

Níveis de uréia em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante a época seca

Tiago Sabella Acedo¹, Mário Fonseca Paulino¹, Edenio Detmann^{1*}, Sebastião de Campos Valadares Filho¹, Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes² e Darcilene Maria de Figueiredo¹

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, 36571-000, Campus Universitário, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. ²Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, Mato Grosso, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: detmann@ufv.br

RESUMO. Avaliaram-se níveis de inclusão de uréia em suplementos sobre o consumo, a digestibilidade e parâmetros do metabolismo dos compostos nitrogenados em bovinos, manejados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, no período de seca. Foram utilizados quatro novilhos Holandês x Zebu, não-castrados, com peso médio inicial de 250 kg, fistulados no esôfago, rúmen e abomaso. Foram fornecidos suplementos isoprotéicos (20% PB), constituídos de milho grão, farelo de algodão, mistura mineral e diferentes níveis de uréia, com base na matéria natural (0; 1,6; 3,2; e 4,8%), na quantidade de 1% do peso vivo. O experimento foi conduzido segundo delineamento em quadrado latino 4 x 4. Os níveis de uréia influenciaram de forma quadrática ($p < 0,10$) os consumos de matéria seca total (MS) e MS de pasto, com máximo consumo estimado sobre níveis próximos a 1,6% de uréia. As digestibilidades ruminal e total da MS, da matéria orgânica e da PB, as concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal e a excreção urinária de nitrogênio uréico apresentaram relações lineares positivas com os níveis de uréia nos suplementos ($p < 0,10$).

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*, consumo, digestibilidade, suplementação.

ABSTRACT. Urea levels in supplements for finishing cattle at pasture during the dry season. The effects of different urea levels in supplements evaluated on intake, digestibility, and metabolism of nitrogenous compounds of crossbreed steers grazing on a pasture of *Brachiaria brizantha* cv Marandu during dry season. Four Holstein x Zebu steers, with average initial live weight of 250 kg, fistulated in the esophagus, rumen, and abomasum, were used. The animals received supplement (1% of live weight), containing 20% CP, based on corn grain, cottonseed meal, mineral mix, and urea in four levels, as fed (0, 1.6, 3.2, and 4.8%). The experiment was carried out according a 4 x 4 Latin square design. The urea levels showed a quadratic response ($p < 0.10$) to total dry matter (DM) intake and DM intake from pasture, with better response close to 1.6% of urea. Total and rumen digestibilities of DM, organic matter, and CP, rumen ammonia concentration, and urine excretion of urea showed a positive linear relationship ($p < 0.10$) with urea levels in the supplements.

Key words: *Brachiaria brizantha*, intake, digestibility, supplementation.

Introdução

O Brasil demonstra grande aptidão para a bovinocultura de corte em função de sua extensa área de pastagens, consideradas as principais e mais econômicas fontes de nutrientes para bovinos. No entanto, na época seca, as gramíneas tropicais apresentam baixa qualidade, com teores elevados de parede celular e reduzidos valores de proteína. Em tal condição, os animais são submetidos a carências nutricionais múltiplas, e a proteína (ou compostos nitrogenados) assume papel prioritário, uma vez que o alimento disponível ou a reciclagem endógena de

nitrogênio não atende aos requerimentos microbianos (Sniffen *et al.*, 1993), incorrendo limitação no crescimento e atividade dos mesmos e queda na digestibilidade da parede celular, acarretando redução no consumo de matéria seca e no desempenho animal.

As atividades dos microrganismos ruminais, principalmente os fibrolíticos, são diretamente dependentes da disponibilidade de nitrogênio amoniacal no rúmen (Russell *et al.*, 1992). Neste contexto, a suplementação com fontes de proteína de alta degradabilidade ruminal ou nitrogênio não-protéico como a uréia, para animais em pastejo, visa

otimizar o crescimento microbiano, aumentando a digestibilidade, a eficiência de utilização da forragem e o consumo de matéria seca. Conseqüentemente, esta prática tem propiciado melhorias no desempenho animal em condições tropicais (Paulino et al., 2002; Moraes, 2003; Detmann et al., 2004).

A utilização de uréia em suplementos propicia a substituição de fontes verdadeiras de proteína e busca a redução de custos com a suplementação, uma vez que a proteína bruta (PB) (tirar vírgula) oriunda da uréia (tirar vírgula) possui valor de mercado substancialmente inferior aos dos alimentos protéicos tradicionais.

Resultados obtidos (tirar vírgula) em condições brasileiras (tirar vírgula) permitem evidenciar que a uréia pode substituir totalmente os farelos protéicos em dietas para bovinos em confinamento, alimentados com níveis moderados de concentrados e com potencial para ganhar aproximadamente 1 kg dia⁻¹ (Valadares Filho et al., 2004). Contudo, resultados a respeito do potencial de utilização da uréia em substituição a fontes protéicas verdadeiras para animais terminados em pastagens ainda são escassos (Moraes, 2003).

Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito do nível de inclusão de uréia em suplementos para terminação de novilhos mestiços, em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv Marandu, na época da seca, sobre o consumo total e de forragem, a digestibilidade aparente total e parcial, a eficiência de síntese microbiana, o pH ruminal, a concentração de amônia ruminal e a excreção de compostos nitrogenados.

Material e métodos

O experimento foi realizado na Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro (Cepet), da Universidade Federal de Viçosa, localizada no município de Capinópolis, Estado de Minas Gerais, entre julho e outubro de 2002.

Avaliaram-se suplementos isoprotéicos, balanceados para conter 20% de PB, com base na matéria natural (MN), constituídos de milho grão, farelo de algodão, mistura mineral e uréia:sulfato de amônia (9:1), em diferentes níveis de inclusão: 0,0; 1,6; 3,2; e 4,8%, com base na MN (Tabela 1).

Os suplementos utilizados foram amostrados a cada partida produzida e armazenados para posterior quantificação de sua composição química (Silva e Queiroz, 2002).

Foram utilizados quatro animais mestiços Holandês x Zebu, não-castrados, com peso médio inicial de 250 kg, fistulados no esôfago, rúmen e

abomaso, mantidos em sistema de pastejo contínuo. Os animais foram distribuídos em delineamento em quadrado latino, com quatro tratamentos e quatro períodos experimentais de 14 dias cada, totalizando 56 dias de avaliação. Os sete primeiros dias de cada período foram destinados à adaptação dos animais aos suplementos. Realizaram-se pesagens dos animais no início e final de cada período. Propiciou-se acesso irrestrito à água e à mistura mineral.

Tabela 1. Composição percentual dos suplementos, com base na matéria natural.

Table 1. Percentual feed composition of supplements, as fed.

Item <i>Item</i>	Nível de uréia (%) <i>Urea level (%)</i>			
	0	1,6	3,2	4,8
Milho grão <i>Corn grain</i>	59,0	72,4	80,3	93,2
Farelo de algodão <i>Cottonseed meal</i>	40,0	25,0	15,0	-
Uréia/Sulfato de Amônia (9:1) <i>Urea/Ammonium sulfate - 9:1</i>	-	1,6	3,2	4,8
Mistura mineral ¹ <i>Mineral premix</i>	0,5	0,5	0,5	0,5
Calcário calcítico <i>Limestone</i>	0,5	0,5	0,5	0,5
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	-	-	0,5	1,0

¹Composição (%): Cloreto de sódio: 97,7; Sulfato de zinco: 1,5; Sulfato de cobre: 0,7; Sulfato de cobalto: 0,05; Iodato de potássio: 0,05 (Percentage composition: Sodium chloride: 97,7, Zinc sulfate: 1,5, Copper sulfate: 0,7, Cobalt sulfate: 0,05, Potassium iodine: 0,05).

A área experimental foi constituída de quatro piquetes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, com 0,4 ha cada (disponibilidade média de 14,3 t MS ha⁻¹). Os suplementos foram fornecidos diariamente, às 10h30min., na quantidade referente a 1% do peso vivo (PV), com base na MN, empregando-se como referência o PV ao início de cada período experimental. Ressalta-se que não foram verificadas sobras de suplementos.

Para avaliar a composição química da forragem consumida pelos animais, realizaram-se coletas de extrusa no quinto dia de cada período experimental (McMeniman, 1997). As amostras de forragem foram processadas e submetidas a análises laboratoriais (Silva e Queiroz, 2002).

Para estimar a produção de matéria seca fecal, utilizaram-se 10 g de óxido crômico, acondicionadas em cartuchos de papel, fornecidas diretamente no rúmen em uma única dose às 11h00min., a partir do terceiro dia do período experimental até o final de cada período.

Realizaram-se três coletas de fezes e três de digesta abomasal em cada animal, por período experimental, segundo o esquema amostral: 8º dia – 8h00min., 10º dia – 12h00min., e 12º dia – 16h00min. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada (60°C) e processadas em moinho tipo de facas (1 mm). Foram construídas amostras compostas relativas a cada animal por período, com

base no peso seco ao ar, as quais, posteriormente, foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas para análises laboratoriais.

No 13º dia do período experimental, foram obtidas amostras pontuais de urina e amostras de sangue, aproximadamente quatro horas após o fornecimento dos suplementos. Após as coletas, foram feitas diluições de 10 mL de urina em 40 mL de H₂SO₄ (0,036 N). As amostras foram acondicionadas em potes plásticos e congeladas a -20°C para posteriores análises. Para as coletas sanguíneas, utilizaram-se tubos de ensaio com ambiente sob vácuo e gel acelerador da coagulação. Após a separação, as amostras de soro foram congeladas a -20°C para posteriores quantificações dos teores de uréia.

Para a quantificação dos teores de creatinina e uréia na urina e uréia no soro, utilizaram-se kits comerciais (Bioclin K016-1 e Bioclin K047, respectivamente). O volume urinário foi estimado por intermédio da relação entre a excreção diária de creatinina e sua concentração nas amostras coletadas, adotando-se o valor referência de 27,36 mg de creatinina kg⁻¹ de PV (Rennó *et al.*, 2000).

No 14º dia do período experimental, realizaram-se coletas de líquido ruminal, quatro horas após o fornecimento do suplemento, para se quantificar o pH e a concentração de nitrogênio amoniacal ruminais (NAR). Amostras de líquido ruminal foram tomadas na região de interface líquido:sólido, filtradas por camada tripla de gaze e imediatamente avaliadas quanto ao pH. Alíquotas de 50 mL foram fixadas com 1 mL de H₂SO₄ (1:1) e congeladas a -20°C, para posterior avaliação de NAR.

Concomitantemente às coletas de líquido ruminal descritas acima, procedeu-se ao isolamento de bactérias do conteúdo ruminal, segundo técnica descrita por Cecava *et al.* (1990). As bases púricas foram utilizadas como indicadores para a quantificação da produção de proteína microbiana (Ushida *et al.*, 1985).

Para estimação do fluxo de matéria seca abomasal e o consumo voluntário de matéria seca (MS), foi utilizada, como indicador interno, a FDA indigestível, segundo métodos descritos por Detmann *et al.* (2001).

O experimento foi analisado, segundo delineamento em quadrado latino 4 x 4. Posteriormente à realização da análise de variância, procedeu-se à decomposição da soma de quadrados para tratamentos em contrastes ortogonais relativos aos efeitos de ordem linear, quadrática e cúbica, relacionados aos níveis de uréia nos suplementos, com posterior ajuste de

equações de regressão linear. Todos os procedimentos estatísticos foram conduzidos por intermédio do *Statistical Analysis System* (SAS) ($\alpha = 0,10$). Antecipa-se que não foram detectados efeitos de ordem cúbica ($p > 0,10$) para nenhuma das variáveis avaliadas, sendo, portanto, omitidos na apresentação dos resultados.

Resultados e discussão

O teor médio de PB da extrusa esofágica foi de 4,74% da MS (Tabela 2), estando aquém dos 7% necessários para que os microrganismos ruminais tenham plenas condições de utilização dos carboidratos fibrosos potencialmente degradáveis da forragem (Lazzarini *et al.*, 2006), comprometendo, assim, a digestibilidade da forragem altamente fibrosa (Mathis *et al.*, 2000).

As estimativas de consumo médio diário, expressas em kg dia⁻¹ e g kg⁻¹ PV, são apresentadas na Tabela 3. Verificou-se comportamento quadrático ($p < 0,10$) para os consumos de MS e MS de pasto (kg dia⁻¹), com respostas máximas estimadas sobre os níveis de 1,616 e 1,643% de uréia no suplemento, respectivamente. Os consumos de MO, MO de pasto, PB, FDN e CNF (kg dia⁻¹) seguiram comportamento similar ao consumo de MS, ao passo que os consumos de EE e NDT não foram influenciados pelos níveis de uréia nos suplementos ($p > 0,10$) (Tabela 3).

Embora em situações em que os suplementos venham a constituir mais de 25% da MS total ingerida, como verificado neste estudo, esperam-se reduções no consumo de pasto (Obara *et al.*, 1991), fato que tem sido evidenciado em condições brasileiras (Detmann *et al.*, 2005a); os programas de suplementação devem apresentar como meta a otimização do uso dos recursos forrageiros pelo animal, promovendo ao mínimo sua substituição (Detmann *et al.*, 2005a). Desta forma, os suplementos sendo ofertados em quantidades fixas inferem-se que níveis próximos a 1,6% de uréia no suplemento promoveriam a minimização do efeito substitutivo sobre o consumo de forragem.

A minimização do efeito substitutivo, em condições de forragem de baixa qualidade, tem sido atribuída à ampliação dos níveis protéicos nos suplementos (Hannah *et al.*, 1991), uma vez que se propiciaria maior adequação do meio ruminal ao crescimento microbiano, permitindo maior degradação dos componentes fibrosos da forragem, com efeitos benéficos sobre o consumo de forragem (Sampaio *et al.*, 2006a).

Tabela 2. Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína degradada no rúmen (PDR), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos não-fibrosos corrigidos para o conteúdo de cinzas e proteína da FDN (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina dos suplementos e extrusa esofágica.

Table 2. Average contents of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), rumen degraded protein (RDP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), neutral detergent fiber expressed exclusive for ash and nitrogenous compounds contents (NDFap), non-fibrous carbohydrates (NFC), non-fibrous carbohydrates expressed exclusive for ash and nitrogenous compounds of NDF (NFCap), acid detergent fiber (ADF), and lignin of supplements and esophageal extrusa.

Item Item	Nível de uréia (%) Urea level (%)				Extrusa
	0	1,6	3,2	4,8	
MS ¹	89,49	89,32	88,77	88,16	14,49
DM					
MO ²	97,28	97,92	98,36	99,00	89,73
OM					
PB ³	20,22	19,81	20,96	20,51	4,74
CP					
PDR ^{3,4}	69,6	75,9	81,7	88,0	74,65
RDP					
EE ²	2,44	2,61	2,69	2,84	1,59
EE					
FDN ²	21,13	17,33	14,68	10,82	66,34
NDF					
FDNcp ²	17,29	13,64	11,13	7,44	60,92
NDFap					
CNF ^{2,5}	53,49	61,03	65,79	73,74	17,06
NFC					
CNFcp ^{2,5}	57,33	64,72	69,34	76,85	22,48
NFCap					
FDA ²	13,85	10,21	7,74	4,07	50,00
ADF					
Lignina ²	2,56	2,14	1,85	1,43	11,34
Lignin					

¹% da matéria natural (% as fed). ²% da MS (% of DM). ³% do nitrogênio total (% of total nitrogenous compounds). ⁴Estimado segundo Valadares Filho et al. (2002) (It was estimated according to Valadares Filho et al. (2002)). ⁵Os teores de CNF foram estimados considerando-se a correção para proteína bruta oriunda da uréia, segundo recomendações de Hall (2000) (The NFC contents were estimated after correction for crude protein from urea according to Hall (2000)).

Contudo, tais argumentos parecem não corroborar os resultados obtidos neste estudo em função da natureza isoprotéica dos suplementos. No entanto, segundo Detmann et al. (2005b), as deficiências protéicas na dieta de animais em pastejo devem ser investigadas não somente sob a ótica quantitativa, mas também por intermédio das características qualitativas dos compostos nitrogenados suplementares.

A elevação dos níveis de uréia, nos suplementos, conduz a modificações na relação entre os teores de proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não-degradável no rúmen (PNDR) (Tabela 2), além do incremento do teor total de compostos nitrogenados não-protéicos suplementares.

Os microrganismos responsáveis pela degradação dos carboidratos fibrosos da dieta utilizam a amônia como único substrato nitrogenado para seu crescimento (Russell et al., 1992), a qual é amplamente produzida a partir de compostos nitrogenados não-protéicos. Desta forma, mesmo com níveis similares de PB, a alteração da fração PDR dos compostos nitrogenados pode influenciar diretamente a degradação ruminal da fração fibrosa

da dieta, acarretando modificações da capacidade de consumo de forragem pelo animal.

Tabela 3. Médias, coeficientes de variação (CV) e níveis descritivos de probabilidade para o erro tipo I (Valor P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) para o consumo de matéria seca (MS), matéria seca de pasto (MSP), matéria orgânica (MO), matéria orgânica de pasto (MOP), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos níveis de uréia no suplemento.

Table 3. Means, coefficient of variation (CV), and descriptive levels of probability for type I error (P Value) for linear (L) and quadratic effects (Q) for intake of dry matter (DM), dry matter from pasture (DMP), organic matter (OM), organic matter from pasture (OMP), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), non-fiber carbohydrate (NFC) and total digestible nutrients (TDN) as function of urea levels in supplement.

Item Item	Nível de uréia (%) Urea level (%)				CV (%)	Valor P ¹ P Value	
	0	1,6	3,2	4,8		L	Q
	kg dia ⁻¹ (kg day ⁻¹)						
MS ²	5,95	6,37	5,88	5,28	7,5	**	*
DM							
MSP ³	3,74	4,16	3,69	3,11	12,0	*	*
DMP							
MO ⁴	5,51	5,90	5,47	4,94	7,3	*	*
OM							
MOP ⁵	3,36	3,74	3,32	2,79	12,0	*	*
OMP							
PB ⁶	0,62	0,63	0,64	0,59	3,7	ns	*
CP							
EE	0,11	0,11	0,12	0,11	9,4	ns	ns
EE							
FDN ⁷	2,96	3,15	2,77	2,30	10,5	**	**
NDF							
CNF ⁸	1,82	2,08	2,08	2,12	4,0	***	**
NFC							
NDT	3,39	3,81	3,70	3,54	10,6	ns	ns
TDN							
	g kg ⁻¹ PV g kg ⁻¹ of LIV						
MS	22,0	23,0	21,8	20,9	6,2	ns	ns
DM							
MO	20,4	21,4	20,2	19,6	6,1	ns	ns
OM							
FDN ⁹	10,9	11,2	10,1	9,1	7,9	**	*
NDF							

¹(ns), (*), (**), e (***) não significativo e significativo aos níveis de 10%, 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente (no significant, and significant at 10%, 5%, and 1% of probability according to F test, respectively). ² $\bar{Y} = 5,9907 + 0,3216X - 0,09951X^2$ (R² = 0,9489). ³ $\bar{Y} = 3,7830 + 0,3234X - 0,09844X^2$ (R² = 0,9771). ⁴ $\bar{Y} = 5,5436 + 0,3012X - 0,09060X^2$ (R² = 0,9537). ⁵ $\bar{Y} = 3,3956 + 0,2947X - 0,08938X^2$ (R² = 0,9463). ⁶ $\bar{Y} = 0,6147 + 0,0197X - 0,00486X^2$ (R² = 0,8378). ⁷ $\bar{Y} = 2,9823 + 0,1623X - 0,06462X^2$ (R² = 0,9707). ⁸ $\bar{Y} = 1,8393 + 0,1516X - 0,01987X^2$ (R² = 0,9178). ⁹ $\bar{Y} = 10,9223 + 0,2893 - 0,14331X^2$ (R² = 0,9629).

Dessa forma, face ao comportamento observado para o consumo de MS de forragem, infere-se que a inclusão de níveis próximos a 1,6% de uréia nos suplementos propiciou maior adequação em termos de PDR à dieta basal, favorecendo a ingestão e minimizando o efeito substitutivo sobre o consumo de forragem.

Por outro lado, a redução, no consumo de forragem, verificada para níveis de uréia superiores a 1,6%, pode estar relacionada, em primeira instância, a excessos de PDR suplementar, os quais, embora possam não comprometer o desempenho microbiano, incrementam a excreção urinária de uréia (p < 0,01) (Tabela 4).

Tabela 4. Médias, coeficiente de variação (CV) e níveis descritivos de probabilidade para o erro tipo I (Valor P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) para o pH, a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal (NAR – mg dL⁻¹), o nitrogênio uréico no soro sanguíneo (NUS – mg dL⁻¹), a excreção de nitrogênio uréico na urina (NUU – g dia⁻¹), o fluxo abomasal de nitrogênio microbiano (NMIC – g dia⁻¹) e a eficiência de síntese microbiana (EFM – g PB microbiana kg⁻¹ de NDT) em função dos níveis de uréia no suplemento.

Table 4. Means, coefficients of variation (CV), and descriptive levels of probability for type I error (P Value) for linear (L) and quadratic effects (Q) for the rumen pH, rumen ammonia nitrogen (RAN – mg dL⁻¹), serum N-urea (SUN – mg dL⁻¹), urine excretion of N-urea (UUN – g d⁻¹), abomasum flow of microbial nitrogen (g d⁻¹), and efficiency of microbial synthesis (EMS – g microbial CP/kg of TDN) as function of urea levels in supplement.

Item	Nível de uréia (%)				CV (%)	Valor P ¹	
	0	1,6	3,2	4,8		L	Q
pH ²	5,99	5,94	6,12	6,42	3,3	**	ns
NAR ³	5,47	9,37	17,63	19,64	35,7	***	ns
ARN							
NUS ⁴	7,76	10,88	12,92	12,38	13,0	***	**
PUN							
NUU ⁵	9,59	14,84	22,39	23,89	15,1	***	ns
SUN							
NMIC ⁶	69,3	74,4	76,0	62,6	12,1	ns	*
EFM	13,3	12,1	13,0	11,1	17,1	ns	ns
SEM							

¹(ns), (*), (**), (***) e (****): não significativo e significativo aos níveis de 10%, 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente (no significant, and significant at 10%, 5%, and 1% of probability according to F test, respectively). ²Ŷ = 5,8965 + 0,0916X (r² = 0,7741). ³Ŷ = 5,4118 + 3,1730X (r² = 0,9518). ⁴Ŷ = 7,6816 + 2,7104X - 0,35767X² (R² = 0,9929). ⁵Ŷ = 10,1098 + 3,1522X (r² = 0,9496). ⁶Ŷ = 68,7465 + 7,5048X - 1,80420X² (R² = 0,9401).

Nesse contexto, a energia necessária à formação de uréia hepática, a partir do excesso de PDR, decresce a razão energia líquida:energia metabolizável, sendo direcionada à formação de calor corporal (NRC, 1988). A dissipação de calor corporal constitui grande limitação para a produção de bovinos nos trópicos, fazendo com que os animais, mesmo não demonstrando os sintomas óbvios desse estresse, passem a restringir o consumo, como ferramenta para redução do metabolismo de forma a adequar a produção de calor corporal a taxas na qual este possa ser dissipado confortavelmente (Poppi e McLennan, 1995). Pode-se justificar, dessa forma, a redução no consumo de forragem, observada nos níveis de uréia superiores a 1,6% (Tabela 3).

A elevação dos níveis de uréia nos suplementos implicou efeitos (eliminar “em”) lineares positivos sobre os coeficientes de digestibilidade ruminal da MS, MO, PB e CNF (p < 0,10), não afetando, contudo, a digestibilidade ruminal da FDN (p > 0,10) (Tabela 5).

Por outro lado, relações lineares negativas foram detectadas entre os níveis de uréia nos suplementos e os coeficientes de digestibilidade intestinais da MS, MO, FDN e CNF (p < 0,10) (Tabela 5). Este comportamento inverso no tocante às digestibilidades ruminais e intestinais constitui mecanismo compensatório normalmente observado

em ruminantes, os quais tendem a ampliar o aproveitamento intestinal em resposta a fatores que possam vir a comprometer o aproveitamento ruminal (Dixon e Stockdale, 1999).

Tabela 5. Médias, coeficientes de variação (CV) e níveis descritivos de probabilidade para o erro tipo I (Valor P) referentes aos efeitos linear (L) e quadrático (Q) para a digestibilidade aparente total, ruminal e intestinal da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) e teores dietéticos de NDT das dietas em função dos níveis de uréia no suplemento.

Table 5. Means, coefficient of variation (CV) and descriptive levels of probability for type I error (P Value) for linear (L) and quadratic effects (Q) for total, ruminal and intestinal apparent digestibilities of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), and non-fiber carbohydrates (NFC), diet contents of total digestible nutrients (TDN) as function of urea levels in supplement.

Item	Nível de uréia (%)				CV (%)	Valor P ¹	
	0	1,6	3,2	4,8		L	Q
	Digestibilidade aparente ruminal ²						
	Ruminal apparent digestibility						
MS ³	41,1	41,9	45,5	52,3	12,1	**	ns
DM							
MO ⁴	45,0	48,0	52,3	58,2	11,2	*	ns
OM							
PB ⁵	23,2	28,5	36,6	49,1	38,4	**	ns
CP							
EE	-47,5	-39,5	-67,6	-32,7	40,6	ns	ns
EE							
FDN	44,8	48,1	47,8	50,0	8,1	ns	ns
NDF							
CNF ⁶	58,0	59,1	70,2	77,7	18,4	**	ns
NFC							
	Digestibilidade aparente intestinal ²						
	Intestinal apparent digestibility						
MS ⁷	19,0	19,6	15,9	12,6	29,7	*	ns
DM							
MO ⁸	16,1	15,4	11,2	8,7	38,9	*	ns
OM							
PB	31,7	29,6	24,3	17,3	45,3	ns	ns
CP							
EE ⁹	65,9	89,8	130,2	88,1	22,2	*	**
EE							
FDN ¹⁰	6,9	5,0	4,2	3,8	35,0	**	ns
NDF							
CNF ¹¹	22,3	22,1	10,5	6,8	80,3	*	ns
NFC							
	Digestibilidade aparente total						
	Total apparent digestibility						
MS ¹²	60,1	61,5	61,4	64,9	5,2	*	ns
DM							
MO ¹³	61,1	63,4	63,5	66,9	5,4	*	ns
OM							
PB ¹⁴	54,9	58,1	60,9	66,4	6,0	***	ns
CP							
EE ¹⁵	18,4	50,3	62,7	55,5	28,3	***	**
EE							
FDN	51,7	53,1	52,0	53,8	8,9	ns	ns
NDF							
CNF	80,3	81,2	80,7	84,5	4,6	ns	ns
NFC							
NDT ¹⁶	57,2	61,2	62,9	67,7	5,2	***	ns
TDN							

¹(ns), (*), (**), (***) e (****): não significativo e significativo aos níveis de 10, 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente (no significant, and significant at 10, 5 and 1% of probability according to F test, respectively). ²% do total ingerido (It was expressed as fraction of total intake). ³Ŷ = 39,6080 + 2,3316X (r² = 0,8822). ⁴Ŷ = 44,2747 + 2,7428X (r² = 0,9788). ⁵Ŷ = 21,4848 + 5,3584X (r² = 0,9659). ⁶Ŷ = 55,7231 + 4,3922X (r² = 0,9254). ⁷Ŷ = 20,2270 - 1,4370X (r² = 0,8431). ⁸Ŷ = 16,8335 - 1,6556X (r² = 0,9399). ⁹Ŷ = 60,9660 + 37,6178X - 6,4424X² (R² = 0,7721). ¹⁰Ŷ = 6,4555 - 0,6239X (r² = 0,8965). ¹¹Ŷ = 24,15 - 3,6398X (r² = 0,8851). ¹²Ŷ = 59,8380 + 0,8941X (r² = 0,8095). ¹³Ŷ = 61,1103 + 1,0869X (r² = 0,8897). ¹⁴Ŷ = 54,5078 + 2,3220X (r² = 0,9753). ¹⁵Ŷ = 18,4258 + 26,0122X - 3,81055X² (r² = 0,9999). ¹⁶Ŷ = 57,2478 + 2,0752X (r² = 0,9721).

Mesmo com a verificação do efeito compensatório em termos de digestibilidade intestinal (Dixon e Stockdale, 1999), verificaram-se relações lineares positivas ($p < 0,10$) entre os níveis de uréia nos suplementos e as digestibilidades totais da MS, MO e PB (Tabela 5). Efeitos positivos sobre a digestibilidade da MO, com a inclusão da uréia em suplementos, têm sido relatados por outros autores (Köster *et al.*, 1997; Mathis *et al.*, 2000; Köster *et al.*, 2002).

A ampliação da digestibilidade ruminal e total da PB parece estar relacionada à elevação do nível de PDR nos suplementos (Tabela 2). De forma geral, estimativas positivas de digestibilidade ruminal da PB (Tabela 5) indicam excesso de PDR ou falta de sincronia entre a disponibilidade de PDR e carboidratos dietéticos (Detmann *et al.*, 2005b). Este quadro parece ser reflexo da baixa qualidade da fibra presente na forragem, a qual não apresentaria velocidade de degradação ruminal compatível com o perfil de disponibilização da PDR presente nos suplementos, ocasionando perda de compostos nitrogenados, a partir do ambiente ruminal.

No entanto, os benefícios observados sobre o consumo de forragem (Tabela 3) permitem evidenciar que incrementos na participação da PDR na dieta poderiam ser benéficos sobre o ambiente ruminal em condições de forragem de baixa qualidade. Este benefício é propiciado pela capacidade de reciclagem nitrogenada ao ambiente ruminal (NRC, 1985), a qual, mesmo em condições de desacoplamento das velocidades de degradação entre a PDR e os carboidratos da forragem, permitiria a manutenção de níveis adequados de NAR aos microrganismos responsáveis pela utilização dos carboidratos fibrosos.

Estudos conduzidos *in vitro* permitem evidenciar que a atividade microbiana ruminal pode ser estimulada com a elevação dos níveis de proteína prontamente disponível para degradação a valores próximos a 14% (Satter e Slyter, 1974), causando incrementos constantes sobre as taxas de degradação (Lazzarini *et al.*, 2006), o que justifica o comportamento linear observado nas digestibilidades ruminais e totais da MS e MO (Tabela 5).

Comportamento semelhante ao verificado no presente estudo foi obtido por Moraes (2003) ao avaliar suplementos múltiplos com níveis de 0,0; 1,2; 2,4 e 3,6% de uréia. De forma similar, Magalhães (2003) verificou comportamento linear crescente da digestibilidade aparente da MS e PB, em função dos níveis de uréia no concentrado fornecido a novilhos mestiços Holandês x Zebu em confinamento.

A avaliação conjunta da digestibilidade e do consumo permite inferir que os benefícios gerados pelo excesso relativo de PDR devem ser interpretados com cautela, uma vez que, como discutido anteriormente, poderiam incorrer em reduções no consumo de forragem (Tabela 3).

Esse quadro pode ser suportado pela inspeção do comportamento associado ao nível dietético e ao consumo de NDT. Embora o NDT das dietas tenha se elevado linearmente ($p < 0,10$) com o incremento dos níveis de uréia nos suplementos (Tabela 5), verificou-se constância ($p > 0,10$) entre níveis no tocante ao consumo de NDT (Tabela 3). Desta forma, os benefícios obtidos com o incremento na digestibilidade seriam contra balanceados pela inibição do consumo de forragem, verificada com níveis mais elevados de uréia nos suplementos, mantendo constante o consumo de energia digestível.

Segundo Detmann *et al.* (2005b), o uso de uréia, em suplementos múltiplos, provoca elevação do pH ruminal em função do poder alcalinizante da amônia produzida, justificando-se o comportamento verificado neste estudo (Tabela 4). Por outro lado, os valores de pH ruminal mantiverem-se acima dos valores considerados como inibitórios à atividade fibrolítica dos microrganismos ruminais, não havendo, desta forma, efeitos prejudiciais à fermentação ruminal (Mould *et al.*, 1983).

Comportamento similar ao pH foi observado na concentração de NAR (Tabela 4). Segundo Mehrez *et al.* (1977), a máxima atividade microbiana ruminal é atingida quando as concentrações de NAR alcançam valores entre 19 e 23 mg dL⁻¹. Neste contexto, a inspeção dos valores médios de NAR que variaram de 5,47 a 19,64 mg dL⁻¹ nos níveis de 0 e 4,8% de uréia, respectivamente (Tabela 4), dando suporte ao aumento na digestibilidade ruminal da MS e MO com a elevação da participação de uréia nos suplementos (Tabela 5).

Verificou-se comportamento linear crescente ($p < 0,10$) para a excreção de nitrogênio uréico na urina (NUU), em função dos níveis de uréia nos suplementos (Tabela 4). A excreção de NUU correspondeu a, aproximadamente, 9,7; 14,7; 21,8 e 25,3% do consumo total de nitrogênio (Tabela 3), caracterizando incremento nas perdas de compostos nitrogenados com a elevação dos níveis de uréia nos suplementos.

Por outro lado, observou-se comportamento quadrático na concentração de nitrogênio uréico no soro (NUS) ($p < 0,10$), com ponto de máxima concentração estimada com 3,79% de uréia no suplemento (Tabela 4).

De forma similar, a produção de proteína microbiana apresentou comportamento quadrático ($p < 0,10$) em função dos níveis de uréia nos suplementos, com ponto de máxima resposta estimada sobre o nível de 2,08% de uréia (Tabela 4). Embora, segundo afirmativas de Mehrez *et al.* (1977), esperar-se-ia incremento linear na produção microbiana com reflexo da escala de incremento nos níveis de NAR, o comportamento desta variável parece agregar com exatidão ao consumo total de PB, o qual apresentou máximos valores sobre o nível de 2,03% de uréia nos suplementos (Tabela 3).

Observou-se falta de relação ($p > 0,10$) entre os níveis de uréia nos suplementos e a eficiência de síntese microbiana (EFM) (Tabela 5). O valor médio de EFM, verificado neste trabalho (12,38 g PB microbiana 100 g⁻¹ de NDT), mostrou-se próximo ao referencial teórico preconizado pelo NRC (2001) (13 g PB microbiana 100 g⁻¹ de NDT) e similar a valores previamente relatados em bovinos suplementados em pastagens em condições brasileiras (Moraes, 2003; Zervoudakis, 2003).

As concentrações de NUS têm sido utilizadas para diagnosticar a adequação da utilização de compostos nitrogenados no rúmen, em função da disponibilidade de matéria orgânica degradável na dieta. Segundo Vasconcelos *et al.* (2004), valores entre 5 e 8 mg dL⁻¹ são considerados indicativos de boa sincronização entre energia e proteína no ambiente ruminal, o que foi observado no tratamento sem adição de uréia (Tabela 4).

Contudo, em condições de baixa qualidade da forragem basal, com limitações na disponibilidade potencial dos carboidratos fibrosos, em conjunto com a suplementação com compostos nitrogenados, referenciais teóricos de NUS podem não refletir com boa exatidão a eficiência de transformação dos substratos disponíveis em massa microbiana (Sampaio *et al.*, 2006b). Este fato pode ser suportado pelo estímulo ao consumo de forragem, verificado com a elevação dos níveis de uréia a valores próximos a 1,6% (Tabela 3), mesmo com a indicação de elevação das perdas nitrogenadas no ambiente ruminal.

Nesse contexto, acredita-se que valores de NUS, ligeiramente superiores aos referenciais teóricos, descritos por Vasconcelos *et al.* (2004), não indicam, necessariamente, inadequações na dieta total utilizada.

Conclusão

A utilização de 1,6% de uréia, em suplementos

destinados à terminação de bovinos em pastejo, implica em maior consumo de forragem, associado a baixos níveis de perdas de compostos nitrogenados no metabolismo animal.

Referências

- CECAVA, M.J. *et al.* Composition of ruminal bacteria harvest from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency, and isolation techniques. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 73, p. 2480-2488, 1990.
- DETMANN, E. *et al.* Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 30, p. 1600-1609, 2001.
- DETMANN, E. *et al.* Níveis de proteína bruta em suplementos múltiplos para terminação de novilhos mestiços em pastejo durante a época Seca: desempenho produtivo e características de carcaça. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 33, p. 169-180, 2004.
- DETMANN, E. *et al.* Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca/águas: Consumo voluntário e trânsito de partículas. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 34, p. 1371-1379, 2005a.
- DETMANN, E. *et al.* Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca/águas: Digestibilidade aparente e parâmetros do metabolismo ruminal e dos compostos nitrogenados. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 34, p. 1380-1391, 2005b.
- DIXON, R.M.; STOCKDALE, C.R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. *Aust. J. Agric. Res.*, Melbourne, v. 50, p. 757-773, 1999.
- HALL, M.B. *Neutral detergent-soluble carbohydrates. Nutritional relevance and analysis.* Gainesville: University of Florida, 2000.
- HANNAH, S.M. *et al.* Influence of protein supplementation on site and extent of digestion, forage intake, and nutrient flow characteristics in steers consuming dormant Bluestem-Range forage. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 69, p. 2624-2633, 1991.
- KÖSTER, H.H. *et al.* Effect of increasing proportion of supplemental nitrogen from urea on intake and utilization of low-quality tallgrass-prairie forage by beef steers. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 75, p. 1393-1399, 1997.
- KÖSTER, H.H. *et al.* Effect of increasing proportion of N from urea in prepartum supplements on range beef cow performance and on forage intake and digestibility by steers fed low-quality forage. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 80, p. 1652-1662, 2002.
- LAZZARINI, I. *et al.* Dinâmica de degradação ruminal *in situ* da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem de baixa qualidade suplementados com níveis crescentes de compostos nitrogenados suplementares. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 43.,

- 2006, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. CD-ROM.
- MAGALHÃES, K.A. *Níveis de uréia ou casca de algodão na alimentação de novilhos de origem leiteira em confinamento*. 2003. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- MATHIS, C.P. et al. Effects of supplemental degradable intake protein utilization of medium – to low – quality forages. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 78, p. 224-232, 2000.
- MEHREZ, A.Z. et al. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. *Brit. J. Nutr.*, London, v. 38, p. 437-443, 1977.
- McMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA, 1., 1997, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p. 131-168.
- MORAES, E.H.B.K. *Suplementos múltiplos para recria e terminação de novilhos mestiços em pastejo durante os períodos de seca e transição seca-águas*. 2003. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- MOULD, F.L. et al. Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of various roughages. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v. 10, p. 15-30, 1983.
- NRC-National Research Council. *Ruminant nitrogen usage*. Washington, D.C.: Academic Press, 1985.
- NRC-National Research Council. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 6th ed. Washington, D.C.: Academic Press, 1988.
- NRC-National Research Council. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th ed. Washington, D.C.: Academic Press, 2001.
- OBARA, Y. et al. The influence of energy-rich supplements on nitrogen kinetics in ruminants. In: TSUDA, T. et al. (Ed.). *Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants*. New York: Academic Press, 1991. p. 515-539.
- PAULINO, M.F. et al. Soja grão e caroço de algodão em suplementos múltiplos para terminação de bovinos mestiços em pastejo. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 31, p. 484-491, 2002.
- POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 73, p. 278-290, 1995.
- RENNÓ, L.N. et al. Concentração plasmática de uréia e excreções de uréia e creatinina em novilhos. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 29, p. 1235-1243, 2000.
- RUSSELL, J.B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 1. Rumen fermentation. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 70, n. 11, p. 3551-3561, 1992.
- SAMPAIO, C.B. et al. Consumo e digestibilidade em bovinos alimentados com forragem de baixa qualidade recebendo níveis crescentes de compostos nitrogenados suplementares. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006a. CD-ROM.
- SAMPAIO, C.B. et al. Parâmetros do metabolismo do nitrogênio em bovinos alimentados com forragem de baixa qualidade recebendo níveis crescentes de compostos nitrogenados suplementares. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006b. CD-ROM.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *Brit. J. Nutr.*, Cambridge, v. 32, p. 199-208, 1974.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 165p.
- SNIFFEN, C.J. et al. Nutrient requirements versus supply in the dairy cow: strategies to account for variability. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 76, p. 3160-3178, 1993.
- USHIDA, K. et al. Determination of assay parameters for RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. *Reprod. Nutr. Dev.*, Paris, v. 25, p. 1037-1046, 1985.
- VALADARES FILHO, S.C. et al. *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos: CQBAL 2.0*. Viçosa: UFV, 2002.
- VALADARES FILHO, S.C. et al. Alternativas para otimizar a utilização de uréia para bovinos de corte. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., Viçosa. *Anais...* Viçosa: Simcorte, 2004. p. 313-338.
- VASCONCELOS, J.T. et al. Effects of phase feeding of protein on performance, blood urea nitrogen, and carcass characteristics of finishing beef cattle. II Group fed steers. *Beef Cattle Res.*, Texas, p. 135-139, 2004.
- ZERVOUDAKIS, J.T. *Suplementos múltiplos de auto controle de consumo e frequência de suplementação, na recria durante os períodos das águas e transição águas e águas-seca*. 2003. Tese (Doutorado em Zootecnia)–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

Received on June 02, 2006.

Accepted on March 20, 2007.