

Concentração Plasmática de Uréia e Excreções de Uréia e Creatinina em Novilhos

Luciana Navajas Rennó², Rilene Ferreira Diniz Valadares³, Sebastião de Campos Valadares Filho⁴, Maria Ignez Leão⁴, José Fernando Coelho da Silva⁵, Paulo Roberto Cecon⁶, Lúcio Carlos Gonçalves⁷, Helder Luiz Chaves Dias⁸, Ricardo Sampaio Linhares⁹

RESUMO - O trabalho foi conduzido com os objetivos de determinar a concentração plasmática de N-uréia (NUP), a excreção fracional de uréia (EFU) e as excreções de uréia (EU) e creatinina (EC), para várias condições experimentais; estabelecer a relação entre NUP, excreção fracional de uréia e excreção de uréia com a porcentagem de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) da dieta; e avaliar as perdas urinárias endógenas, por meio da determinação da excreção de creatinina. Nos experimentos I e II, foram utilizadas rações constituídas de 25,0; 37,5; 50,0; 62,5; e 75,0% de concentrado formuladas para apresentarem níveis variados de proteína de acordo com a energia da dieta e níveis semelhantes de proteína (12% de PB), respectivamente. No experimento III, o nível de concentrado foi fixo (40%), sendo variável a idade de corte da gramínea. No experimento IV, as rações foram constituídas de 20,0; 32,5; 45,0; 57,5; e 70,0% de concentrado com, aproximadamente, 12% de PB. Utilizou-se o delineamento experimental em quadrado latino 5 x 5 para todos os experimentos, com exceção do III (4x4). Da urina total coletada em 24 horas, foram determinadas as excreções de uréia e creatinina. Para os experimentos I e III, a concentração de NUP variou linearmente com a porcentagem de PB e FDN da dieta; a excreção fracional de uréia e a excreção de uréia também variaram da mesma forma para todos os experimentos. A excreção de uréia aumentou linearmente com a concentração de NUP. A excreção de creatinina não foi influenciada pelo teor de PB dietético e foi proporcional ao peso corporal para todos os experimentos, com valor médio diário de 27,36 mg/kg PV, podendo ser usada para estimar as perdas endógenas de compostos nitrogenados.

Palavras-chave: creatinina, novilhos, uréia

Plasma Urea Concentration and Urea and Creatinine Excretions in Steers

ABSTRACT - The work was carried out to evaluate the plasma N-urea concentration (NUP), the urea fractional excretion (UFE) and the creatinine (CE) and urea (EU) excretions for several experimental conditions; to establish the relation among NUP, the urea fractional excretion and the urea excretion with the dietary crude protein (CP) and NDF percentage; and to evaluate the urinary endogenous losses, by means of the creatinine excretion determination. In the experiments I and II, diets with 25.0, 37.5, 50.0, 62.5, and 75.0% of concentrate formulated were used to have different protein levels according to the dietary energy, or similar protein levels (12%CP), respectively. In the experiment III, concentrate level was fixed (40%), and the forage cut age was variable. In the experiment IV, diets were constituted on 20.0, 32.5, 45.0, 57.5, and 70.0% of concentrate, with approximately 12% CP. An experimental 5 x 5 latin square design, except for the experiment III (4 x 4), was used. From the total urine collected in 24 hours, the urea and creatinine excretions were determined. For the experiments I and III, the NUP concentration linearly changed as the dietary CP and NDF percentage increased. The fractional urea excretion and the urine excretions varied the same way for all treatments. The creatinine excretion was not influenced by the dietary CP content being proportional to the body weight for all experiments, with an average value of 27.36 mg/day/LW, and it could be used to estimate the endogenous losses of nitrogenous compounds.

Key Words: creatinine, steers, urea

¹ Parte da Tese apresentada à UFV, para obtenção do título "Magister Scientiae". Projeto parcialmente financiado pela FAPEMIG.

² Estudante de Doutorado da UFV. E.mail: Inrenno@alunos.ufv.br

³ Professor do Departamento de Medicina Veterinária/UFV.

⁴ Professor do Departamento de Zootecnia/UFV.

⁵ Professor da UENF. Campos dos Goytacazes, RJ.

⁶ Professor do Departamento de Matemática.

⁷ Professor do Departamento de Zootecnia/UFMG.

⁸ Professor do Departamento de Zootecnia/UEMA.

⁹ Estudante de Graduação/UFV.

Introdução

A amônia, oriunda principalmente da fermentação do alimento no rúmen, da autólise de células e da uréia reciclada e dietética, penetra na célula microbiana por difusão passiva, principalmente na forma de NH_3 . A assimilação de amônia se faz, principalmente, pelos processos envolvendo glutamato-desidrogenase dependente de NADPH e glutamina/glutamato-sintetase (NOLAN, 1993). Se a concentração de amônia é baixa, a eficiência do crescimento microbiano é reduzida, porque o ATP é desviado do crescimento para o processo de captação de compostos nitrogenados (N) pela glutamina/glutamato-sintetase. Quando se tem alta concentração de amônia, a principal via de captação de N é a glutamato-desidrogenase (CHURCH, 1988).

A amônia que não é utilizada pelos organismos é absorvida pela parede do rúmen (NOLAN, 1993) e vai ao fígado por meio da circulação sanguínea, onde entra no ciclo da uréia (VISEK, 1979; COELHO DA SILVA e LEÃO, 1979). No ciclo da uréia, a amônia reage com o CO_2 mitocondrial para formar carbamilsulfato, na presença de carbamilsulfato-sintetase. Apenas metade do N-uréico é originária da amônia livre, sendo o N restante proveniente do aspartato citoplasmático, que atua como doador específico de N na conversão da citrulina em arginina (VISEK, 1979; HARMEYER e MARTENS, 1980; e LOBLEY et al., 1995).

Com baixa disponibilidade de energia e alta de proteína, a taxa na qual a energia é gerada para o crescimento microbiano não é sincronizada com a degradação mais rápida da proteína (RUSSELL et al., 1991). Quantidades elevadas de aminoácidos resultantes da proteólise são deaminadas e utilizadas como fonte de energia (RUSSELL et al., 1992). Em consequência, ocorre maior produção de amônia e o seu excesso é absorvido e perdido, pela urina, na forma de uréia (MORRISON e MACKIE, 1996).

Durante períodos de alta disponibilidade ruminal de N, observam-se elevadas concentrações sanguíneas de uréia. Conforme verificado por ROSELER et al. (1993), HENNESSY et al. (1995), VALADARES et al. (1997b), MOSCARDINI et al. (1998), CANNAS et al. (1998) e WILSON et al. (1998), a concentração plasmática de uréia é positivamente relacionada com a ingestão de N. VALADARES et al. (1997b), utilizando novilhos zebus alimentados com rações contendo 45% de concentrado e teores de proteína bruta (PB) variando

de 7,0 a 14,5%, verificaram, por meio de análise de regressão, que a faixa de concentração plasmática de N-uréia de 13,52 a 15,15 mg/dL correspondeu à máxima eficiência microbiana e, provavelmente, representaria o limite a partir do qual estaria ocorrendo perda de proteína para esses animais.

Parte da uréia sanguínea é transferida ao rúmen por intermédio da saliva ou do epitélio ruminal. Segundo NOLAN (1993), a transferência de uréia na saliva é o produto do fluxo salivar pela concentração de uréia na saliva e corresponde a 30 a 60% da concentração sanguínea. Já a transferência através do epitélio ruminal ocorre, provavelmente, por difusão passiva, sendo que a camada epitelial queratinizada constitui barreira para o movimento da uréia, mas é menos efetiva para a amônia formada, pela ação da urease produzida, pelas bactérias que proliferam nas camadas epiteliais cornificadas. Então, o potencial para transferência de uréia para o rúmen é aumentado, se há alta concentração sanguínea, grande atividade de urease, baixo pH ruminal e diminuição da concentração ruminal de amônia (SIDONS et al., 1985; RÉMOND et al., 1993).

Segundo MALNIC e MARCONDES (1986), a uréia plasmática é eliminada através dos rins, por filtração glomerular e reabsorção tubular por processo passivo, secundário à reabsorção de fluidos. Assim, a quantidade de uréia excretada é influenciada por estas funções, além de ser, de acordo com HARMEYER e MARTENS (1980), alterada principalmente pela concentração plasmática.

Segundo PITTS (1976), a fração de uréia filtrada, que é reabsorvida, é constante, resultando na variação direta da reabsorção absoluta de uréia (mg/min), em função da concentração plasmática. AIRES (1985) citou que a excreção fracional de uréia pode variar de 0,30 a 0,60, enquanto HARMEYER e MARTENS (1980) afirmaram que esta é constante em ruminantes, aproximadamente 0,50. Entretanto, Schmidt-Nielsen e Osaki (1958), citados por SWENSON (1988), demonstraram que a excreção fracional de uréia diminui com o decréscimo do teor de proteína digestível da dieta. VALADARES et al. (1997b), verificaram excreção fracional de 0,50, apenas para os animais alimentados com dieta contendo 14,5% de PB. Os autores obtiveram regressão linear simples positiva entre excreção fracional de uréia e teores de PB das dietas e sugeriram que, em ruminantes, apesar de a reabsorção de uréia aumentar com a carga filtrada, sendo a excreção fracional variável, a reabsorção não é percentual constante, possibilitando

maior conservação de uréia a baixas ingestões de N e maior excreção a altas ingestões.

A taxa de filtração glomerular (TFG) pode ser definida como o volume de plasma que é filtrado nos rins, por minuto, sendo freqüentemente expressa em função do peso corporal. Para estimativa da TFG, tem sido usada a técnica de depuração plasmática, que se constitui na relação entre a quantidade excretada e a concentração plasmática de uma substância, representando o volume virtual de plasma depurado da substância, por minuto (MALNIC e MARCONDES, 1986). A substância cuja depuração plasmática serve como estimativa da TFG, entre outras características, deve ser livremente filtrável no glomérulo e não ser reabsorvida nem secretada pelos túbulos renais.

A depuração plasmática de creatinina endógena também é usada para estimar a TFG (BROWN et al., 1990). A creatinina é formada, no músculo, pela remoção irreversível e não-enzimática de água do fosfato de creatina, que é originada do metabolismo de aminoácidos. A formação de creatinina parece ser um passo necessário à excreção da maior parte da creatina (HARPER et al., 1982).

A excreção urinária de creatinina parece não ser afetada pelo teor de proteína da dieta. COTO et al. (1988) não observaram variação significativa na excreção urinária de creatinina, média de 0,29 g/dia, trabalhando com ovinos machos de 38 a 48 kg, alimentados com dietas variando de 9 a 11% de PB. TOPPS e ELLIOT (1967) relataram excreção de creatinina constante, média 285 mg/dia, utilizando 16 ovinos alimentados com dietas contendo diferentes proporções concentrado:volumoso e teores protéicos de 4, 6, 8 e 10% de PB. Em vacas Simental, a constância da excreção de creatinina, apesar da variação na ingestão de PB, foi demonstrada por SUSMEL et al. (1994). VAGNONI et al. (1997) também demonstraram excreção constante; no entanto, VAGNONI e BRODERICK (1997) encontraram aumento na excreção de creatinina, com o incremento da inclusão de milho com alta umidade na dieta, e MOSCARDINI et al. (1998), com a elevação do teor de proteína na dieta. Entretanto, a excreção de creatinina não foi expressa em relação ao peso vivo.

ØRSKOV e MACLEOD (1982) sugeriram que a excreção de creatinina pode ser utilizada para avaliação da excreção endógena de N.

SWANSON (1977) relatou que, como os ruminantes não podem ser mantidos com rações isentas de N, devido aos requisitos dos microrganismos, nem

com dietas contendo alto teor de proteína, que aumentam o N urinário, em decorrência da perda de amônia, foram selecionadas da literatura várias pesquisas em que bovinos foram alimentados com dietas contendo baixos teores de N e altos de energia, evitando perdas de amônia no rúmen. Nessas dietas, o N urinário decrescia diariamente, durante cinco a sete dias, estabilizando-se em valor mínimo, sendo considerado como nitrogênio urinário endógeno (NUE). Com base em 82 estimativas de NUE, associado com o peso vivo, esse autor encontrou NUE (g/dia) igual a $0,44\text{kg}^{0,5}$.

VALADARES et al. (1997b), utilizando novilhos zebuínos, encontraram excreção média de creatinina de 6,797 g/dia, próxima ao NUE estimado conforme SWANSON (1977), para peso vivo médio de 282,56 kg, que foi de 7,396 g N/dia.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar a concentração de uréia no plasma, a excreção fracional de uréia e as excreções de uréia e creatinina em bovinos, bem como a relação destes parâmetros com o teor de PB e fibra em detergente neutro (FDN) da dieta.

Material e Métodos

O local, as instalações e o manejo dos novilhos foram descritos por RENNÓ et al. (2000) e a metodologia para coleta de urina, por VALADARES et al. (1997a).

O sangue foi coletado ao final do período de coleta de urina, por punção da veia jugular. O sangue com heparina foi imediatamente centrifugado a 2000 rpm por 15 minutos, obtendo-se o plasma, que foi armazenado a -15°C , conforme descrito por VALADARES et al. (1997b). Ao final do experimento, o plasma foi descongelado à temperatura ambiente e analisado para determinação de uréia e creatinina, segundo o método diacetil modificado e com uso de picrato e acidificante, respectivamente, ambos kits comerciais (Labtest). As mesmas análises foram efetuadas nas amostras de urina.

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.

As excreções diárias de N-uréia e N-creatinina foram obtidas por meio do produto das concentrações

de uréia e creatinina pelo volume urinário de 24 horas, multiplicado por 0,466 ou 0,3715, correspondente aos teores de N na uréia e creatinina, respectivamente.

Foram utilizados quatro experimentos, constituindo teses de Mestrado, DIAS (1999), CARDOSO (1999), e Doutorado - RIBEIRO (1999) e CARVALHO (1996), correspondendo, respectivamente, aos experimentos I, II, III e IV. Os teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia metabolizável (EM) das rações utilizadas em cada um dos experimentos (I, II e IV) encontram-se na Tabela 1. No

experimento III, o nível de concentrado da ração foi fixo e a idade de corte da gramínea, variável, 28, 35, 42 e 56 dias, apresentando respectivos teores médios de PB, 13,18; 12,64; 11,92; e 10,10; FDN, 53,3; 53,2; 53,9; e 54,8; NDT, 74,0; 70,93; 72,95; e 67,48, expressos em % de MS; e concentração de EM de 2,68; 2,56; 2,64; e 2,44, expressa em kcal/g MS.

Os dados foram avaliados por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV, 1995).

Tabela 1 - Teores médios de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), nutrientes digestíveis totais (NDT) e concentração de energia metabolizável, para as rações dos experimentos I, II e IV, em função dos níveis de concentrado

Table 1 - Average crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and total digestible nutrients (TDN) contents and metabolizable energy concentration, for diets of experiments I, II and IV, in function of the concentrate levels

Item	Nível de concentrado									
	Level of concentrate									
	20,0	25,0	32,5	37,5	45,0	50,0	57,5	62,5	70,0	75,0
Experimento I										
<i>Experiment I</i>										
PB ¹		11,25		12,10		13,35		15,09		14,81
CP										
FDN ¹		59,33		49,76		40,70		32,66		31,76
NDF										
NDT ¹		51,15		56,13		58,78		66,88		72,76
TDN										
EM ²		1,85		2,03		2,12		2,41		2,63
ME										
Experimento II										
<i>Experiment II</i>										
PB ¹		11,35		11,17		11,48		11,62		12,52
CP										
FDN ¹		65,49		56,88		48,15		39,27		29,89
NDF										
NDT ¹		55,87		59,55		67,17		66,97		76,40
TDN										
EM ²		2,02		2,15		2,43		2,42		2,76
ME										
Experimento IV										
<i>Experiment IV</i>										
PB ¹	11,85		11,99		12,25		12,10		12,15	
CP										
FDN ¹	68,09		59,50		52,67		42,31		36,97	
NDF										
NDT ¹	55,04		62,58		65,62		66,16		67,49	
TDN										
EM ²	1,99		2,26		2,37		2,39		2,44	
ME										

¹ Porcentagem da MS (DM percentage).

² kcal/g MS (kcal/g DM).

Resultados e Discussão

Na Tabela 2, são apresentadas as concentrações de N-uréia plasmática (NUP); excreção fracional de uréia (EFU) e as excreções diárias de uréia (U), N-uréia (N-U), creatinina (C) e N-creatinina (N-C), em função dos níveis de concentrado na ração do experimento I. O aumento nos níveis de PB, de 11,25 para 14,81, foi concomitante ao aumento nos valores de energia metabolizável (EM) da dieta, de 1,85 para 2,63 kcal/g de MS.

A concentração de NUP apresentou comportamento linear decrescente ($P < 0,05$) com o aumento da inclusão de concentrado na ração. Deveria ocorrer elevação na concentração de NUP, já que a quantidade de PB da dieta aumentou e a relação PB:EM foi praticamente a mesma (ROSELER et al., 1993; MOSCARDINI et al., 1998). O excesso de proteína em relação à energia da dieta no nível de 25% de concentrado pode ter contribuído para o comportamento linear decrescente na concentração de NUP.

A excreção fracional de uréia demonstrou comportamento linear crescente ($P < 0,05$), em função do aumento dos níveis de concentrado da ração. SWENSON (1988) verificou que a excreção fracional de uréia se elevou com o aumento do teor de proteína digestível da dieta. VALADARES et al. (1997b) concluíram que a excreção fracional de uréia é variável, possibilitando maior conservação de uréia a baixas ingestões e maior excreção a altas ingestões de N.

As excreções diárias de uréia e N-uréia, obtidas em relação ao PV, não foram afetadas pelos níveis de concentrado, apresentando valores médios diários de 184,85 mg U/kg PV e 86,14 mg N-U/kg PV, respectivamente. Comportamento semelhante foi observado quanto às excreções diárias de creatinina e N-creatinina, em relação ao PV, cujos valores médios obtidos foram de 30,31 mg C/kg PV e 11,26 mg N-C/kg PV. A constância na excreção de creatinina foi verificada, em ovinos, por TOPPS e ELLIOT (1967) e COTO et al. (1988) e, em vacas lactantes, por SUSMEL et al. (1994) e VAGNONI et al. (1997). Contudo, os autores não se referiram à excreção por kg de PV, dificultando comparações.

ØRSKOV e MACLEOD (1982) sugeriram que a excreção de creatinina poderia prever a excreção endógena de N. SWANSON (1977) relatou que o nitrogênio urinário endógeno (NUE) é obtido por $NUE = 0,44PV^{0,5}$. Neste experimento, o peso vivo médio dos novilhos foi de 274,48 kg e o NUE, conseqüentemente, 7,289 g N/dia. A excreção de creatinina foi, em média, 8,319 g/dia, próxima ao valor de NUE calculado. VALADARES et al. (1997b) também obtiveram valores de NUE e excreção de creatinina semelhantes (7,396 g N/dia e 6,797 g/dia), em bovinos com peso vivo médio de 282,56 kg.

Na Tabela 3, são demonstradas as mesmas variáveis da Tabela 2, para o experimento II, no qual as rações foram isoprotéicas, com teores de PB de aproximadamente 12% e valor energético crescente, em função dos níveis de concentrado.

Tabela 2 - Médias, regressão e coeficientes de determinação (r^2) e variação (CV%) para N-uréia plasmática (NUP, mg/dL), excreção fracional de uréia (EFU, %), excreções diárias de uréia (EUPV, mgU/kgPV) e N-uréia (ENUPV, mgN-U/kgPV) e excreções diárias de creatinina (ECPV, mgC/kgPV) e N-creatinina (ENCPV, mgN-C/kgPV), em função dos níveis de concentrado na ração (X), experimento I

Table 2 - Means, regression, and coefficients of determination (r^2) and variation (CV%) for plasma N-urea (NUP, mg/dL), urea fractional excretion (UFE, %), daily urea (EUPV, mgU/kgPV) and N-urea (ENUPV, mgN-U/kgPV) excretions and daily creatinine (ECPV, mgC/kgPV) and N-creatinine (ENCPV, mgN-C/kgPV) excretions, on the concentrate levels in the diet (X), experiment I

Item	Nível de concentrado Level of concentrate					Regressão Regression	r^2	CV%
	25,0	37,5	50,0	62,5	75,0			
NUP	8,64	6,68	6,46	5,88	6,69	$\hat{Y} = 8,756 - 0,038 * X$	0,51	20,46
EFU	41,73	52,23	50,15	56,64	70,29	$\hat{Y} = 29,594 + 0,492 * X$	0,86	30,66
EUPV	193,13	152,80	173,61	191,85	212,87	$\hat{Y} = 184,85$		24,58
ENUPV	90,00	71,20	80,90	89,40	99,20	$\hat{Y} = 86,14$		24,58
ECPV	30,15	27,28	31,86	32,55	29,70	$\hat{Y} = 30,31$		26,82
ENCPV	11,20	10,13	11,83	12,09	11,03	$\hat{Y} = 11,26$		26,82

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t.

** Significant at 5% of probability, by t test.

Tabela 3 - Médias, regressão e coeficientes de determinação (r^2) e variação (CV%) para N-uréia plasmática (NUP, mg/dL), excreção fracional de uréia (EFU, %), excreções diárias de uréia (EUPV, mgU/kgPV) e N-uréia (ENUPV, mgN-U/kgPV) e excreções diárias de creatinina (ECPV, mgC/kgPV) e N-creatinina (ENCPV, mgN-C/kgPV), em função dos níveis de concentrado na ração (X), experimento II

Table 3 - Means, regression and coefficients of determination (r^2) and variation (CV%) for plasma N-urea (NUP, mg/dL), urea fractional excretion (UFE, %), daily urea (UELW, mgU/kgLW) and N-urea (ENULW, mgN-U/kg LW) excretions and daily creatinine (CELW, mgC/kgLW) and N-creatinine (NCELW, mgN-C/kgLW) excretions, on the concentrate levels in the diet (X), experiment II

Item	Nível de concentrado Level of concentrate					Regressão Regression	r^2	CV%
	25,0	37,5	50,0	62,5	75,0			
NUP	8,77	7,03	8,58	6,37	7,64	$\hat{Y}=8,805-0,023^{***}X$	0,22	16,10
EFU	62,23	52,05	44,19	54,97	47,29	$\hat{Y}=62,929-0,216^*X$	0,37	15,20
EUPV	289,70	189,74	177,50	183,31	197,74	$\hat{Y}=292,736-1,667^{**}X$	0,43	22,56
ENUPV	139,19	88,42	82,71	85,42	92,15	$\hat{Y}=136,415-0,777^{**}X$	0,43	22,56
ECPV	37,15	32,24	29,33	30,16	33,97	$\hat{Y}=32,57$		18,69
ENCPV	13,80	11,98	10,90	11,21	12,62	$\hat{Y}=12,10$		18,69

*, ** e *** Significativo a 5, 1 e 10% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

*, ** and *** Significant at 5, 1 and 10% of probability, respectively, by t test.

A concentração de NUP, que apresentou comportamento linear decrescente ($P < 0,10$) em relação aos níveis de concentrado da ração, parece viável, pois, segundo HARMEYER e MARTENS (1980), a concentração de uréia no sangue está diretamente relacionada à quantidade de proteína e à relação energia:proteína da ração. CANNAS et al. (1998), trabalhando com ovelhas alimentadas com diferentes quantidades de PB, combinadas com dois níveis de densidade energética da ração, também obtiveram menores concentrações de NUP para combinação entre menor porcentagem de PB e maior densidade energética.

Para a excreção fracional de uréia, também foi obtido comportamento linear decrescente ($P < 0,05$), em função dos níveis de concentrado na ração, mostrando que este parâmetro é variável e positivamente correlacionado com a concentração de NUP, conforme THORNTON e WILSON (1972), que obtiveram resposta linear significativa entre excreção fracional de uréia e concentração plasmática de N-uréia: $EFU = 0,41 + 0,005 \text{ N-uréia}$ ($r = 66\%$) ($P < 0,001$).

As excreções diárias de uréia e N-uréia em relação ao peso vivo demonstraram comportamento linear decrescente ($P < 0,01$), acompanhando os perfis de NUP e excreção fracional de uréia; já as excreções diárias de creatinina e N-creatinina em relação ao peso vivo não foram afetadas pelos níveis de concentrado da dieta, cujos valores médios diários foram de 32,57 e 12,10 mg /kg PV, respectivamente.

Neste experimento, o peso vivo médio dos novilhos

foi de 327,28 kg e o NUE, por conseguinte, 7,959 g N/dia. A excreção de creatinina média foi de 10,618 g/dia, 33,41% superior ao valor do NUE.

Na Tabela 4, são demonstrados os resultados do experimento III para todas as variáveis citadas anteriormente; porém, as observações foram feitas em função da idade de corte da gramínea (28, 35, 42 e 56 dias). Portanto, a quantidade de concentrado foi em torno de 40% e os teores de PB da dieta diminuíram de 13,18 para 10,10%.

A concentração de NUP apresentou comportamento linear decrescente ($P < 0,01$), em função da idade de corte da gramínea, e concomitante diminuição da porcentagem de PB da dieta. DINN et al. (1998), trabalhando com 18,3; 16,7; e 15,3% de PB em rações com valor energético constante, também obtiveram concentrações de NUP decrescentes, 15,90; 12,90; e 10,00 mg/dL, para cada teor protéico, respectivamente.

A excreção fracional de uréia também demonstrou perfil linear decrescente ($P < 0,01$), em função da idade da gramínea, variando segundo a concentração de NUP, com o teor de PB da dieta, permitindo maior conservação da uréia com menores porcentagens de PB dietética, de acordo com VALADARES et al. (1997b).

As excreções diárias de uréia e N-uréia, em relação ao peso vivo, apresentaram comportamento linear decrescente ($P < 0,05$), em função da idade da gramínea, acompanhando as concentrações de NUP e excreção fracional de uréia, mostrando que, em

Tabela 4 - Médias, regressão e coeficientes de determinação (r^2) e variação (CV%) para N-uréia plasmática (NUP, mg/dL), excreção fracional de uréia (EFU, %), excreções diárias de uréia (EUPV, mgU/kgPV) e N-uréia (ENUPV, mgN-U/kgPV) e excreções diárias de creatinina (ECPV, mgC/kgPV) e N-creatinina (ENCPV, mgN-C/kgPV), em função da idade da gramínea (X), experimento III

Table 4 - Means, regression and coefficients of determination (r^2) and variation (CV%) for plasma N-urea (NUP, mg/dL), urea fractional excretion (UFE, %), daily urea (UELW, mgU/kgLW) and N-urea (ENULW, mgN-U/kg LW) excretions and daily creatinine (CELW, mgC/kgLW) and N-creatinine (NCELW, mgN-C/kgLW) excretions, on the forage age (X), experiment III

Item	Idade da gramínea (Dias) Forage age (Days)				Regressão Regression	r^2	CV%
	28	35	42	56			
NUP	9,81	11,27	7,86	6,48	$\hat{Y}=14,810-0,104^{**}X$	0,70	13,36
EFU	70,16	66,18	53,15	44,64	$\hat{Y}=97,101-0,958^{**}X$	0,95	20,54
EUPV	203,09	270,03	173,77	131,02	$\hat{Y}=338,846-3,587^{**}X$	0,54	10,93
ENUPV	94,64	125,83	80,98	61,05	$\hat{Y}=157,902-1,671^{**}X$	0,54	10,93
ECPV	17,33	18,67	24,53	25,75	$\hat{Y}=21,57$		29,10
ENCPV	6,44	6,94	9,11	9,57	$\hat{Y}=8,01$		29,10

*e ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

* and ** Significant at 5 and 1% of probability, respectively, by t test.

virtude de a excreção fracional de uréia ter reduzido proporcionalmente com a concentração de NUP, a excreção diária de uréia em relação ao peso vivo também declinou.

As excreções de creatinina e N-creatinina, em relação ao peso vivo, mostraram valores médios diários de 21,57 e 8,01 g/kg PV, respectivamente, conforme relatado pela maioria dos autores da literatura (TOPPS e ELLIOT, 1967; COTO et al., 1988; SUSMEL et al., 1994; e VAGNONI et al., 1997).

O peso vivo médio dos animais deste experimento foi de 334,56 kg; o NUE, 8,048 g N/dia; e a excreção de creatinina, muito próxima, 7,381 g/dia.

Na Tabela 5, estão apresentados todos os dados já mencionados, porém, para o experimento IV, em função do aumento dos níveis de concentrado. As dietas apresentaram aproximadamente 12% de PB e o seu conteúdo de energia aumentou.

A concentração de NUP, que demonstrou comportamento linear decrescente ($P<0,01$), em função dos níveis de concentrado da ração, parece viável, pois, segundo HARMEYER e MARTENS (1980), a concentração de uréia no sangue está diretamente relacionada à quantidade de proteína e à relação energia:proteína da ração. CANNAS et al. (1998), trabalhando com ovelhas alimentadas com diferentes quantidades de PB, combinadas com dois níveis de densidade energética da ração, também obtiveram menores concentrações de NUP para combinação entre menor porcentagem de PB e maior densidade energética.

A excreção fracional de uréia não foi afetada pelos níveis de concentrado da ração e apresentou valor médio de 59,47%. A mesma excreção constante foi observada por HARMEYER e MARTENS (1980), que obtiveram excreção fracional de uréia de 50%. Já AIRES (1985) citou que a excreção fracional de uréia pode variar de 30 a 60% e SWENSON (1988) e VALADARES et al. (1997b) relataram que esta varia com a ingestão de PB.

As excreções de uréia e N-uréia em relação ao peso vivo demonstraram perfil linear decrescente ($P<0,01$), semelhante ao observado para a concentração de NUP. As excreções de creatinina e N-creatinina em relação ao peso vivo não foram afetadas pela inclusão de concentrado na dieta, apresentando valores médios diários de 24,97 e 9,28 mg/kg PV, respectivamente.

Como o peso vivo médio dos animais foi de 197,70 kg, o NUE foi de 6,186 g N/dia e a excreção de creatinina, 4,938 g/dia, calculados conforme SWANSON (1977).

Em todos os experimentos, o peso vivo médio foi de 283,50 kg e o NUE, 7,408 g N/dia, cerca de 5,49% menor que a excreção média de creatinina, que foi de 7,814 g/dia. VALADARES et al. (1997b), utilizando vacas gestantes e lactantes, em três experimentos, com pesos vivos médios de 486,8; 448,71; e 495,5 kg, obtiveram valores de NUE de 9,71; 9,32; e 9,78, respectivamente, e, para a excreção de creatinina, de 10,46; 9,78; e 12,39 g/dia, respectivamente, cujos resultados são aproximadamente 7,5; 5,0; e 25,5% maiores que os do NUE calculado.

Tabela 5 - Médias, regressão e coeficientes de determinação (r^2) e variação (CV%) para N-uréia plasmática (NUP, mg/dL), excreção fracional de uréia (EFU, %), excreções diárias de uréia (EUPV, mgU/kgPV) e N-uréia (ENUPV, mgN-U/kgPV) e excreções diárias de creatinina (ECPV, mgC/kgPV) e N-creatinina (ENCPV, mgN-C/kgPV), em função dos níveis de concentrado na ração (X), experimento IV

Table 5 - Means, regression and coefficients of determination (r^2) and variation (CV%) for plasma N-urea (NUP, mg/dL), urea fractional excretion (UFE, %), daily urea (UELW, mgU/kgLW) and N-urea (ENULW, mgN-U/kg LW) excretions and daily creatinine (CELW, mgC/kgLW) and N-creatinine (NCELW, mgN-C/kgLW) excretions, on the concentrate levels in the diet (X), experiment IV

Item	Nível de concentrado Level of concentrate					Regressão Regression	r^2	CV%
	25,0	37,5	50,0	62,5	75,0			
NUP	18,03	15,81	14,43	12,41	11,63	$\hat{Y}=20,295-0,130^{**}X$	0,98	18,61
EFU	61,47	67,17	63,46	55,16	50,09	$\hat{Y}=59,47$		38,32
EUPV	429,57	546,85	342,51	272,36	207,90	$\hat{Y}=618,256-5,743^{**}X$	0,73	33,49
ENUPV	200,18	254,83	159,61	126,92	96,88	$\hat{Y}=288,107-2,676^{**}X$	0,73	33,49
ECPV	23,02	25,00	24,46	25,30	27,10	$\hat{Y}=24,97$		18,71
ENCPV	8,55	9,29	9,09	9,40	10,07	$\hat{Y}=9,28$		18,36

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

** Significant at 1% of probability, by t test.

A excreção média diária de creatinina em mg/kg PV, observada nos animais dos experimentos I, II, III e IV, foi de 30,31; 32,57; 21,57; e 24,98, respectivamente, e a média de todos os experimentos, 27,36. VALADARES et al. (1997b) encontraram média de 24,04 mg/dia/kg PV.

A equação de regressão obtida para a excreção diária de N-uréia em relação ao peso vivo (ENUPV, mgN-U/kgPV), em função da NUP (mg/dL), para todos os experimentos, foi: $NUPV=9,539+21,697NUP$ ($P<0,01$), ($R^2=0,40$), mostrando que, com o aumento da concentração de NUP, a excreção de U se elevou.

A equação de regressão entre concentração de NUP (mg/dL) e porcentagem de PB e FDN da dieta, para os experimentos I e III, cujos teores de PB variaram, foi $NUP=-25,868+1,489PB+0,307FDN$ ($P<0,01$), ($R^2=0,40$). Esta equação mostra que, nestas condições, a concentração de NUP aumentou linearmente, em função da porcentagem de PB e FDN da dieta.

Para todos os experimentos, a equação de regressão da excreção fracional de uréia (EFU, %) em função da porcentagem de PB e FDN, foi $EFU = -50,858+6,526PB+0,544FDN$ ($P<0,01$), ($R^2=0,12$). A excreção fracional de uréia apresentou comportamento linear crescente, em função do teor de PB e FDN da dieta, mostrando que este parâmetro é variável e possibilita maior conservação de uréia a baixas ingestões de N, conforme descrito por VALADARES et al. (1997b).

As respectivas equações obtidas para todos os experimentos para as excreções diárias de uréia

(EUPV, mgU/kgPV) e N-uréia (ENUPV, mgN-U/kgPV), em relação ao peso vivo, em função da porcentagem de PB e FDN, foram: $EUPV = 564,789+37,195PB+7,140FDN$ ($P<0,01$), ($R^2=0,22$) e $ENUPV = 263,192+17,332PB+3,327FDN$ ($P<0,01$), ($R^2=0,22$). Ambas as excreções de uréia aumentaram com o teor de PB da dieta, de acordo com TOPPS e ELLIOT (1967), SIDDONSON et al. (1985), SUSMEL et al. (1994) e HENNESSY et al. (1995), e, com relação à quantidade de FDN, apresentaram comportamento semelhante, indicando que, com a diminuição da energia da dieta, ocorreu aumento da excreção de uréia, devido às maiores perdas de amônia ruminal e concentração de NUP.

Conclusões

A concentração plasmática de uréia aumentou linearmente com as porcentagens de proteína bruta e fibra em detergente neutro da dieta, para os experimentos cujos valores de proteína bruta foram variáveis.

A excreção de uréia aumentou linearmente com os teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro da dieta.

A excreção de creatinina não foi afetada pela porcentagem de proteína bruta da dieta e foi proporcional ao peso corporal, apresentando valor médio diário de 27,36 mg/kg PV.

A excreção de creatinina na urina pode ser usada para estimar as perdas urinárias endógenas de compostos nitrogenados.

Referências Bibliográficas

- AIRES, M.M. 1985. *Fisiologia básica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 564p.
- BROWN, S.A., GROVES, C., BARSANTI, J.A. et al. 1990. Determination of excretion of inulin, creatinine, sodium sulfanilate, and phenolsulfonphthalein to asses renal function in goats. *Am. J. Vet. Res.*, 51(4):581-586.
- CANNAS, A., PES, A., MANCUSO, R. et al. 1998. Effect of dietary energy and protein concentration of milk urea nitrogen in dairy ewes. *J. Dairy Sci.*, 81(2):499-508.
- CARDOSO, R.C. *Níveis de concentrado em dietas de bovinos F₁ Limousin x Nelore: consumo, digestibilidade e crescimento microbiano*. Viçosa, MG:UFV, 1999, 80p. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- CARVALHO, A.U. *Níveis de concentrado na dieta de zebuínos: consumo, digestibilidade e eficiência microbiana*. Viçosa, MG: UFV, 1996. 112p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- CHURCH, D.C. 1988. *The ruminant animal digestive physiology and nutrition*. Englewood Cliffs: O & Books Inc. 564p.
- COELHO DA SILVA, J.F., LEÃO, M.I. 1979. *Fundamentos de nutrição de ruminantes*. Piracicaba: Livrocerres. 380p.
- COTO, G., RODRIGUES, M.M., INFANTE, F.P. et al. 1988. The effect of increasing consumption of concentrates, creatinine, creatine and allantoin in the urine of rams fed hay. *Cuban J. Agric. Sci.*, 22:279-284.
- DIAS, H.L.C. *Consumo, digestibilidade e eficiência microbiana em novilhos F₁ Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado*. Viçosa, MG: UFV, 1999. 76p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- DINN, N.E., SHELFORD, J.A., FISHER, L.J. 1998. Use of the Cornell Net Carbohydrate and protein system and rumen-protected lysine and methionine to reduce nitrogen excretion from lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 81(1):229-237.
- HARMEYER, J., MARTENS, H. 1980. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. *J. Dairy Sci.*, 63(10):1707-1728.
- HARPER, H.A., RODWELL, V.W., MAYES, P.A. 1982. *Manual de química fisiológica*. 5.ed. São Paulo: Atheneu. 736p.
- HENNESSY, D.W., KOHUN, P.J., WILLIAMS, P.J. et al. 1995. The effect of nitrogen and protein supplementation on feed intake, growth and digestive function of steers with different *Bos indicus*, *Bos taurus* genotypes when fed a low quality grass hay. *Aust. J. Res.*, 46(6):1121-1236.
- LOBLEY, G.E., CONNELL, A., LOMAX, M.A. et al. 1995. The effect of nitrogen and protein supplementation on feed intake, growth and digestive function of steers with different *Bos taurus* genotypes when fed a low quality grass hay. *Aust. J. Agric. Res.*, 46(6):1121.
- MALNIC, G., MARCONDES, M. 1986. *Fisiologia renal*. 3.ed. São Paulo: EPU. 409p.
- MORRISON, M.E., MACKIE, R.I. 1996. Nitrogen metabolism by ruminal microorganisms: current understanding and future perspectives. *Aust. J. Agric. Res.*, 47(2):227-246.
- MOSCARDINI, S., WRIGHT, T.C., LUIMES, P.H. et al. 1998. Effects of rumen-undegradable protein and feed intake on purine derivative and urea nitrogen: comparison with predictions from the Cornell Net Carbohydrate and protein system. *J. Dairy Sci.*, 81(9):2421-2329.
- NOLAN, J.V. 1993. Nitrogen metabolism by ruminal microorganisms: current understanding and future perspectives. *Aust. J. Agric. Res.*, 47(2):227-246.
- ØRSKOV, E.R., MACLEOD, N.A. 1982. The determination of the minimal nitrogen excretion in steers and dairy cows and physiological and practical implications. *Br. J. Nutr.*, 47(3):625-636.
- PITTS, R.F. 1976. *Physiology of the kidney and body fluids*. 3.ed. Chicago: Year Book Medical Publishers. 315p.
- RÉMOND, D., CHAISE, J.P., DERVAL, E. et al. 1993. Net transfer of urea and ammonia across the ruminal wall of sheep. *J. Anim. Sci.*, 47(3):2785-2792.
- RENNÓ, L.N., VALADARES, R.F.D., LEÃO, M.I. et al. 2000. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. *Rev. bras. zootec.*, 29(4):1223-1234.
- RIBEIRO, K.G. *Rendimento forrageiro e valor nutritivo do capim Tifton-85, sob diferentes doses de nitrogênio e idades de rebrota, e na forma de feno, com bovinos*. Viçosa, MG: UFV, 1999. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- ROSELER, D.K., FERGUSON, J.D., SNIFFEN, C.J. et al. 1993. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 76(2):525-534.
- RUSSELL, J.B., O'CONNOR, J.D., FOX, D.J. et al. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.*, 70(11):3551-3561.
- RUSSELL, J.B., ONODERA, R., HINO, T. 1991. Ruminal protein fermentation: new perspectives and previous contradictions. In: TSUDA, T., SASAKI, Y., KAWASHIMA, R. (Ed.). *Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants*. New York: Academic Press. p.681-697.
- SIDDONS, R.C., NOLAN, J.V., BEEVER, D.E. et al. 1985. Nitrogen digestion and metabolism in sheep consuming diets containing contrasting forms and levels of N. *Br. J. Nutr.*, 54(1):175-187.
- SUSMEL, P., STEFANON, B., PLAZZOTTA, E. et al. 1994. The effect of energy and protein intake on the excretion of purine derivatives. *J. Agric. Sci.*, 123(2):257-266.
- SWANSON, E.W. 1977. Factors for computing requirements of protein for maintenance of cattle. *J. Dairy Sci.*, 60(10):1583-1593.
- SWENSON, M.J. 1988. Rins. In: DUKES, H.J. (Ed.) *Fisiologia dos animais domésticos*. Rio de Janeiro: Guanabara, 10.ed. 799p.
- THORNTON, R.F., WILSON, B.W. 1972. Factors affecting the urinary excretion of urea nitrogen in cattle. III. High plasma urea nitrogen concentrations. *Aust. J. Agric. Res.*, 23(4):727-734.
- TOPPS, J.H., ELLIOT, R.C. 1967. Partition of nitrogen in the urine of african sheep given a variety of low-protein diets. *Anim. Prod.*, 9(1):219-227.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. 1995. *Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG*. Viçosa, MG: UFV (Apostila).
- VAGNONI, D.B., BRODERICK, G.A. 1997. Effects of supplementation of energy or ruminally undegraded protein to lactating cows fed alfalfa hay or silage. *J. Dairy Sci.*, 80(8):1703-1712.
- VAGNONI, D.B., BRODERICK, G.A., CLAYTON, M.K. et al. 1997. Excretion of purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. *J. Dairy Sci.*, 80(8):1695-1702.
- VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C., SAMPAIO, I.B. et al. 1997a. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidades e balanços de compostos nitrogenados. *R. Bras. Zootec.*, 26(6):1259-1263.
- VALADARES, R.F.D., VALADARES FILHO, S.C., GONÇALVES, L.C. et al. 1997b. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. *R. Bras. Zootec.*, 26(6):1270-1278.
- VISEK, W.J. 1979. Ammonia metabolism, urea cycle capacity and their biochemical assesment. *Nutr. Rev.*, 37(9):273-282.
- WILSON, R.C., OVERTON, T.R., CLARK, J.H. 1998. Effects of *Yucca shidigera* extract and soluble protein on performance of cows and concentrations of urea nitrogen in plasma and milk. *J. Dairy Sci.*, 81(4):1022-1027.

Recebido em: 02/07/1999

Aceito em: 13/10/1999