



Níveis de uréia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: parâmetros ruminais, uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina¹

Luciana Navajas Rennó^{2*}, Sebastião de Campos Valadares Filho³, Mário Fonseca Paulino³, Maria Ignez Leão³, Rilene Ferreira Diniz Valadares⁴, Francisco Palma Rennó², Mônica Lopes Paixão²

¹ Pesquisa parcialmente financiada pela FAPEMIG/CNPq.

² Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, DZO/UFV, Viçosa-MG, CEP: 36571-000.

³ Departamento de Zootecnia - UFV, Viçosa-MG, CEP: 36571-000. Bolsista do CNPq.

⁴ Departamento de Veterinária - UFV, Viçosa-MG, CEP: 36571-000. Bolsista do CNPq.

RESUMO - Objetivou-se avaliar o efeito de quatro níveis de uréia na ração (0; 0,65; 1,3 e 1,95% na matéria seca - MS) sobre pH e amônia ruminais, concentração plasmática de uréia, excreção fracional de uréia e excreções de uréia e creatinina, bem como avaliar as perdas urinárias endógenas por meio da excreção de creatinina em novilhos de quatro grupos genéticos (Holandês, ½ sangue Holandês-Guzerá, ½ sangue Holandês-Gir e Zebu). Os animais foram distribuídos em quatro quadrados latinos (grupos genéticos) 4 × 4, sendo quatro animais, quatro períodos experimentais de 14 dias cada um e quatro tratamentos (rações). As coletas de líquido ruminal, para determinação do pH e das concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), foram realizadas antes do fornecimento da dieta e 2, 4, 6 e 8 horas após. Durante a coleta de urina realizada em 24 horas, foi coletado o sangue aproximadamente 4 horas após a alimentação e, após centrifugação, obtido o plasma. Nas amostras de urina e plasma, foram determinadas as concentrações de uréia e creatinina. O pH ruminal apresentou comportamento semelhante para os grupos genéticos e foi influenciado positivamente pela inclusão de uréia na dieta. As concentrações de N-NH₃ foram influenciadas positivamente pelos níveis de uréia na ração para os animais holandeses e mestiços. A concentração plasmática de N-urético aumentou linearmente em função da adição de uréia na ração. A excreção fracional de uréia apresentou comportamento linear decrescente em função dos níveis de uréia na dieta. A excreção urinária de uréia não diferiu entre os animais holandeses e mestiços, mas foi superior em relação aos zebuínos. A excreção de creatinina não foi influenciada pelos grupos genéticos, nem pela inclusão de uréia na dieta, apresentando valor médio de 27,76 mg/kg PV. Sugere-se que as perdas urinárias endógenas de compostos nitrogenados sejam estimadas a partir da excreção de creatinina.

Palavras-chave: amônia ruminal, creatinina, novilhos, pH ruminal, uréia

Urea levels in diet for steers of four genetic groups: ruminal parameters, plasma urea, urea and creatinine excretions

ABSTRACT - This work was carried out to evaluate the effect of four dietary urea levels (0, 0.65, 1.3, and 1.95% in dry matter - DM) on ruminal pH and ammonia-N, plasmatic urea nitrogen, urea fractional excretion, creatinine and urea excretions, as well as to evaluate endogenous urinary losses, by means of creatinine excretion, in steers of four genetic groups (Holstein, ½ Holstein-Guzera, ½ Holstein-Gir and Zebu). Animals were assigned to four 4 × 4 latin squares (genetic groups), with four animals, four experimental periods of 14 days each one and four treatments (rations). The ruminal fluid collections to determine pH and ammonia nitrogen (N-NH₃) concentrations was performed before feeding and 2, 4, 6 and 8 hours post feeding. During the 24-h urine collection, 4 hours after feeding, blood was collected and, after centrifugation, plasma was obtained. In the urine and plasma samples, the urea and creatinine concentrations were determined. Ruminal pH showed the similar pattern for the genetic groups and was affected by the increasing urea levels in the diet. The ruminal ammonia concentration were affected by the increasing urea levels in the diet for the Holstein and crossbred. The concentration of plasmatic urea nitrogen linearly increased as urea level in the diet increased. Urea fractional excretion decreased linearly by the increasing urea level in the diet. Urea urinary excretion did not differ among Holstein, but showed higher values in relation to Zebu. Creatinine excretion was affected neither by the genetic group nor by the increasing dietary urea levels and showed average value of 27.76 mg/kg of LW. It is recommended that endogenous urinary losses of nitrogen compounds can be estimated from the creatinine excretion.

Key Words: ruminal ammonia, creatinine, steers, ruminal pH, urea

Introdução

Um dos fatores essenciais para o funcionamento ruminal como verdadeira câmara de fermentação é o pH, que deve ser mantido entre 5,5 e 7,0, de modo que as variações ocorridas são dependentes do tipo e da frequência de alimentação (Church, 1988). O pH ruminal tem recebido atenção considerável como um mecanismo que explica as reduções na ingestão e digestibilidade de volumosos, sendo um resultado da suplementação energética (Caton & Dhuyvetter, 1997), além de estar diretamente relacionado à taxa de crescimento dos microrganismos ruminais (Russell et al., 1979).

A amônia é o principal componente do metabolismo dos compostos nitrogenados em ruminantes (Huntington & Archibeque, 1999). A presença dos compostos nitrogenados amoniacais ($N-NH_3$) no líquido ruminal é fator fundamental para os microrganismos do rúmen, especialmente os celulolíticos, que utilizam unicamente a amônia para efetuar a síntese de proteína microbiana (Russell et al., 1992).

A produção de amônia no rúmen muitas vezes excede sua utilização, ocorrendo acúmulo e posterior remoção do ambiente ruminal, principalmente por difusão pela parede ruminal (Russell et al., 1991; Nolan, 1993). A amônia é transportada para o fígado, onde é convertida em uréia. Assim, a uréia liberada no sangue é excretada na urina ou é reciclada para o rúmen, retornando via saliva ou por difusão pelo epitélio ruminal (Coelho da Silva & Leão, 1979; Huntington & Archibeque, 1999). A reciclagem de uréia é mecanismo vital que conserva compostos nitrogenados dietético e corporal, mantendo o suprimento de aminoácidos para os tecidos (Lapierre & Lobley, 2001).

Kennedy & Milligan (1980) mostraram, por análise de regressão de dados da literatura, que a reciclagem de uréia para o rúmen foi positivamente correlacionada com a digestão aparente da matéria orgânica no rúmen e concentração de uréia plasmática. Por outro lado, foi negativamente relacionada à concentração de $N-NH_3$ ruminal. Vercoe (1969), citado por Rihani et al. (1993), relatou que a transferência de nitrogênio da uréia sangüínea para o rúmen ocorreu quando a concentração de $N-NH_3$ ruminal foi menor que 5,5 mg/dL.

A concentração de N-uréico plasmático tem sido usada como indicador do *status* protéico, particularmente em comparações qualitativas entre fontes e/ou níveis de ingestão de compostos nitrogenados dietéticos (Preston et al., 1965).

A uréia plasmática é eliminada pelos rins, por filtração glomerular e reabsorção tubular por processo passivo, secundário à reabsorção de fluidos (Malnic & Marcondes,

1986). Assim, a quantidade de uréia excretada é influenciada por estas funções, além de ser, de acordo com Harmeyer & Martens (1980), alterada principalmente por sua concentração plasmática, sob várias condições dietéticas. A excreção fracional de uréia é, segundo estes autores, constante em ruminantes e próxima de 50%. No entanto, Aires (1985) afirmou que esse parâmetro pode variar de 30 a 60%.

Brody (1945), citado por Pimpa et al. (2001), relatou que, para animais de diferentes tamanhos, dentro da mesma espécie, a excreção de creatinina é diretamente proporcional ao peso vivo. Ørskov & Macleod (1982) observaram relativa constância nas excreções basais de compostos nitrogenados e de creatinina e constataram que, além de a excreção de creatinina ser constante, é também proporcional ao peso corporal e pouco afetada pelo teor de compostos nitrogenados da dieta.

A excreção urinária de creatinina é mensurada a partir da coleta total de urina e parece não ser afetada pela dieta. Valadares et al. (1997b) relataram excreção diária média de 24,04 mg/kg de PV para novilhos zebuínos, quando utilizaram concentrações crescentes de PB na ração. Rennó et al. (2000) concluíram que a excreção diária de creatinina não foi influenciada pela inclusão de concentrado na dieta, apresentando média de 27,36 mg/kg PV, em quatro experimentos conduzidos com novilhos não-castrados mestiços e zebuínos.

Ørskov & Macleod (1982) sugeriram que a avaliação da excreção endógena de compostos nitrogenados pode ser derivada de determinações da excreção urinária de creatinina. Swanson (1977) relatou, a partir de 82 pesquisas com bovinos alimentados com dietas contendo baixos teores de compostos nitrogenados e altas em energia, de forma a evitar perdas de amônia no rúmen, que o nitrogênio urinário decrescia até estabilizar-se em um valor mínimo, sendo então considerado como nitrogênio urinário endógeno (NUE). A partir da associação com o peso vivo, esse autor encontrou NUE (g/dia) igual a $0,44 PV^{0,5}$.

Este trabalho foi conduzido com os objetivos de avaliar o efeito de quatro níveis de uréia na ração sobre o pH e $N-NH_3$ ruminais, a concentração plasmática de N-uréico, a excreção fracional de uréia e as excreções de uréia e creatinina, bem como avaliar as perdas urinárias endógenas, por meio da excreção de creatinina em novilhos de quatro grupos genéticos.

Material e Métodos

O local do experimento, as instalações, as dietas e o manejo dos novilhos foram descritos em Rennó et al. (2005). Os 16 animais dos quatro grupos genéticos, Holandês,

½ sangue Holandês-Guzerá (½ Hol-Guz), ½ sangue Holandês-Gir (½ Hol-Gir) e Zebu, foram distribuídos em quatro quadradinhos latinos (grupos genéticos) 4 × 4, sendo quatro animais, quatro períodos experimentais de 14 dias cada um e quatro tratamentos (rações). Os animais zebuínos apresentaram predominância de sangue da raça Indubrasil.

As rações foram formuladas à base de feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp*) e concentrado, na relação 50:50, contendo em torno de 12% de proteína bruta (PB), com níveis crescentes de uréia (0; 0,65; 1,3 e 1,95% na matéria seca) e 12,70; 24,96; 37,51 e 45,95% da PB na forma de compostos nitrogenados não-protéicos. A proporção e a composição dos ingredientes nas dietas são apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Durante os seis dias subsequentes ao período de adaptação às dietas, foram realizadas as coletas de fezes e digesta de abomaso para a estimativa da digestibilidade, sendo que no 3º dia deste período de coleta, foi realizada a coleta de urina em 24 horas e de sangue. No penúltimo dia do período experimental, foi realizada a coleta de líquido ruminal para determinação do pH e das concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH₃).

As coletas de líquido ruminal, visando à determinação do pH e das concentrações de N-NH₃, foram realizadas antes do fornecimento da dieta e 2, 4, 6 e 8 horas após. Foram coletados 50 mL de líquido ruminal por intermédio da fístula ruminal, procedendo-se à imediata determinação do pH em potenciômetro digital. Após a leitura do pH, foi adicionado 1 mL de solução de H₂SO₄ 1:1 em cada amostra, que foram armazenadas a -15°C. Posteriormente, as amostras foram descongeladas para determinação da concentração de N-NH₃ mediante destilação com hidróxido de potássio (KOH) 2N, conforme técnica de Fenner (1965), adaptada e descrita por Vieira (1980).

As amostras de urina, em cada período experimental, foram obtidas a partir de coletas em 24 horas (Valadares et al., 1997a), utilizando-se funis coletores adaptados aos animais. Mangueiras de borracha, acopladas aos funis, conduziram a urina até recipientes plásticos contendo 250 mL de solução de ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 20%. Após a coleta, foi determinado o volume total produzido, sendo as amostras homogeneizadas e, em seguida, retiradas alíquotas de 100 mL. Devidamente identificadas, as amostras foram armazenadas a -15°C para posteriores análises laboratoriais.

O sangue foi coletado por punção da veia jugular cerca de 4 horas após a alimentação durante a coleta de urina. O sangue com heparina foi imediatamente centrifugado a 2.000 rpm por 15 minutos, obtendo-se o plasma, que foi armazenado a -15°C.

Tabela 1 - Composição dos ingredientes nas dietas experimentais (%MS)

Item	Nível de uréia (%)			
	0	0,65	1,30	1,95
Feno da capim-Tifton	50,00	50,00	50,00	50,00
Fubá de milho	33,69	37,20	41,13	45,03
Farelo de soja	15,13	10,90	6,25	1,63
Uréia	0,00	0,65	1,30	1,95
Sulfato de amônia	0,00	0,07	0,13	0,20
Cloreto de sódio	0,25	0,25	0,25	0,25
Fosfato bicálcico	0,25	0,25	0,25	0,25
Calcáreo	0,66	0,66	0,66	0,66
Microminerais ¹	0,03	0,03	0,03	0,03

¹ Composição (g/100 kg): sulfato de zinco - 21,70; sulfato de cobre - 8,00; sulfato de cobalto - 0,25; iodato de potássio - 0,022.

Tabela 2 - Teores dos nutrientes das rações contendo diferentes níveis de uréia

Item	Nível de uréia (%)			
	0	0,65	1,5	1,95
MS (%)	86,29	85,97	85,96	86,08
MO ¹	95,20	95,28	95,65	95,73
PB ¹	12,05	12,14	12,45	12,36
NNP ²	12,70	24,96	37,51	45,95
NIDA ²	14,45	14,51	14,59	14,67
NIDN ²	19,05	19,13	19,23	19,33
EE ¹	2,03	2,02	2,05	2,02
CHO ¹	81,13	81,12	81,15	81,35
FDNcp ^{1,3}	41,07	40,97	40,78	41,24
CNFcp ^{1,3,4}	40,06	41,33	42,73	43,65
FDA ¹	23,81	23,62	22,81	22,51
LIG ¹	3,54	3,49	3,68	3,63
NDT ¹	70,23	71,08	71,34	69,86

CHO - carboidratos totais; CNF = carboidratos não-fibrosos.

¹ % da MS; ² % do nitrogênio total; ³ Com correção para cinzas e proteína;

⁴ CNF para dietas com uréia = 100 - [(PB - PB da uréia + %uréia) + EE + Cinzas + FDNcp] (Hall, 2001).

Ao final do experimento, o plasma foi descongelado à temperatura ambiente e analisado para determinação de uréia e creatinina, segundo o método diacetil modificado, com uso de picrato e acidificante, respectivamente, ambos usando kits comerciais. As mesmas análises foram efetuadas nas amostras de urina. A concentração de N-uréico plasmático foi obtida por meio do produto da concentração de uréia no plasma por 0,466, correspondente ao teor de N na uréia.

As depurações plasmáticas de creatinina e uréia foram obtidas pela relação entre a excreção urinária em 24 horas e a concentração plasmática de cada substância, enquanto a excreção fracional de uréia foi determinada por intermédio da relação entre as depurações plasmáticas de uréia e de creatinina, multiplicada por 100.

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o

Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV, 1995).

Os critérios utilizados para escolha do modelo foram o fenômeno estudado, o coeficiente de determinação (r^2 , em %), que foi calculado como a relação entre a soma de quadrado da regressão e a soma de quadrado de tratamento, e a significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste t, a 5% de probabilidade.

Os quatro quadrados latinos foram analisados em conjunto. Para comparação entre os grupos genéticos, foi realizado o teste Tukey, a 5% de probabilidade.

A análise estatística do pH e das concentrações de $N-NH_3$ no líquido ruminal foi realizada em esquema de parcelas subdivididas, em que os níveis de uréia representam as parcelas e os tempos de coleta, as subparcelas, segundo delineamento em quadrado latino 4×4 . Foi feita análise conjunta dos quadrados latinos. Utilizou-se a metodologia de superfície de resposta para avaliação destes parâmetros, que incluiu os efeitos lineares e quadráticos para tempo após alimentação, níveis de uréia e as respectivas interações.

Resultados e Discussão

O pH ruminal apresentou comportamento semelhante para os quatro grupos genéticos (quadrados latinos) e foi afetado pelos tempos de coleta e níveis de uréia ($P < 0,05$). O modelo que melhor se ajustou ao pH ruminal foi: $\hat{Y} = 6,6269 - 0,1022**T + 0,1055**NU$, com R^2 de 0,85, em que T corresponde aos tempos de coleta e NU, aos níveis de uréia. O pH ruminal foi influenciado negativamente pelos tempos de coleta e positivamente pela inclusão de uréia na dieta.

Verificou-se redução linear nos valores de pH do momento do fornecimento da alimentação até oito horas após, mantendo-se os níveis de uréia constantes, devido, provavelmente, à intensificação do processo de fermentação pós-prandial e ao conseqüente aumento nas concentrações de ácidos graxos voláteis.

Constatou-se, também, efeito dos níveis de uréia sobre o pH do líquido ruminal, que aumentou linearmente, quando os níveis de uréia variaram de 0 a 1,95% da MS total, mantendo-se o tempo de coleta fixo. Huber (1984) relatou que, além do fornecimento de amônia para o crescimento microbiano, um dos benefícios da utilização da uréia seria o fato de a mesma manter o pH em uma faixa mais adequada para a digestão da fibra. No entanto, Kropp et al. (1977), avaliando os efeitos de níveis crescentes de uréia (0; 0,8; 1,5 e 2,5% na MS) em dietas à base de 75% de casca de algodão, relataram que o pH ruminal não diferiu entre os tratamentos e apresentou média de 6,1.

As concentrações de $N-NH_3$ ruminal apresentaram comportamentos distintos para os quatro grupos genéticos (quadrados latinos) e foram afetadas pelos tempos de coleta e níveis de uréia ($P < 0,05$).

Para os grupos genéticos Holandês, $\frac{1}{2}$ Holandês-Guzerá e $\frac{1}{2}$ Holandês-Gir, a concentração de $N-NH_3$ apresentou as seguintes equações: $\hat{Y} = 3,8475 + 6,3419**T - 0,8184**T^2 + 5,6316**NU$, com R^2 de 0,58; $\hat{Y} = 4,6157 + 7,3797**T - 0,9909**T^2 + 4,9486**NU$, com R^2 de 0,67 e $\hat{Y} = 6,9355 + 5,6465**T - 0,7269**T^2 + 1,8997**NU$, com R^2 de 0,73, respectivamente, para cada grupo genético, em que T corresponde aos tempos de coleta e NU, aos níveis de uréia. A concentração de $N-NH_3$ foi influenciada quadraticamente pelos tempos de coleta e apresentou aumentos lineares com a elevação das proporções de uréia na ração.

Foram estimados valores máximos de 27,12; 28,01 e 21,61 mg $N-NH_3$ /dL, às 3,87; 3,72 e 3,88 horas após o fornecimento das rações, com o nível de 1,95% de uréia na MS da ração, para os grupos genéticos Holandês, $\frac{1}{2}$ Holandês-Guzerá e $\frac{1}{2}$ Holandês-Gir, respectivamente. Estes valores estão próximos aos relatados por Tibo et al. (2000) e Leão (2002), com animais mestiços, que relataram concentrações máximas de $N-NH_3$ ruminal de 21,87 e 22,74 mg $N-NH_3$ /dL, às 3,60 e 3,52 horas após o fornecimento da ração, respectivamente.

As concentrações de $N-NH_3$ ruminal apresentadas pelos animais zebuínos, de maneira distinta dos demais grupos genéticos, foram influenciadas negativamente pelos tempos de coleta e quadraticamente pelos níveis de uréia (NU) na dieta, segundo a equação $\hat{Y} = 10,6036 - 0,4514**T + 16,6173**NU - 8,2214**NU^2$, com R^2 de 0,42, em que T corresponde aos tempos de coleta. A concentração máxima estimada foi de 19,00 mg/dL antes da alimentação, para o nível de 1,01% de uréia na ração. Este comportamento mostrado para as concentrações de $N-NH_3$ ruminal foi atípico, podendo ser justificado, possivelmente, pela redução do consumo apresentado pelos animais zebuínos frente às maiores inclusões de uréia na ração, sobretudo a partir de 1% de uréia na MS da ração, refletindo, dessa forma, em menores concentrações de $N-NH_3$ ruminal com os maiores níveis de uréia utilizados (Rennó et al., 2005).

Assim como neste estudo, Köster et al. (1997), em avaliação do aumento da proporção de uréia (0; 25; 50; 75 e 100%) na suplementação nitrogenada em novilhos, afirmaram que a concentração de $N-NH_3$ ruminal aumentou linearmente em função da inclusão de uréia no suplemento. Para dietas ricas em concentrado, Milton et al. (1997) e Shain et al. (1998) também relataram que a adição de níveis crescentes de uréia na dieta aumentou linearmente as concentrações de $N-NH_3$ ruminal.

A taxa de produção de N-NH₃ no rúmen reflete a solubilidade e a fermentabilidade da dieta, bem como a produção endógena de compostos nitrogenados (Huntington & Archibeque, 1999). Em virtude do fato de a hidrólise da uréia ser mais rápida que a capacidade de assimilação de amônia pelos microrganismos ruminais (Coelho da Silva & Leão, 1979), espera-se que a concentração de N-NH₃ ruminal aumente em função da inclusão de fontes de compostos nitrogenados mais degradáveis, como a uréia.

Para o N-uréico plasmático, os animais ½ Holandês-Guzerá apresentaram o maior valor, porém não diferiram dos ½ Holandês-Gir e Zebu (P>0,05), os quais, no entanto, não diferiram dos holandeses (P>0,05), que mostraram o menor valor para essa variável (Tabela 3).

Observa-se que, para a excreção fracional de uréia, os animais holandeses e os ½ Holandês-Gir apresentaram os maiores valores, não diferindo dos animais ½ Holandês-Guzerá (P>0,05), que, por outro lado, não diferiram dos zebuínos (P>0,05). Valadares et al. (1997b), em estudo com animais zebuínos, verificaram que a excreção fracional de uréia aumentou linearmente em função da PB dietética, apresentando média de 37,10% para a ração com 12% de PB. Aires (1985) relatou que essa variável pode estar entre 30 e 60%, no entanto, Harmeyer & Martens (1980) afirmaram que este parâmetro é constante em ruminantes, próximo de 50%. Neste estudo, apesar de a excreção fracional de uréia ter sido estatisticamente diferente entre os grupos genéticos, numericamente está próxima de 40% para todos os animais.

A excreção diária de uréia, expressa em mg/kg PV, não diferiu entre os animais holandeses e mestiços (P>0,05), sendo superior à excreção apresentada pelos zebuínos (P<0,05). Este resultado pode ser atribuído às maiores ingestões de compostos nitrogenados verificadas nos novilhos holandeses e mestiços em relação aos zebuínos, conforme descrição em Rennó et al. (2005). Também

Chizzotti et al. (2007) não observaram efeito de tratamento sobre a excreção diária de creatinina.

Com relação à excreção diária de creatinina, expressa em mg/kg PV, não houve diferença entre os grupos genéticos (P>0,05). Este resultado está de acordo com a afirmação de Brody (1945), citado por Pimpa et al. (2001), que relataram que, para animais de diferentes tamanhos, dentro da mesma espécie, a excreção de creatinina é diretamente proporcional ao peso vivo. Rennó et al. (2000) relataram que a excreção diária de creatinina, em quatro experimentos conduzidos com novilhos não-castrados mestiços e zebuínos, apresentou média de 27,36 mg/kg PV.

A concentração de N-uréico plasmático aumentou linearmente em função dos níveis de uréia, provavelmente, em decorrência do mesmo comportamento observado para as concentrações de N-NH₃ ruminal, posto que, segundo Harmeyer & Martens (1980), a concentração de N-uréico plasmático, que é sintetizada no fígado, é proporcional à quantidade de amônia produzida no rúmen (Tabela 4).

Rennó et al. (2000), avaliando a concentração de N-uréico plasmático em quatro experimentos, com animais mestiços e zebuínos, em diferentes condições dietéticas, relataram que esse parâmetro reflete a relação proteína:energia da dieta, bem como a porcentagem de PB da ração.

Em estudo com novilhos submetidos a dietas contendo 60% de silagem de milho, Cecava & Hancock (1994) relataram concentração de N-uréico plasmático maior para dieta contendo uréia que para aquelas contendo diferentes combinações de farelo de soja e farinha de pena. Brown & Adjei (2001), avaliando a suplementação nitrogenada com uréia e/ou farinha de pena para novilhos em pastejo, verificaram que a concentração plasmática de N-uréico, no terceiro ano do estudo, foi superior para os novilhos suplementados com uréia (14,3 mg/dL) que para os não-suplementados (6,6 mg/dL).

A excreção fracional de uréia apresentou comportamento linear decrescente em função dos níveis de uréia na dieta (P<0,01). Valadares et al. (1997b) relataram que a excreção fracional de uréia é um parâmetro variável em função da concentração de nitrogênio da ração, que possibilita maior conservação de uréia a baixas ingestões de N e maior excreção a altas ingestões de N. Neste trabalho, o comportamento para a excreção fracional de uréia não foi condizente com essa observação.

A excreção diária de uréia, apesar de não ter sido influenciada pelas proporções de uréia na dieta (P>0,05), mostrou numericamente os maiores valores para os níveis com maior inclusão de uréia na dieta. Este resultado reflete as maiores concentrações de N-uréico plasmático para as rações com maior proporção de uréia na dieta, visto que,

Tabela 3 - N-uréico plasmático (NUP), em mg/dL, excreção fracional de uréia (EFU, %) e excreções diárias de uréia (EUPV, mgU/kg PV) e de creatinina (ECPV, mgC/kg PV), em função dos grupos genéticos

Item	Grupo genético				CV%
	Holandês	½Hol-Guz	½Hol-Gir	Zebu	
NUP	14,54b	18,40a	17,28ab	16,15ab	12,88
EFU	41,76a	39,84ab	43,30a	37,07b	12,87
EUPV	357,62a	377,71a	388,19a	278,48b	19,88
ECPV	26,61a	28,68a	28,72a	27,04a	17,36

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.

Tabela 4 - N-uréico plasmático (NUP), em mg/dL, excreção fracional de uréia (EFU, %) e excreções diárias de uréia (EUPV, mgU/kg PV) e de creatinina (ECPV, mgC/kg PV), em função dos níveis de uréia (NU) da ração

Item	Nível de uréia				Regressão	r ²
	0	0,65	1,3	1,95		
NUP	14,23	16,00	18,17	17,98	$\hat{Y} = 14,583 + 2,064^{**}NU$	0,87
EFU	44,42	42,87	38,33	36,33	$\hat{Y} = 44,811 - 4,432^{**}NU$	0,96
EUPV	325,28	350,92	361,82	363,99	$\hat{Y} = 350,50$	
ECPV	27,41	27,03	28,34	28,25	$\hat{Y} = 27,76$	

** P<0,01, teste t.

segundo Harmeyer & Martens (1980), a concentração plasmática é o principal determinante da excreção de uréia urinária. Rennó et al. (2000) obtiveram equação linear crescente entre a excreção de N-uréico e a concentração de N-uréico plasmática.

A excreção diária de creatinina, expressa em mg/kg PV, não foi influenciada pela adição de uréia nas rações (P>0,05). Ørskov & Macleod (1982) relataram relativa constância na excreção de creatinina e afirmaram ser pouco afetada pelo teor de compostos nitrogenados da dieta. Resultados encontrados na literatura, em estudos com novilhos (Valadares et al. 1997b; Rennó et al. 2000), descreveram que esse parâmetro é constante e não variou em função de diferenças dietéticas. Vale salientar que, nesta pesquisa, obteve-se excreção de creatinina média de 27,76 mg/kg PV, valor próximo ao descrito por Rennó et al. (2000), de 27,36 mg/kg PV. A mensuração deste parâmetro em coletas de urina em 24 horas é essencial para que se possa efetuar a estimativa do volume urinário, quando se utiliza uma única amostra diária de urina (spot).

Considerando o peso vivo médio dos novilhos de 301,27 kg e a equação descrita por Swanson (1977), que estima o nitrogênio urinário endógeno (NUE) como $0,44 PV^{0,5}$, calculou-se o NUE de 7,637 gN/dia. A excreção de creatinina foi, em média, 8,424 g/dia, 10,31% maior que o valor de NUE calculado. Valadares et al. (1997b), utilizando novilhos zebuínos, relataram que a excreção de creatinina foi de 6,797 g/dia, 8,81% menor que o NUE estimado conforme Swanson (1977), de 7,396 g N/dia. Rennó et al. (2000), em estudo com animais mestiços e zebuínos, em quatro experimentos, obtiveram excreção de creatinina média de 7,814 g/dia, 5,48% maior que o NUE, de 7,408 g N/dia.

Conclusões

O pH ruminal apresentou comportamento semelhante para os grupos genéticos e foi aumentado linearmente pela inclusão de uréia na dieta, o que também ocorreu para N-NH₃ ruminal para os animais holandeses e mestiços.

A concentração plasmática de N-uréico aumentou linearmente em função da adição de uréia na ração.

A excreção de creatinina não foi influenciada pelos grupos genéticos, nem pelos níveis de uréia na dieta, apresentando valor médio de 27,76 mg/kg PV. Isto permite usar a creatinina para a estimativa do volume urinário de bovinos alimentados com diferentes dietas. Sugere-se também que as perdas urinárias endógenas de compostos nitrogenados podem ser estimadas a partir da excreção de creatinina.

Literatura Citada

- AIRES, M.M. **Fisiologia básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1985. 564p.
- BALCELLS, J.; GUADA, J.A.; CASTRILLO, C. et al. Rumen digestion and urinary excretion of purine derivatives in response to urea supplementation of sodium-treated straw fed to sheep. **British Journal of Nutrition**, v.69, p.721-732, 1993.
- BROWN, W.F.; ADJEI, M.B. Urea and (or) feather meal supplementation for yearling steers grazing limpgrass (*Hemarthria altissima* var. "Floralta") pasture. **Journal of Animal Science**, v.79, p.3170-3176, 2001.
- CATON, J.S.; DHUYVETTER, D.V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. **Journal of Animal Science**, v.75, p.533-542, 1997.
- CECAVA, M.J.; HANCOCK, D.L. Effects of anabolic steroids on nitrogen metabolism and growth of steers fed corn silage and corn-based diets supplemented with urea or combinations of soybean meal and feathermeal. **Journal of Animal Science**, v.72, p.515-522, 1994.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.138-146, 2007.
- CHURCH, D.C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: O & Books Inc., 1988. 564p.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livrocere, 1979. 380p.
- HALL, B.H. Recent advanced in non-NDF carbohydrates for the nutrition of lactating cows. In: SINLEITE - BOVINOCULTURA DE LEITE: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.161-178.
- HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1707-1728, 1980.
- HUBER, J.T. Uréia em nível de rúmen. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS - URÉIA PARA RUMINANTES,

- 2., 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1984. p.6.
- HUNTER, R.A.; SIEBERT, B.D. Utilization of low-quality roughage by *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **British Journal of Nutrition**, v.53, p.649-656, 1985.
- HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. **Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants**. Raleigh: American Society Animal Science, 1999. p.1-11.
- KENNEDY, P.M.; MILLIGAN, L.P. The degradation and utilization of endogenous urea in the gastrointestinal tract of ruminants: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.60, p.205-221, 1980.
- KÖSTER, H.H.; COCHRAN, R.C.; TITGEMEYER, E.C. et al. Effect of increasing proportion of supplemental nitrogen from urea on intake and utilization of low-quality, tallgrass-prairie forage by beef steers. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1393-1399, 1997.
- KROPP, J.R.; JOHNSON, R.R.; MALES, J.R. et al. Microbial protein synthesis with low quality roughage rations: level and source of nitrogen. **Journal of Animal Science**, v.46, p.844-854, 1977.
- LAPIERRE, H.; LOBLEY, G.E. Nitrogen recycling in the ruminant: a review. **Journal of Dairy Science**, v.84(Supl. E), E223-236, 2001.
- LEÃO, M.I. **Metodologias de coletas de digestas omasal e abomasal em novilhos submetidos a três níveis de ingestão: consumo, digestibilidade e produção microbiana**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2002. 57p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2002.
- MALNIC, G.; MARCONDES, M. **Fisiologia renal**. 3.ed. São Paulo: EPU, 1986. 409p.
- MILTON, C.T.; BRANDT JR., R.T.; TITGEMEYER, E.C. Urea in dry-rolled corn diets: finishing steer performance, nutrient digestion, and microbial protein production. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1415-1424, 1997.
- NOLAN, J.V. Nitrogen kinetics. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Eds.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Wallingford: CAB International, 1993. p.123-143.
- ØRSKOV, E.R.; MACLEOD, N.A. The determination of the minimal nitrogen excretion in steers and dairy cows and physiological and practical implications. **British Journal of Nutrition**, v.47, p.625-636, 1982.
- PIMPA, O.; LIANG, J.B.; JELAN, Z.A. et al. Urinary excretion of duodenal purine derivatives in Kedah-Kelantan cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.92, p.203-214, 2001.
- PRESTON, R.L.; SCHNAKENBERG, D.D.; PFANDER, W.H. Protein utilization in ruminants. I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. **Journal of Nutrition**, v.86, p.281-288, 1965.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. Níveis de uréia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: consumo e digestibilidades totais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1775-1785, 2005.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Concentração plasmática de uréia e excreções de uréia e creatinina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1235-1243, 2000.
- RIHANI, N.; GARRETT, W.N.; ZINN, R.A. Influence of level of urea and method of supplementation on characteristics of digestion of high-fiber diets by sheep. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1657-1665, 1993.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.
- RUSSELL, J.B.; ONODERA, R.; HINO, T. Ruminal protein fermentation: new perspectives and previous contradictions. In: TSUDA, T.; SASAKI, Y.; KAWASHIMA, R. (Eds.). **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**. New York: Academic Press, 1991. p.681-697.
- RUSSELL, J.B.; SHARP, W.M.; BALDWIN, R.L. The effect of pH on maximum bacterial growth rate and its possible role as a determinant of bacterial competition in the rumen. **Journal of Animal Science**, v.48, p.251-258, 1979.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. **British Journal of Nutrition**, v.32, p.199-209, 1974.
- SHAIN, D.H.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J. et al. Effect of degradable intake protein level on finishing cattle performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, v.76, p.242-248, 1998.
- SWANSON, E.W. Factors for computing requirements of protein for maintenance of cattle. **Journal of Dairy Science**, v.60, p.1583-1593, 1977.
- TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore. 2. Balanço nitrogenado, eficiência microbiana e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.921-929, 2000.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – SAEG. **Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Viçosa, MG, 1995. (Apostila).
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidades e balanços de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1259-1263, 1997a.
- VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; GONÇALVES, L.C. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1270-1278, 1997b.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Comstock Publication Association, 1994. 476p.
- VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.