dos produtos absorvidos e da extensão das perdas excretadas, o que poderá ter reflexo na sua resposta produtiva.

Para quantificação da excreção do N por meio da urina e fezes, há necessidade do conhecimento do volume urinário diário e da produção de matéria seca fecal. O volume urinário pode ser obtido por meio de coleta total de urina (Chen e Gomes, 1992), ou por métodos alternativos, como a coleta "spot" de urina, que consiste numa única amostragem de urina, geralmente quatro horas após o fornecimento

de alimentos aos animais. Nessa metodologia, o volume urinário é calculado, dividindo-se a excreção diária de creatinina por sua concentração na amostra de urina, visto que a excreção de creatinina é constante e não é influenciada por tratamentos experimentais (Valadares *et al.*, 1999).

Já para estimativa da produção de matéria seca fecal, por causa da dificuldade de coleta total, especialmente em animais de grande porte, tem sido recomendado o uso da fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), como indicador interno (Berchielli *et al.*, 2000).

Para que os animais em produção possam expressar o seu máximo potencial produtivo, faz-se necessário o atendimento das exigências, tanto para manutenção quanto para produção, sendo que, prioritariamente, os requisitos de manutenção devem ser atendidos.

Os NRC (1985 e 1989) e o CNCPS, descrito por Fox *et al.* (1992), utilizam os mesmos fatores para a determinação dos requisitos líquidos de proteína para manutenção, ou seja, o N metabólico fecal (NMF), o N urinário endógeno (NUE) e as perdas por descamação (PD). O NRC (2001) acrescentou dados relativos à secreção endógena (SE). Para esse sistema, o NMF é a fração indigestível da proteína endógena perdida nas fezes e representa as perdas de proteína por meio do trato digestivo, como resultado da ingestão de alimentos.

Já, os sistemas ARC (1984) e AFRC (1993) utilizam apenas dois fatores: o N endógeno basal (NEB) e as PD; sendo que o NEB consiste na soma do NUE e parte do NMF. Para o AFRC (1993), o NMF consiste nas células de descamação do epitélio, das enzimas digestivas não-absorvidas e não computa todo o NMF para o cálculo, porque entende que parte da proteína encontrada nessa fração é oriunda da PNDR e da proteína microbiana (PMI).

Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da inclusão de níveis crescentes de concentrado sobre as concentrações de uréia no plasma e na urina; o balanço dos compostos nitrogenados, assim como estimar as exigências nutricionais de proteína para manutenção por meio dos sistemas NRC (2001) e AFRC (1993) e por meio de regressão, em bovinos e bubalinos.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no período de fevereiro a junho de 2006.

Foram utilizados quatro bovinos 5/8 holandês-

zebu e quatro bubalinos da raça Murrah, com peso vivo médio inicial de $461,19 \pm 7,59$ e $455,44 \pm 7,85$ kg, respectivamente, submetidos inicialmente ao controle de endo e ectoparasitos e alimentados com rações, contendo níveis crescentes de concentrado (0,0; 24,0; 48,0; e 72,0%), com base da matéria seca (MS). O volumoso utilizado foi o feno de capim-Tifton (*Cynodon* spp.) picado, e o concentrado foi constituído por milho moído, farelo de soja e sal mineral. As rações foram formuladas de acordo com o NRC (1996).

Os animais foram alojados em baias individuais, com piso de concreto, contendo bebedouros e comedouros de alvenaria. O arraçãoamento foi efetuado duas vezes ao dia, a ração foi fornecida à vontade; permitindo-se sobras de cinco a 10% do total de MS fornecida. A água esteve permanentemente à disposição dos animais.

O delineamento experimental foi quadrado latino 4 x 4 para cada espécie, com quatro períodos, quatro rações e quatro animais. O experimento teve duração de 84 dias, com períodos de 21 dias, dos quais 14 foram destinados à adaptação dos animais, às dietas e ao manejo, e sete para coleta de dados e amostras, após período inicial de 30 dias para pré-adaptação ao manejo e às dietas.

Seguindo a metodologia de Silva e Queiroz (2002), foram realizadas as determinações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO). Os carboidratos totais (CHT) foram estimados pelas equações descritas por Sniffen *et al.* (1992): $CHT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$.

Para obtenção dos carboidratos-não-fibrosos (CNF), foi utilizada a equação descrita por Hall (2001), em que $CNF = 100 - (\%PB + \%FDNp + \%EE + \%MM)$. As fibras em detergente neutro, corrigida para proteína (FDNp) e em detergente ácido (FDA), foram determinadas, segundo metodologia descrita por Van Soest *et al.* (1991).

Foram realizadas pesagens dos animais, nos primeiros e últimos dias de coleta de cada período experimental, para observar a variação de peso, após jejum de 16 horas.

Foram coletadas amostras de fezes pela manhã e à tarde, no primeiro e último dias de cada período de coleta, diretamente da ampola retal, sendo posteriormente obtidas amostras compostas, por animal e por período. Em seguida, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C e moídas em moinho com crivo de 1 mm, para as análises bromatológicas e 2 mm para a estimativa da produção de matéria seca fecal por meio do FDA

indigestível, obtido pela incubação dos alimentos, das sobras e das fezes, por um período de 144 horas “in situ”, sendo o resíduo assumido como indigestível.

Na Tabela 1, estão apresentadas as composições bromatológicas dos ingredientes das dietas. Na Tabela 2, as proporções dos ingredientes nas dietas experimentais, bem como a composição bromatológica das dietas experimentais, na base da MS.

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes da dieta.
Table 1. Bromatological composition of ingredients in diets.

Itens Items	Alimentos Feeds		
	Feno de Tifton Tifton hay	Milho de Moído Cracked corn	Farelo de Soja Soybean meal
MS (%)	88,11	88,55	88,24
DM			
PB ¹	8,02	9,92	50,00
CP			
FDN ¹	75,95	14,17	15,15
NDF			
FDA ¹	44,34	3,33	3,73
ADF			
EE ¹	2,56	4,87	3,34
EE			
MM ¹	8,04	2,11	8,32
MM			
MO	91,96	97,89	91,68
OM			
CHT ¹	81,37	83,11	38,34
TC			
CNF ¹	2,06	67,79	23,10
NFC			

¹% MS.

¹% DM.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais.

Table 2. Ingredients and bromatological composition of experimental diets.

Itens Items	Níveis de concentrado na dieta Levels of Concentrate in diet			
	0,0	24,0	48,0	72,0
	Ingredientes (% de matéria seca da dieta) Ingredients (% of dry matter in diet)			
Feno de Tifton Tifton hay	100,0	76,0	52,0	28,0
Milho Moído Cracked corn	0,0	17,79	35,57	53,34
Farelo de Soja Soybean meal	0,0	6,23	12,45	18,67
Nutrientes Nutrients	Composição bromatológica das dietas Bromatological composition of diets			
MS (%)	88,11	88,20	88,28	88,37
DM				
MO ¹	91,96	92,99	94,03	95,07
OM				
PB ¹	8,02	10,98	13,94	16,89
CP				
FDN ¹	75,95	61,79	43,58	36,89
NDF				
FDA ¹	44,34	34,92	22,81	18,35
ADF				
EE ¹	2,56	3,02	3,48	3,93
EE				
MM ¹	8,04	7,01	5,97	4,93
MM				
CHT ¹	81,37	78,81	76,49	74,17
TC				
CNF ¹	5,42	17,31	32,60	38,26
NFC				
*NDT				
TDN	52,28	58,74	67,32	64,38

¹% MS.

¹% DM.

A coleta de urina “spot” foi efetuada no último dia de cada período de coleta, quatro horas após o fornecimento da alimentação, durante micção espontânea. A urina foi acondicionada em recipiente com capacidade de 100 mL. Em seguida, foi coletada uma alíquota de 10 mL de urina, que foi diluída imediatamente com 40 mL de H_2SO_4 (0,036 N) e congelada a $-20^\circ C$ para posteriores análises de creatinina, visando à estimativa do volume urinário e determinação dos níveis de uréia na urina e N total urinário.

Na mesma ocasião, foram coletadas amostras de sangue de cada animal por punção na veia jugular, utilizando-se tubos “vacutainer” de 10 mL com heparina. As amostras foram imediatamente centrifugadas a 2.000 rpm por 15 minutos. O plasma resultante foi acondicionado em tubos “ependorf” e congelado a $-20^\circ C$, para análise dos níveis de uréia.

Para as análises de creatinina e uréia na urina e no plasma, foram utilizados kits comerciais (Doles)[®], seguindo-se orientações técnicas do fabricante.

O volume urinário foi estimado para cada animal, multiplicando-se o peso vivo (PV) pela excreção diária de creatinina ($mg\ kg^{-1}\ PV$) e dividindo-se o produto pela concentração de creatinina ($mg\ L^{-1}$) na urina. Para obtenção da excreção diária de creatinina por kg de PV, adotaram-se a média de $27,76\ mg\ kg^{-1}\ PV$, obtida por Rennó (2003) para os bovinos, e para os búfalos, o valor médio de $0,44\ mmol\ kg^{-0,75}$, relatado por Chen et al. (1996).

O N absorvido (NABS), expresso em $g\ d^{-1}$ ou $kg^{-0,75}$, foi obtido pela diferença entre o N ingerido e o excretado nas fezes; enquanto o balanço de N foi determinado, deduzindo-se do N consumido ($g\ d^{-1}$), o N excretado nas fezes e urina, em $g\ d^{-1}$.

As exigências de proteína metabolizável para manutenção (PMm) foram determinadas segundo os NRC (2001) e AFRC (1993), conforme as equações:

NRC (2001):

- Nitrogênio Urinário Endógeno NUE ($g\ d^{-1}$) = $4,1\ PV^{0,75}$;

- Nitrogênio Metabólico Fecal NMF ($g\ d^{-1}$) = $(30\ CMS) - 0,5 ((PMIVD/0,8) - PMIVD)$;

- Perdas por Descamação PD ($g\ d^{-1}$) = $0,3\ PV^{0,6}$;

- Secreções Endógenas SE ($g\ d^{-1}$) = $11,8\ CMS (0,40)/0,67$.

Adicionalmente, foram calculados, segundo o NRC (2001):

- Proteína Microbiana Verdadeira Digestível PMIVD ($g\ d^{-1}$) = $PBMI \times 80$ (verdadeira) $\times 0,80$ (digestibilidade);

- Síntese de Proteína Microbiana PBMI ($g\ d^{-1}$) =

$130\ g\ kg^{-1}\ NDT$ consumido.

AFRC (1993):

- Nitrogênio Endógeno Basal NEB ($g\ d^{-1}$) = $6,25 \times 0,35 \times PV^{0,75}/1,00$ ou $2,1875 \times PV^{0,75}$ ($g\ d^{-1}$);

- Perdas por Descamação PD ($g\ d^{-1}$) = $6,25 \times 0,018 \times PV^{0,75}/1,00$ ou $0,1125 \times PV^{0,75}$ ($g\ d^{-1}$).

Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão, utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genética Saeg (UFV, 1997), considerando-se significância de 5%, pelo teste F.

Para verificação de existência de interação entre os resultados obtidos para bovinos e bubalinos, procedeu-se à análise de variância em que foi observada a interação entre os quatro níveis de concentrado e os dois quadrados latinos (QL).

No caso de ter havido interação, considerou-se que houve resposta diferente entre as espécies. Portanto, a análise de variância, para verificação do modelo que melhor se ajustasse aos dados, foi efetuada individualmente, para cada espécie (16 observações para os bovinos e 16 observações para os bubalinos). No entanto, quando da ausência de interação, esse procedimento foi efetuado, computando-se os 32 dados conjuntamente.

Os efeitos dos níveis de concentrado sobre as variáveis estudadas foram avaliados procedendo-se à análise de regressão com os dados de cada QL, ou dos 2 QL, separadamente ou conjuntamente, conforme a constatação de interação. A significância dos coeficientes de regressão foi observada por meio do teste F, no nível de 5%; o qual foi ajustado, dividindo-se o quadrado médio do modelo escolhido, pelo quadrado médio do resíduo referente às 32 observações.

Os critérios utilizados para a escolha do modelo basearam-se na significância dos coeficientes de regressão, no coeficiente de determinação, bem como pelo fenômeno biológico.

Resultados e discussão

Os resultados mostraram que houve interação entre as espécies para o N consumido (NC), em $g\ d^{-1}$ e $NC\ g\ kg^{-0,75}$ e N urinário (NU, $g\ kg^{-0,75}$) e uréia urinária (UU) expressa em $mg\ dL^{-1}$. Por outro lado, não foi observada interação para o N urinário (NU $g\ d^{-1}$); N fecal (NF; $g\ d^{-1}$ e $g\ kg^{-0,75}$); N absorvido (NABS), em $g\ d^{-1}$ e $g\ kg^{-0,75}$; balanço de N (BN, $g\ d^{-1}$ e $g\ kg^{-0,75}$); e uréia plasmática (UP, $mg\ dL^{-1}$). As respostas obtidas para as variáveis NC, NF, NABS, NU, BN, UU e UP, em função dos níveis de concentrado, para os bovinos e/ou bubalinos, encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Médias, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação (R^2) e equação de regressão (ER), para o nitrogênio consumido (NC), nitrogênio urinário (NU), uréia urinária (UU), nitrogênio fecal (NF), nitrogênio absorvido (NABS), balanço de nitrogênio (BN), uréia plasmática (UP), em função dos níveis crescentes de concentrado para os bovinos (bo), bubalinos (bu) e em conjunto (c).

Table 3. Average, coefficients of variation (CV), coefficients of determination (R^2) and regression equation (ER), of the intake nitrogen (CN), urine nitrogen (UN), urine urea (UU), feces nitrogen (FN), absorbed nitrogen (ABS), nitrogen balance (NB), plasma urea (PU), as functions of the increasing levels of concentrated of cattle (ca), buffaloes (bu) and for all (a).

Itens <i>Items</i>	Níveis de concentrado na dieta <i>Levels of Concentrate in diet</i>				CV	R ²	ER
	0,0	24,0	48,0	72,0			
Bovino <i>Cattle</i>							
NC (g d ⁻¹) <i>CN (g d⁻¹)</i>	88,65	179,48	294,39	336,06	18,59	0,97	Y = 96,073+3,5714**x
NC (g kg ^{-1,75}) <i>CN (g kg^{-1,75})</i>	0,88	1,74	2,82	3,18	15,95	0,97	Y = 0,9557+0,0333**x
NU (g kg ^{-1,75}) <i>UN (g kg^{-1,75})</i>	0,10	0,14	0,23	0,28	26,67	0,98	Y = 9,8963+0,2649**x
UU (mg dL ⁻¹) <i>UU (mg dL⁻¹)</i>	449,54	607,34	777,06	1183,49	15,66	0,94	Y = 398,62+9,8815**x
Búfalo <i>Buffaloes</i>							
NC (g d ⁻¹) <i>CN (g d⁻¹)</i>	97,25	153,89	238,68	236,56	7,93	0,89	Y = 106,19+2,0946**x
NC (g kg ^{-1,75}) <i>CN (g kg^{-1,75})</i>	0,94	1,50	2,32	2,32	8,88	0,90	Y = 1,0292+0,0206**x
NU (g kg ^{-1,75}) <i>UN (g kg^{-1,75})</i>	0,19	0,29	0,45	0,56	19,31	0,99	Y = 0,1827+0,0052**x
UU (mg dL ⁻¹) <i>UU (mg dL⁻¹)</i>	360,55	356,88	521,10	510,09	26,95	0,76	Y = 345,23+2,5535*x
Conjunto <i>All</i>							
NUbo (g d ⁻¹) <i>UNa (g d⁻¹)</i>	10,47	14,86	23,69	28,71	-	-	
Nube (g d ⁻¹) <i>UNbu (g d⁻¹)</i>	19,36	29,33	45,96	65,50	-	-	
NUc (g d ⁻¹) <i>UNa (g d⁻¹)</i>	14,91	22,09	34,82	42,60	23,40	0,99	Y = 14,238+0,3992**x
NFbo (g d ⁻¹) <i>FNca (g d⁻¹)</i>	49,78	81,46	109,07	132,63	-	-	
NFbu (g d ⁻¹) <i>FNbu (g d⁻¹)</i>	53,12	70,98	81,74	71,93	-	-	
NFbo (g kg ^{-1,75}) <i>FNca (g kg^{-1,75})</i>	0,49	0,79	1,03	1,26	-	-	
NFbu (g kg ^{-1,75}) <i>FNbu (g kg^{-1,75})</i>	0,52	0,68	0,79	0,70	-	-	
NFc (g d ⁻¹) <i>FNca (g d⁻¹)</i>	51,45	76,22	95,41	102,28	29,42	0,95	Y = 55,584+0,7154**x
NFc (g kg ^{-1,75}) <i>FNca (g kg^{-1,75})</i>	0,50	0,74	0,91	0,98	29,16	0,95	Y = 0,5428+0,0067**x
NABSbo (g d ⁻¹) <i>ABSNca (g d⁻¹)</i>	38,87	98,03	185,31	203,43	-	-	
NABSbu (g d ⁻¹) <i>ABSNbu (g d⁻¹)</i>	44,13	82,91	156,94	164,63	-	-	
NABSbo (g kg ^{-1,75}) <i>ABSNca (g kg^{-1,75})</i>	0,38	0,95	1,78	1,92	-	-	
NABSbu (g kg ^{-1,75}) <i>ABSNbu (g kg^{-1,75})</i>	0,43	0,82	1,53	1,62	-	-	
NABSc (g d ⁻¹) <i>ABSNca (g d⁻¹)</i>	41,50	90,47	171,13	184,03	32,04	0,94	Y = 45,547+2,1176**x
NABSc (g kg ^{-1,75}) <i>ABSNca (g kg^{-1,75})</i>	0,41	0,88	1,66	1,77	31,81	0,94	Y = 0,6849+0,0203**x
BNbo (g d ⁻¹) <i>NBca (g d⁻¹)</i>	28,40	83,17	161,62	174,72	-	-	
BNbu (g d ⁻¹) <i>NBbu (g d⁻¹)</i>	24,77	53,78	110,98	108,13	-	-	
BNbo (g kg ^{-1,75}) <i>NBca (g kg^{-1,75})</i>	0,29	0,80	1,56	1,64	-	-	
BNbu (g kg ^{-1,75}) <i>NBbu (g kg^{-1,75})</i>	0,23	0,53	1,09	1,07	-	-	
BNc (g d ⁻¹) <i>NBca (g d⁻¹)</i>	26,59	68,38	136,30	141,42	44,29	0,92	Y = 31,309+1,7184**x
BNc (g kg ^{-1,75}) <i>NBca (g kg^{-1,75})</i>	0,26	0,67	1,32	1,35	44,29	0,91	Y = 0,3098+0,0164**x

Continua...

...continuação

UPbo ($mg\ dL^{-1}$)	14,48	17,50	23,54	23,99	-	-	
PUca ($mg\ dL^{-1}$)							
UPbu ($mg\ dL^{-1}$)	14,15	21,70	29,25	30,40	-	-	
PUbu ($mg\ dL^{-1}$)							
UPc ($mg\ dL^{-1}$)	14,32	19,60	26,40	27,19	15,82	0,90	$Y = 15,065 + 0,1893^{**}x$
PUa ($mg\ dL^{-1}$)							

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Significant at 1% by F test; *Significant at 5% by F test.

O consumo de N, nas formas em que foi expresso, tanto para os bovinos quanto para os bubalinos, aumentou linearmente com o incremento dos níveis de concentrado nas dietas. Esse comportamento já era esperado, em virtude do aumento nos teores de proteína bruta (PB) das dietas experimentais, conforme pode ser visualizado na Tabela 2. Adicionalmente, o aumento no consumo de MS dos bovinos com média de 6,87; 9,91; 12,05 e 13,22 e dos bubalinos 7,53; 8,48; 9,73 e 9,56, respectivamente, em função dos níveis de concentrado, contribuiu para a resposta crescente da ingestão de N.

Cavalcante *et al.* (2006) e Ladeira *et al.* (1999), trabalhando com bovinos de corte alimentados com rações contendo 10,5; 12,0; 13,5 e 15,0% de PB e 8,89; 10,63; 12,38; 14,01 e 15,83% de PB, respectivamente, também observaram aumento na ingestão de N, em função dos níveis de N da dieta.

O consumo de N, por bovinos, foi superior aos búfalos, exceto para o tratamento sem inclusão de concentrado; em virtude do consumo de MS dos búfalos ter sido inferior aos dos bovinos.

Em relação à excreção de NU, foi detectado efeito entre as espécies, quando expressa em $g\ kg^{-0,75}$. Contudo, não foi verificado o mesmo comportamento para NU, em $g\ d^{-1}$, conforme já relatado anteriormente.

Vale ressaltar que as quantidades excretadas de urina pelos bovinos foram 8,06; 8,39; 8,56 e 8,20 L d^{-1} ; enquanto os bubalinos produziram 21,82; 24,16; 27,34 e 28,95 L de urina d^{-1} , respectivamente, para os níveis de 0; 24; 48 e 72% de concentrado. Esses resultados, obviamente, dependem das concentrações de creatinina utilizadas para estimativa do volume urinário, que, por sua vez, influirão sobre o volume total de urina. Contudo, segundo Abdullah *et al.* (1992), os búfalos produzem duas vezes mais urina que os bovinos. Isso foi comprovado por Chen *et al.* (1996), que obtiveram concentração de creatinina de 0,44 $mmol\ kg^{-0,75}$ para essa espécie.

É consenso que há correlação positiva entre as concentrações de uréia plasmática e urinária, bem como entre a concentração de uréia na urina com a ingestão de N e a relação proteína:energia da dieta (Harmeyer e Martens, 1980; Van Soest, 1994).

Segundo Cavalcante *et al.* (2006), maior aproveitamento dos compostos nitrogenados ocorre quando se utilizam dietas com menores teores protéicos, pois o aumento excessivo da PB da dieta pode ocasionar excesso na liberação de uréia, via urina, constituindo desperdício de proteína.

Cardoso *et al.* (2000), avaliando o BN em novilhos F₁ Limousin x Nelore, alimentados com rações contendo 25,0; 37,5; 50,0; 62,5 e 75% de concentrado, porém sem variar o teor de PB das dietas, não constataram influência dos tratamentos sobre o NU, obtendo média de 35,51 g d⁻¹ para o NU. Esse comportamento vem corroborar a afirmativa de Van Soest (1994), de que a concentração de uréia na urina é correlacionada com a ingestão de N.

No presente trabalho, provavelmente, ocorreu excesso de N circulante em virtude do aumento dos níveis de PB, ocasionando maior síntese de uréia pelo fígado, e posterior excreção urinária. Associando-se esta variável à ingestão de N, observou-se um quadro de perda de N, o que não é desejável nos sistemas de produção.

Observou-se, também, que os valores absolutos das excreções de uréia na urina mg dL⁻¹ (UU), pelos bovinos, foram superiores aos obtidos para os búfalos (Tabela 3), em virtude de o volume urinário dos bubalinos ter sido mais que o dobro do obtido para os bovinos. Além disso, possivelmente, as concentrações de UU excederam a capacidade de reabsorção renal nos bovinos. Nesse contexto, apesar da maior capacidade de síntese de uréia por bubalinos (Abdullah *et al.*, 1992), os mesmos apresentam maior capacidade de reabsorção renal de uréia (Norton, 1979).

Como o aumento no consumo de PB para os bovinos apresentou médias de 0,55; 1,12; 1,84 e 2,10; e para os bubalinos de 0,61; 0,96; 1,49 e 1,48 kg d⁻¹; bem como para as ingestões de CNF de 0,10; 1,56; 4,05 e 5,00 kg d⁻¹ para bovinos e de 0,10; 1,36; 3,26 e 3,41 kg d⁻¹, para os búfalos, respectivamente para os níveis de 0; 24; 48 e 72% de concentrado, possivelmente houve tendência de manutenção da relação proteína: energia em equilíbrio.

Porém, possivelmente, a velocidade de degradação da PB pode ter excedido a velocidade de utilização pelos microrganismos ruminais para seu crescimento. Nesse caso, provavelmente, o excesso de amônia produzido foi absorvido pela parede ruminal, transformado em uréia pelo fígado e excretado via urina.

As excreções fecais de N (g d⁻¹; g kg^{-0,75}) aumentaram linearmente com a inclusão de concentrado nas dietas, considerando-se os dados obtidos para as duas espécies em conjunto.

Comportamento semelhante foi obtido para o NABS, expresso em g d⁻¹ e g kg^{-0,75}.

Contudo, na Tabela 3, observa-se que, em relação ao tratamento com apenas feno, os búfalos ingeriram e digeriram maiores quantidades de N. Isto pode ser em função da maior capacidade dos búfalos quanto ao aproveitamento de alimentos grosseiros (Kennedy *et al.*, 1992).

O efeito crescente da excreção de N nas fezes possivelmente está relacionado ao maior consumo de concentrado e, conseqüentemente de N, em relação ao NF. Este comportamento está de acordo com os resultados obtidos por Valadares *et al.* (1997) e Cardoso (2000).

O BN foi positivo em todos os níveis de concentrado para ambas as espécies, indicando que houve retenção de proteína no organismo animal, proporcionando condições para que não ocorresse perda de peso dos animais experimentais, ainda quando foi fornecida a dieta sem concentrado. A variação média de peso foi de 461,19 a 519,63 e 455,44 a 509,75 kg, respectivamente, para bovinos e bubalinos durante o período experimental.

Tanto a UU quanto a UP (mg dL⁻¹) foram alterados pelos níveis de concentrado na dieta, apresentando comportamento linear crescente. Silva *et al.* (2001) relataram que, durante períodos de alta disponibilidade de N, são observadas elevadas concentrações sanguíneas e urinárias de uréia. Gregory *et al.* (2004), avaliando os teores séricos de uréia em bovinos da raça Jersey, encontrou valores de 18,2 mg dL⁻¹, resultado próximo à média encontrada no presente trabalho (19,60 mg dL⁻¹) para os bovinos e os bubalinos avaliados em conjunto, referente ao nível de 24% de concentrado.

Convertendo-se UP em nitrogênio-uréia-plasmática (NUP), os resultados obtidos, neste trabalho, foram: 6,75; 8,16; 10,97 e 11,18 e 6,59; 10,11; 13,65 e 14,17 mg dL⁻¹, para bovinos e bubalinos, respectivamente. Essas concentrações encontram-se dentro da amplitude de normalidade (6,0 a 27,0 mg dL⁻¹) relatada por Guia (2000).

Valadares *et al.* (1997), trabalhando com novilhos zebus alimentados com rações contendo 45% de concentrado e variando os teores de PB de 7,0 a 14,5%, verificaram, por meio de análise de regressão, que as concentrações plasmáticas de N-uréia variaram de 13,52 a 15,15 mg dL⁻¹. Também, Oliveira *et al.* (2001), ao submeter vacas leiteiras a dietas contendo níveis crescentes de uréia (0; 0,7; 1,4; 2,1% na base da MS), porém sem variar o teor de proteína, observaram aumento linear nos valores de NUP e na excreção de uréia, em função dos tratamentos.

A excreção urinária média de N em relação ao respectivo consumo médio dos bovinos, totalizou 8,65% do consumido. No caso dos bubalinos, foram perdidos na forma de NU 22,05% do NC. Já, em relação às perdas médias de N nas fezes, os bovinos apresentaram 41,50%, enquanto os búfalos, 38,24%. Por outro lado, o NABS representou 58,50% para os bovinos e 61,76% para os bubalinos, em relação ao NC. Diante do exposto, na média, os búfalos perderam mais N na urina, que nas fezes; contudo, o N digerido foi maior para essa espécie animal, indicando maior capacidade de absorção de N.

A partir do consumo dos nutrientes digestíveis totais (CNDT) médios de 6,0 kg d⁻¹ para os bovinos e 5,19 kg d⁻¹ para os búfalos, em função dos tratamentos, estimou-se a síntese de PMI preconizada pelo NRC (2001), a qual apresentou média de 25,23 g d⁻¹ para os bovinos e 27,12 g d⁻¹ para os búfalos.

Segundo o NRC (2001), para obtenção do N metabólico fecal (NMF), é necessário o conhecimento da proteína microbiana verdadeira digestível (PMIVD). No presente trabalho, foram estimadas médias de 16,15 g d⁻¹ para os bovinos e 17,35 g d⁻¹ para os bubalinos.

A partir dos dados da PMIVD, obteve-se o NMF, segundo o NRC (2001), cujas médias foram 377,11 g d⁻¹ para os bovinos e 262,50 g d⁻¹ para os búfalos.

Para o NUE, foi obtida média de 90,26 g d⁻¹ para os bovinos e 72,42 g d⁻¹ para os búfalos. Já, as PD apresentaram média de 12,26 g d⁻¹ para os bovinos e 12,20 g d⁻¹ para os búfalos. As PD, segundo o NRC (2001), são derivadas das perdas da superfície da pele como descamação dos tecidos e crescimento de pêlos.

As secreções endógenas (SE) foram, em média, de 73,18 g d⁻¹ para os bovinos e 62,15 g d⁻¹ para os búfalos. O NRC (2001) relata que as secreções endógenas são relativas a mucoproteínas da saliva, fragmentos celulares de degeneração dos tecidos epiteliais da boca, esôfago, rúmen-retículo, bem como células fragmentadas dos tecidos epiteliais da mucosa do omaso, abomaso e secreções enzimáticas do abomaso.

Portanto, as exigências de proteína metabolizável para manutenção (PMm), segundo o NRC (2001), totalizaram média de 485,31 g d⁻¹ para os bovinos e de 426,74 g d⁻¹ para os búfalos.

A estimativa da PMm, segundo o AFRC (1993), foi obtida primeiramente se calculando o N endógeno basal (NEB), que foi, em média, de 226,02 g d⁻¹ para os bovinos e 224,75 g d⁻¹ para os bubalinos, o NEB consiste na soma do NUE e parte do NMF. Ao se comparar os resultados obtidos pelo NRC (2001) em relação à soma do NUE e NMF,

observou-se que os valores médios são superiores ao NEB estimado pelo AFRC (1993). Isso em virtude de as metodologias e os conceitos serem diferentes para a estimativa do NMF.

As PD foram, em média, 11,62 g d⁻¹ para os bovinos e 11,56 g d⁻¹ para os búfalos. As exigências de PMm, segundo o AFRC (1993), foram 237,64 g d⁻¹ para os bovinos e 236,31 g d⁻¹ para os búfalos.

Comparando as exigências de PMm obtidas, segundo o NRC (2001), em relação às estimadas pelas equações preconizadas pelo AFRC (1993), observou-se superioridade dos resultados relativos ao sistema americano de exigências nutricionais. Ratificando as diferenças observadas para a estimação dos requisitos de PMm, Tibo *et al.* (2000) e Cruz *et al.* (2006), também, encontraram variações de grande magnitude para a estimativa das exigências PMm entre o NRC (1996) e o AFRC (1993); e o NRC (2001) e o AFRC (1993), respectivamente.

Vale ressaltar que, na literatura consultada, não foram encontradas equações específicas para estimativa dos referidos requerimentos para bubalinos. Portanto, os resultados obtidos podem não ser efetivamente aplicáveis para estes animais.

Conclusão

O aumento dos níveis de concentrado nas dietas proporciona balanço de nitrogênio positivo e o aumento linear do balanço dos compostos nitrogenados, bem como das concentrações de uréia no plasma e na urina não afeta o estado protéico, tanto dos bovinos quanto dos bubalinos.

As exigências de proteína metabolizável para manutenção de bovinos e bubalinos, estimadas segundo o sistema americano de predição, são maiores que as obtidas por meio das equações propostas pelo AFRC (1993).

Referências

- ABDULLAH, N. *et al.* Digestion and nitrogen conservation in cattle and buffaloes given rice straw with or without molasses. *J. Agric. Sci., Cambridge*, v. 119, n. 2, p. 255-263, 1992.
- AFRC-Agricultural and Food Research Council. *Energy and protein requirements of ruminants*. Wallingford: CAB International, 1993.
- ARC-Agricultural Research Council. *The nutrient requirements of ruminant livestock*. Report of the protein group of the Agricultural Research Council Working Party on the nutrient requirements of ruminants. London: CAB, 1984. (Supplement 1).
- BERCHIELLI, T.T. *et al.* Avaliação dos indicadores internos em ensaios de digestibilidade. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 830-833, 2000.

- BRODERICK, G.A. *Use of milk urea as indicator of nitrogen utilization in lactating dairy cow*. Washington, D.C.: USDA, Agricultural Research Service: US Dairy Forage Research Center, 1995.
- CARDOSO, R.C. et al. Síntese microbiana, pH e concentração de amônia ruminal e balanço de compostos nitrogenados, em novilhos F1 Limousin x Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1844-1852, 2000.
- CAVALCANTE, M.A.B. et al. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 203-210, 2006.
- CHEN, X.B. et al. Urinary excretion of purine derivatives and tissue xanthine oxidase (EC 1.2.3.2) activity in buffaloes (*Bubalis bubalis*) with special reference to differences between buffaloes and *Bos Taurus* cattle. *Brit. J. Nutr.*, London, v. 15, p. 397-407, 1996.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. *Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives an overview of technical details*. Bucksburnd: Rowett Research Institute, 1992. (Occasional publication).
- CRUZ, M.C.S. et al. Balanço de nitrogênio e estimativas de perdas endógenas em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo palma forrageira e teores crescentes de uréia e mandioca. *Acta Sci. Anim. Sci.*, Maringá, v. 28, n. 1, p. 47-56, 2006.
- FOX, D. G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 70, n. 11 p. 3578-3596, 1992.
- GREGORY, L.E.H. et al. Valores de referência dos teores séricos da uréia e creatinina em bovinos da raça Jersey criados no Estado de São Paulo. Influência dos fatores etários, sexuais e da infecção pelo vírus da leucose dos bovinos. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v. 71, n. 3, p. 339-345, 2004.
- GUIA médico veterinário. São Paulo: Mary, 2000.
- HALL, M.B. Recentes avanços em carboidratos não-fibrosos na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2001, Lavras. *Anais...* Lavras: Universidade Federal de Lavras, p. 149-159, 2001.
- HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 63, p. 1707-1728, 1980.
- KENNEDY, P.M. et al. Intake and digestion in swamp buffaloes and cattle. II. The comparative response to urea supplements in animals fed tropical grasses. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, v. 119, n. 2, p. 243-254, 1992.
- LADEIRA, M.M. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de dietas contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 395-403, 1999.
- NRC-National Research Council. *Ruminant nitrogen usage*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985.
- NRC-National Research Council. *Nutrients requirements of dairy cattle*. 6th rev. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1989.
- NRC-National Research Council. *Nutrients requirements of beef cattle*. 7th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996.
- NRC-National Research Council. *Nutrients requirements of dairy cattle*. 7th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- NORTON, B.W. et al. Nitrogen metabolism in Brahman cross, buffalo, banteng and Shorthorn steers fed on low-quality roughage. *Aust. J. Agric. Res.*, Meulborne, n. 30, p. 341-351, 1979.
- 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, 2001.
- RENNÓ, L.N. *Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois de proteína*. 2003. Tese (Doutorado em Zootecnia)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- 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.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa: UFV, 2002.
- SILVA, R.M.N. 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. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 70, 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.
- UFV-Universidade Federal de Viçosa. SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas. Versão 9.8. Viçosa: UFV, 1997.
- 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.*, v. 82, n. 12, p. 2686-2696, 1999.
- 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, 1997.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Ithaca: Cornell University, 1994.
- VAN SOEST, P.J. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 83, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

Received on April 03, 2007.

Accepted on November 08, 2007.