

Produção de Proteína Microbiana, Concentração Plasmática de Uréia e Excreções de Uréia em Novilhos Alimentados com Diferentes Níveis de Uréia ou Casca de Algodão¹

Karla Alves Magalhães², Sebastião de Campos Valadares Filho³, Rilene Ferreira Diniz Valadares⁴, Mônica Lopes Paixão⁵, Douglas dos Santos Pina⁵, Pedro Veiga Rodrigues Paulino⁵, Mário Luiz Chizzotti⁵, Marcos Inácio Marcondes⁶, Alexandre Magno Araújo⁶, Marlos Oliveira Porto⁷

RESUMO - Com o objetivo de avaliar os efeitos dos níveis de uréia ou casca de algodão sobre a produção de proteína microbiana, estimada por meio dos derivados de purinas na urina, a concentração de uréia plasmática (NUP) e as excreções de uréia em novilhos, foram realizados dois experimentos. No primeiro, 24 novilhos mestiços castrados, com peso vivo médio inicial de 300 kg, foram alocados em delineamento inteiramente casualizado, nos quatro tratamentos: 0; 0,65; 1,30 e 1,95% de uréia na base da MS total, em substituição à proteína do farelo de soja. No segundo, 16 novilhos mestiços, com peso vivo médio inicial de 230 kg, foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, nos quatro tratamentos: 0, 10, 20 e 30% de casca de algodão na base da MS total, em substituição à silagem de capim-elefante. As amostras de urina foram obtidas por meio da coleta de urina *spot*, na qual foram determinados os derivados de purinas (alantoína e ácido úrico). No soro sanguíneo e na urina, foram analisadas as concentrações de uréia e creatinina. Não houve efeito dos níveis de uréia, tampouco dos de casca de algodão, sobre os derivados de purinas e sobre a eficiência de síntese microbiana. A concentração de NUP e a excreção de uréia não foram influenciadas pelos níveis de uréia das rações. A concentração de NUP decresceu linearmente com a inclusão da casca de algodão na dieta. Tanto a uréia quanto a casca de algodão podem ser utilizadas, até os níveis de 1,95% e 30%, respectivamente, na MS total da dieta de novilhos de origem leiteira, sem afetar a eficiência de síntese microbiana.

Palavras-chave: ácido úrico, alantoína, creatinina, eficiência microbiana

Effects of Feeding Different Levels of Urea or Cottonseed Hulls on Microbial Protein Synthesis, Plasma Urea Concentration and Urea Excretion in Steers

ABSTRACT - Two trials were conducted to study the effects of different levels of urea or cottonseed hulls on yield of microbial protein, estimated by the urinary excretion of purine derivatives, concentration of plasma urea, and excretion of urea in steers. In the first trial, 24 crossbred castrated steers averaging 300 kg of initial live weight (LW) were uniformly assigned to four treatments in a complete randomized design as follows: 0, 0.65, 1.30, or 1.95% of urea (% of dry matter) that replaced soybean meal in the diet. In the second study, 16 crossbred steers averaging 230 kg of initial LW were uniformly assigned to four treatments in a complete randomized design as follows: 0, 10, 20, or 30% of cottonseed hulls (% of dry matter) that replaced elephant grass silage in the diet. Spot urine samples were obtained and the concentration of purine derivatives (allantoin plus uric acid) determined. Concentrations of creatinine and urea were analyzed in both blood plasma and urine. No significant differences in the urinary concentration of purine derivatives and in the estimation of microbial protein yield were observed by feeding different levels of urea or cottonseed hulls to steers. Similarly, no significant differences in the concentration of plasma urea and in the urinary excretion of urea were found by increasing the proportions of urea in the diet. However, concentration of plasma urea decreased linearly by replacing elephantgrass silage with cottonseed hulls in the second trial. It can be concluded that urea as well as cottonseed hulls can be included up to 1.95 and 30% of the diet dry matter, respectively, with no significant change in the efficiency of microbial protein synthesis.

Key Words: allantoin, creatinine, microbial efficiency, uric acid

Introdução

A otimização da fermentação ruminal e a maximização da eficiência de síntese de proteína microbiana têm sido foco de vários estudos, uma vez que 50 a 100% da proteína metabolizável exigida

pelo bovino de corte pode ser atendida pela proteína de origem microbiana (NRC, 1996). Por apresentar um perfil de aminoácidos essenciais de alta qualidade e relativamente constante, a proteína microbiana supre a maioria dos aminoácidos no intestino delgado (NRC, 2001).

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, com apoio do CNPq, da FAPEMIG e Bünge Alimentos S.A.

² Zootecnista, MS, Estudante de Doutorado, DZO-UFV, Viçosa-MG (kmagalhaes@vicosa.ufv.br).

³ Professor do DZO, UFV, Viçosa-MG, 36571-000.

⁴ Professora DVT-UFV, Viçosa-MG, 36571-000.

⁵ Zootecnista, MS, Estudante de Doutorado, DZO-UFV, Viçosa-MG.

⁶ Estudante de Zootecnia, UFV, Bolsista CNPq.

⁷ Médico Veterinário, Estudante de Doutorado, DZO-UFV.

As disponibilidades ruminais de nitrogênio (N) e energia são os principais fatores que limitam o crescimento microbiano (Clark et al., 1992). A maioria dos microrganismos presentes no rúmen utiliza amônia como fonte de N para seu crescimento. A uréia é rapidamente hidrolisada pelas bactérias aderidas ao epitélio ruminal e a amônia resultante é incorporada ao N bacteriano, sendo a disponibilidade de energia o principal fator que determina a taxa de assimilação desse N (Huntington & Archibeque, 1999).

Russell et al. (1992) comprovaram que a produção excessiva de amônia e sua conseqüente absorção ruminal aumenta a excreção urinária de compostos nitrogenados. Nocek & Russell (1988) afirmaram que, se a taxa de degradação de proteína exceder a de fermentação de carboidratos, grande quantidade de compostos nitrogenados pode ser perdida na urina, como a uréia. Se a taxa de fermentação de carboidratos for maior que a degradação da proteína, ocorre redução na produção de proteína microbiana.

A quantidade de uréia que é sintetizada no fígado é proporcional à concentração de amônia produzida no rúmen e sua concentração sanguínea está diretamente relacionada ao aporte protéico e à relação energia:proteína dietéticos (Harmeyer & Martens, 1980).

Existe correlação positiva entre ingestão de N e concentração de uréia no plasma (Preston et al., 1965). Segundo Broderick (1995), citado por Valadares et al. (1997), a concentração elevada de uréia plasmática está relacionada à utilização ineficiente da proteína bruta da dieta. Entretanto, não foi relatada ainda uma concentração plasmática de uréia a partir da qual se pudesse afirmar que estaria havendo perda de proteína, utilização ineficiente de N ou condição nutricional inadequada.

A uréia tem sido o composto nitrogenado não-protéico mais amplamente utilizado na dieta de bovinos, em virtude de seu baixo custo por unidade de nitrogênio, da disponibilidade no mercado, da facilidade de utilização e por não provocar decréscimo na produtividade ou aparecimento de problemas de saúde nos animais. Verificou-se que as recomendações acerca da utilização de uréia para bovinos, principalmente aqueles com maior grau de sangue Holandês, não têm se mostrado adequadas, uma vez que níveis acima dos recomendados têm propiciado desempenho satisfatório dos animais (Magalhães, 2003). Entretanto, ainda não foi evidenciado qual o nível máximo de inclusão de uréia que poderia ser utilizado sem afetar a

fermentação ruminal, a digestão da fibra e, conseqüentemente, o desempenho animal.

A casca de algodão, por sua vez, tem sido considerada um alimento volumoso alternativo na alimentação de ruminantes. Até o presente momento, não há relatos na literatura brasileira acerca da utilização desse ingrediente na dieta de bovinos. Contudo, graças à sua facilidade de manipulação, aceitabilidade, disponibilidade e baixo custo (Rogers et al., 2002), a casca de algodão tem sido amplamente utilizada em dietas para bovinos em terminação em outros países, constituindo-se, em algumas situações, na principal fonte de volumoso disponível para os animais (Hale et al., 1969).

Diante disso, objetivou-se avaliar os efeitos dos níveis de uréia ou de casca de algodão sobre a produção de proteína microbiana, estimada a partir dos derivados de purinas na urina, concentração de uréia plasmática e as excreções de uréia em novilhos mestiços holandeses, mantidos em confinamento.

Material e Métodos

Foram realizados dois experimentos no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG. No primeiro experimento, foram utilizados 24 bovinos mestiços de origem leiteira com predomínio da raça Holandesa, com peso vivo (PV) médio inicial de 300 kg, confinados em baias individuais, providas de comedouro e bebedouro, com área total de 30 m², sendo 8 m² cobertos com telhas de amianto.

Os animais foram pesados no início do experimento (e, posteriormente, a cada 28 dias) e distribuídos nos tratamentos, com níveis crescentes de uréia nas dietas (0; 0,65; 1,30 e 1,95% na base da MS total) em substituição à proteína do farelo de soja, de modo que a dieta final contivesse aproximadamente 22, 37, 50 e 63% da proteína bruta (PB) na forma de compostos nitrogenados não-protéicos (NNP). Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. O experimento foi realizado em três períodos de 28 dias cada e o período de adaptação teve duração de duas semanas, utilizando-se a mesma dieta experimental.

O volumoso foi composto de silagens de milho e de capim-elefante, na proporção 70:30, respectivamente, com a dieta total constituída de 65% de volumoso e 35% de concentrado, na base da matéria seca total. As rações foram balanceadas de forma a conterem em

torno de 12,0% de PB. As proporções dos ingredientes nas dietas experimentais encontram-se na Tabela 1.

No segundo experimento, foram utilizados 16 bovinos mestiços de origem leiteira com predomínio da raça Holandesa, com PV médio inicial de 230 kg, também confinados em baias individuais. Os animais foram pesados no início do experimento e foram previamente adaptados à dieta durante duas semanas, quando consumiram a dieta de adaptação, composta por 60% de volumoso (silagem de capim-elefante e casca de algodão na proporção 40:20, respectivamente). Decorrido esse período, os animais foram novamente pesados e distribuídos aleatoriamente em quatro tratamentos, com níveis crescentes de casca de algodão nas dietas (0, 10, 20 e 30% na base da MS total) em substituição à silagem de capim-elefante, de modo que a dieta total foi constituída de 60% de volumoso e 40% de concentrado. As rações foram balanceadas de forma a conterem em torno de 13,0% de PB. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro

tratamentos e quatro repetições. Foram realizados dois períodos experimentais com duração de 28 dias cada. As proporções dos ingredientes nas dietas experimentais encontram-se na Tabela 2.

No segundo período de cada experimento, foram realizadas as pesagens e as coletas de urina *spot* (Valadares et al., 1999) e sangue dos animais, em coleta única por animal. As amostras de urina *spot* foram coletadas 4 horas após a alimentação, sob micção espontânea dos animais, utilizando-se funis coletores fixados por alças elásticas ao dorso dos animais, retirados assim que os animais urinaram. A urina era conduzida por meio de mangueira de borracha acoplada ao funil até um recipiente plástico, onde era vertida. Em seguida, foi homogeneizada, filtrada e uma alíquota de 10 mL foi transferida para outro frasco contendo 40 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 0,036 N, para evitar destruição bacteriana dos derivados de purinas e a precipitação do ácido úrico. Devidamente identificadas, as amostras foram acondicionadas a -15°C, para posteriores análises laboratoriais.

Simultaneamente à coleta de urina, foi realizada a de sangue, por punção na veia jugular, sendo o sangue coletado em um tubo de ensaio contendo gel acelerador de coagulação. Em seguida, procedeu-se à centrifugação das amostras a 2.000 rpm, durante 15 minutos, armazenando-se o soro a -15°C.

Foi utilizado o método baseado na excreção urinária dos derivados de purina, proposto por Topps & Elliott, 1965, para se estimar a produção de proteína microbiana no rúmen, que se constitui em um método simples e não-invasivo (Perez et al., 1996). De acordo com Valadares et al. (1999), os maiores avanços nessa técnica foram realizados recentemente.

Na urina foram realizadas as análises dos derivados de purinas (alantoína e ácido úrico) pelo método colorimétrico, conforme técnica de Fujihara et al. (1987), descrita por Chen & Gomes (1992). Vale ressaltar que, para o primeiro experimento, foram consideradas as amostras de apenas cinco animais pertencentes ao segundo e quarto tratamentos.

As purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas na urina (\hat{Y} , mmol/dia), por intermédio da equação:

$$Y = 0,85X + 0,385 PV^{0,75},$$

em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados urinários de purinas e 0,385 PV^{0,75}, a contribuição endógena para a excreção de purinas (Verbic et al., 1990).

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais, na base da matéria seca, para os diferentes tratamentos

Table 1 - Ingredient composition of the diets, dry matter basis

| Ingrediente (%) Ingredient (%) | Níveis de uréia (%) Urea levels (%) | | | |
|---|--|-------|-------|-------|
| | 0 | 0,65 | 1,30 | 1,95 |
| Silagem de milho <i>Corn silage</i> | 45,5 | 45,5 | 45,5 | 45,5 |
| Silagem de capim-elefante <i>Elephant grass silage</i> | 19,5 | 19,5 | 19,5 | 19,5 |
| Grão de sorgo moído <i>Ground sorghum grain</i> | 21,60 | 25,11 | 28,63 | 32,17 |
| Farelo de soja <i>Soybean meal</i> | 12,71 | 8,49 | 4,25 | - |
| Uréia <i>Urea</i> | - | 0,65 | 1,30 | 1,95 |
| Sulfato de amônia <i>Ammonia sulfate</i> | - | 0,06 | 0,13 | 0,19 |
| Sal <i>Salt</i> | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i> | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 |
| Calcário <i>Limestone</i> | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Premix mineral ¹ <i>Mineral premix</i> | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |

¹Composição (composition): sulfato de cobalto (*cobalt sulfate*), 1,43%; sulfato de cobre (*copper sulfate*), 22,41%; iodato de potássio (*potassium iodate*), 0,46%; selenito de sódio (*sodium selenite*), 0,13%; sulfato de zinco (*zinc sulfate*), 75,57%.

O fluxo intestinal de compostos nitrogenados (N) microbianos (Y, g N/dia) foi calculado em função das purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação:

$$Y = (70X) / (0,83 \times 0,116 \times 1000),$$

em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol), 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116, a relação N-purina:N-total nas bactérias (Chen & Gomes, 1992).

Ao final dos experimentos, a urina e o soro foram descongelados à temperatura ambiente e analisados, para determinação dos níveis de creatinina e uréia, segundo o método diacetil modificado e com uso de picrato e acidificante, respectivamente, ambos kits comerciais.

A partir da excreção média diária de creatinina, obtida por Rennó (2003) de 27,76 mg/kg PV/dia, e da concentração de creatinina (mg/L) na amostra de urina *spot*, foi estimado o volume diário de urina, por meio da equação:

$$\text{Volume de urina (L)} = \frac{\text{PV (kg)} \times \text{excreção de creatinina (mg/kg PV)}}{\text{concentração de creatinina (mg/L)}}$$

Esse volume foi utilizado para calcular as excreções diárias estimadas de uréia de cada animal.

A concentração de N-uréia plasmática foi obtida pelo teor de uréia no plasma, multiplicado por 0,466, correspondente ao teor de N na uréia. As excreções diárias de uréia foram calculados pelo produto entre as concentrações de uréia e o volume urinário estimado.

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 1998). Os modelos foram testados com base na significância dos coeficientes de regressão, pelo teste F, a 5% de probabilidade, e no coeficiente de determinação (r^2). Especificamente para o experimento 1, o número de repetições entre tratamentos não foi o mesmo para as amostras de urina. Entretanto, as análises estatísticas foram realizadas conforme descrição acima. O delineamento empregado (DIC) permite que haja número diferente de repetições entre tratamentos.

Resultados e Discussão

Constam na Tabela 3 as médias, equações de regressão e os coeficientes de variação obtidos para as excreções urinárias de alantoína, ácido úrico e purinas totais, purinas microbianas absorvidas, compostos nitrogenados microbianos, consumos de nutrientes digestíveis totais (NDT) e PB, eficiência microbiana e a relação entre PB microbiana e consumo de PB, em função dos níveis de uréia nas rações.

Verificou-se que não houve efeito dos tratamentos ($P > 0,05$) sobre quaisquer das variáveis estudadas, com exceção para consumo de NDT, que aumentou linearmente ($P < 0,05$) com os níveis de uréia na dieta, provavelmente em razão de os teores de NDT das dietas também terem aumentado (Magalhães, 2003). Os derivados de purinas na urina, alantoína e ácido úrico apresentaram médias de 167,78 e 8,64 mmol/dia, respectivamente, superiores aos reportados por Rennó (2003), que avaliou níveis crescentes de uréia (0; 0,65; 1,30 e 1,95% na base da MS), na dieta de novilhos de quatro grupos genéticos e verificou que a média para alantoína foi de 112,92 mmol/dia e que o ácido úrico

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais, na base da matéria seca, para os diferentes tratamentos

Table 2 - Ingredient composition of the diets, dry matter basis

| Ingrediente (%) <i>Ingredient (%)</i> | Níveis de casca de algodão (%) <i>Cottonseed hulls levels (%)</i> | | | |
|--|--|-------|-------|-------|
| | 0 | 10 | 20 | 30 |
| Silagem de capim-elefante <i>Elephantgrass silage</i> | 60,0 | 50,0 | 40,0 | 30,0 |
| Casca de algodão <i>Cottonseed hulls</i> | - | 10,0 | 20,0 | 30,0 |
| Grão de sorgo moído <i>Ground sorghum grain</i> | 32,49 | 32,65 | 32,76 | 32,87 |
| Farelo de soja <i>Soybean meal</i> | 4,50 | 4,50 | 4,50 | 4,50 |
| Uréia <i>Urea</i> | 1,95 | 1,80 | 1,70 | 1,60 |
| Sulfato de amônia <i>Ammonia sulfate</i> | 0,19 | 0,18 | 0,17 | 0,16 |
| Sal <i>Salt</i> | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i> | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Calcário <i>Limestone</i> | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Premix mineral ¹ <i>Mineral premix</i> | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |

¹Composição (*composition*): sulfato de cobalto (*cobalt sulfate*), 1,82%; sulfato de cobre (*copper sulfate*), 22,69%; iodato de potássio (*potassium iodate*), 0,45%; selenito de sódio (*sodium selenite*), 0,09%; sulfato de zinco (*zinc sulfate*), 74,95%.

Tabela 3 - Médias, probabilidades (Valor *P*) e coeficientes de variação (CV) para as excreções urinárias de alantóina (ALA), ácido úrico (AcU), purinas totais (PUR), purinas microbianas absorvidas (PABS), proteína bruta microbiana (PB mic), consumos de nutrientes digestíveis totais (CNDT) e proteína bruta (CPB), eficiência microbiana (g PB mic/kg NDT) e relação entre PB mic e consumo de PB, em função dos níveis de uréia nas rações

Table 3 - Means, probabilities (*P* value) and coefficients of variation (CV) for the urinary excretions of allantoin (ALA), uric acid (UAc), total purines (PUR), microbial purines absorbed (PABS), microbial crude protein (CP mic), total digestible nutrients intake (TDNI) and crude protein intake (CPI), microbial efficiency (g CP mic/kg TDN) and microbial CP/CPI ratio, according to different levels of urea in the diet

| Variável <i>Variable</i> | Níveis de uréia (%) <i>Urea levels (%)</i> | | | | Valor P <i>P value</i> | CV (%) |
|--|---|--------|--------|--------|---------------------------|--------|
| | 0 | 0,65 | 1,30 | 1,95 | | |
| ALA (mmol/dia) <i>ALA (mmol/day)</i> | 154,73 | 170,31 | 172,69 | 173,37 | 0,17 | 13,75 |
| AcU (mmol/dia) <i>UAc (mmol/day)</i> | 9,35 | 10,94 | 6,97 | 7,31 | 0,23 | 33,15 |
| PUR (mmol/dia) <i>PUR (mmol/day)</i> | 164,08 | 181,25 | 179,66 | 180,68 | 0,23 | 12,77 |
| PABS (mmol/dia) <i>PABS (mmol/day)</i> | 155,12 | 176,43 | 174,17 | 174,46 | 0,21 | 14,47 |
| PB mic (g/dia) <i>CP mic (g/day)</i> | 704,87 | 801,72 | 791,44 | 792,75 | 0,21 | 14,47 |
| CNDT (kg/dia) ¹ <i>TDNI (kg/day)</i> | 5,10 | 5,90 | 6,11 | 6,30 | 0,009 | 12,52 |
| CPB (kg/dia) <i>CPI (kg/day)</i> | 1,05 | 1,16 | 1,15 | 1,19 | 0,08 | 11,10 |
| g PB mic/kg NDT | 139,05 | 137,34 | 131,17 | 126,64 | 0,27 | 15,75 |
| g CP mic/kg TDN <i>Mic CP/CPI</i> | 67,63 | 69,56 | 69,66 | 67,00 | 0,96 | 14,54 |

$${}^1\hat{Y}=5,26+0,603*NU; r^2 = 0,80$$

apresentou comportamento linear decrescente em função dos tratamentos.

As médias para as purinas microbianas absorvidas e o fluxo de N microbiano foram de 170,05 mmol/dia e de 123,63 g/dia, respectivamente, superiores aos encontrados por Rennó (2003), de 112,03 mmol/dia e de 65,19 g/dia.

O valor médio encontrado para eficiência de síntese microbiana foi de 133,55 g PB mic/kg NDT, muito próximo daquele recomendado pelo NRC (2001), de 130 g PB mic/kg NDT. A síntese de proteína microbiana depende, em grande parte, da disponibilidade de carboidratos e de N no rúmen (Clark et al., 1992; NRC, 2001), de modo que o crescimento microbiano é maximizado pela sincronização entre a disponibilidade da energia fermentável e o N degradável no rúmen (Russell et al., 1992; NRC, 1996). Pode-se inferir, a partir desses resultados, que não houve limitação para o crescimento dos microrganismos no presente trabalho.

Milton et al. (1997), avaliando diferentes níveis de uréia (0; 0,5; 1,0; 1,5% na base da MS) na dieta de novilhos, não verificaram efeito dos tratamentos

sobre o fluxo de N microbiano, tampouco sobre a eficiência microbiana. Também Moraes (2003), trabalhando com novilhos mestiços recebendo níveis crescentes de uréia nos suplementos (0; 1,2; 2,4; 3,6% na base da matéria natural), obteve valor médio de 10,4 g PBmic/ 100 g NDT. Entretanto, Rennó (2003), ao avaliar os mesmos níveis de uréia utilizados neste trabalho, evidenciou comportamento linear decrescente para o fluxo de N microbiano e para a eficiência de síntese microbiana, em função dos tratamentos.

Na Tabela 4 encontram-se as médias, as probabilidades (Valor *P*) e os coeficientes de variação para N-uréia plasmática e para excreções diárias de uréia, em função dos níveis de uréia nas rações. A concentração de N-uréia no plasma não foi afetada pelos diferentes tratamentos ($P>0,05$), apresentando valor médio de 14,92 mg/dL. A excreção de uréia seguiu o mesmo comportamento de NUP, confirmando a afirmação de Harmeyer & Martens (1980) de que a quantidade de uréia excretada na urina é influenciada principalmente pela sua concentração no plasma.

Tabela 4 - Médias, probabilidades (Valor *P*) e coeficientes de variação (CV) para N-uréia plasmática (NUP) e excreções diárias de uréia (EU), em função dos níveis de uréia nas raçõesTable 4 - Means, probabilities (*P* value) and coefficients of variation (CV) for plasma urea-N (PUN) and daily urea excretions (UE), according to different levels of urea in the diet

| Variável <i>Variable</i> | Níveis de uréia (%) <i>Urea levels (%)</i> | | | | Valor <i>P</i> <i>P value</i> | CV (%) |
|---------------------------------------|---|--------|--------|--------|----------------------------------|--------|
| | 0 | 0,65 | 1,30 | 1,95 | | |
| NUP (mg/dL) <i>PUN</i> | 12,81 | 18,53 | 14,21 | 14,11 | 0,95 | 16,83 |
| EU (mg/kg PV) <i>UE (mg/kg LW)</i> | 407,12 | 581,16 | 423,99 | 423,49 | 0,61 | 19,87 |
| EU (g/dia) <i>UE (g/day)</i> | 149,52 | 210,86 | 152,55 | 144,94 | 0,46 | 28,90 |

Oliveira et al. (2001), ao submeterem vacas leiteiras a dietas contendo níveis crescentes de uréia (0; 0,7; 1,4; 2,1% na base da MS), reportaram aumento linear nos valores de NUP e na excreção de uréia, em função dos tratamentos, atribuindo esses resultados à redução na eficiência de utilização de amônia no rúmen. Cecava & Hancock (1994) verificaram que a excreção de N urinário e as concentrações de NUP foram maiores em novilhos alimentados com dietas contendo uréia (1,35% na MS) que naqueles que receberam combinações de farelo de soja e farinha de penas na dieta. Rennó (2003) também observou aumento linear na concentração de NUP e excreção média de uréia de 350,50 mg/kg PV, em função dos níveis de uréia (0; 0,65; 1,30; 1,95% na MS) na dieta de novilhos. Moraes (2003), no entanto, não verificou efeito de níveis crescentes de uréia em suplementos para novilhos em pastejo sobre as concentrações de NUP, que apresentaram média de 20,25 mg/dL. Entretanto, a excreção de N-uréico elevou linearmente, fato atribuído à produção excessiva de amônia e sua conseqüente absorção ruminal, aumentando a excreção urinária de compostos nitrogenados.

Segundo Broderick (1995), citado por Valadares et al. (1997), a concentração elevada de uréia plasmática está relacionada à utilização ineficiente da proteína bruta da dieta. De acordo com Huntington & Archibeque (1999), quando o aumento no suprimento de N não é acompanhado por um suprimento adicional de energia, a proporção de N-uréico na urina aumenta.

Na Tabela 5 estão apresentadas as médias, as probabilidades (Valor *P*) e os coeficientes de variação obtidos para as excreções urinárias de alantoína, ácido úrico, purinas totais, purinas microbianas absorvidas, compostos nitrogenados microbianos, consumos de NDT e PB, eficiência microbiana e relação entre PB

microbiana e consumo de PB, em função dos níveis de casca de algodão nas rações. Não houve influência dos tratamentos ($P > 0,05$) sobre os parâmetros avaliados.

A eficiência de síntese microbiana apresentou valor médio de 128,72 g PB mic/kg NDT, próximo ao proposto pelo NRC (2001), ou seja, não houve limitação para o crescimento microbiano em animais alimentados com diferentes níveis de casca de algodão na dieta. Entretanto, esperava-se aumento na produção de proteína microbiana, uma vez que o consumo de MS elevou linearmente (Magalhães et al., 2005) com a inclusão da casca de algodão nas rações.

De acordo com Clark et al. (1992), com a elevação no consumo de MS, a taxa de passagem ruminal aumentaria, com conseqüente aumento na passagem dos microrganismos para o intestino delgado, reduzindo a reciclagem de energia e N no rúmen. Portanto, haveria queda nos requerimentos de manutenção das bactérias, de modo que mais nutrientes ficariam disponíveis para o crescimento microbiano.

Na Tabela 6 são apresentadas as médias, equações de regressão, probabilidades (Valor *P*), coeficientes de variação e de determinação para N-uréia plasmática e excreções diárias de uréia, em função dos níveis de casca de algodão nas rações. Houve redução linear ($P < 0,05$) na concentração de N-uréia no plasma com os níveis de inclusão da casca, o que pode ser conseqüência da redução nos níveis de NNP com o acréscimo de casca de algodão nas dietas (Magalhães et al., 2005). Embora as análises de variância não tenham evidenciado efeito dos tratamentos ($P > 0,05$) sobre a excreção de uréia, houve tendência de redução nos valores apresentados, seguindo o comportamento observado para a concentração de NUP. O pequeno número de animais utilizado por tratamento (quatro) e o alto coeficiente de variação

Tabela 5 - Médias, probabilidades (Valor *P*) e coeficientes de variação (CV) para as excreções urinárias de alantóina (ALA), ácido úrico (AcU), purinas totais (PUR), purinas microbianas absorvidas (PABS), proteína bruta microbiana (PB mic), consumos de nutrientes digestíveis totais (CNDT) e proteína bruta (CPB), eficiência microbiana (g PB mic/kg NDT) e relação entre PB mic e consumo de PB, em função dos níveis de casca de algodão nas rações

Table 5 - Means, probabilities (*P* value) and coefficients of variation (CV) for the urinary excretions of allantoin (ALA), uric acid (UAc) and total purines (PUR), microbial purines absorbed (PABS), microbial crude protein (CP mic), total digestible nutrients intake (TDNI) and crude protein intake (CPI), microbial yield (g CP mic/kg TDN) and microbial CP/CPI ratio according to different levels of cottonseed hulls in the diet

| Variável Variable | Níveis de casca de algodão (%) Cottonseed hulls levels (%) | | | | Valor P P value | CV (%) |
|------------------------------------|---|--------|--------|--------|--------------------|--------|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | | |
| ALA (mmol/dia) ALA (mmol/day) | 137,16 | 151,81 | 156,92 | 135,06 | 0,99 | 37,82 |
| AcU (mmol/dia) UAc (mmol/day) | 12,72 | 12,56 | 13,73 | 13,09 | 0,85 | 42,25 |
| PUR (mmol/dia) PUR (mmol/day) | 149,88 | 164,37 | 170,64 | 148,15 | 0,99 | 37,93 |
| PABS (mmol/dia) PABS (mmol/day) | 143,07 | 160,20 | 167,36 | 141,63 | 0,98 | 43,21 |
| PB mic (g/dia) CP mic (g/day) | 650,11 | 727,93 | 760,48 | 643,55 | 0,98 | 43,21 |
| CNDT (kg/dia) TDNI (kg/day) | 5,40 | 5,16 | 5,54 | 5,33 | 0,94 | 18,61 |
| CPB (kg/dia) CPI (kg/day) | 1,09 | 1,11 | 1,22 | 1,18 | 0,39 | 18,78 |
| g PB mic/kg NDT g CP mic/kg TDN | 119,62 | 145,86 | 130,78 | 118,62 | 0,85 | 33,39 |
| PB mic/CPB Mic CP/CPI | 59,41 | 67,78 | 59,29 | 53,78 | 0,56 | 33,19 |

Ŷ

Tabela 6 - Médias, probabilidades (Valor *P*) e coeficientes de variação (CV) para N-uréia plasmática (NUP) e excreções diárias de uréia (EU), em função dos níveis de casca de algodão (CA) nas rações

Table 6 - Means, probabilities (*P* value) and coefficients of variation (CV) for plasma urea-N (PUN) and daily urea excretions (UE), according to different levels of cottonseed hulls in the diet

| Variável Variable | Níveis de casca de algodão (%) Cottonseed hulls levels (%) | | | | Valor P P value | CV (%) |
|---------------------------------|---|--------|--------|--------|--------------------|--------|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | | |
| NUP (mg/dL) ¹ PUN | 23,43 | 21,74 | 19,27 | 17,71 | 0,001 | 10,76 |
| EU (mg/kg PV) UE (mg/kg LW) | 594,47 | 572,92 | 380,81 | 377,92 | 0,06 | 31,28 |
| EU (g/dia) UE (g/day) | 180,10 | 175,55 | 126,60 | 117,28 | 0,12 | 44,90 |

¹ =23,4795-0,1961*CA; r² = 0,99

observado para essa variável podem ter contribuído para que não fosse detectado efeito significativo dos tratamentos.

Além disso, o aumento do consumo de matéria seca em relação ao peso vivo (Magalhães et al., 2005) pode ter contribuído para maior disponibilidade de energia ruminal, o que resultaria em redução na concentração de NUP. Entretanto, há necessidade de

desenvolvimento de pesquisas para elucidar a cinética de degradação da casca de algodão, uma vez que a literatura é extremamente carente destas informações, não sendo encontrados dados relacionados à eficiência de síntese microbiana, concentração de uréia plasmática e excreções de uréia em novilhos mestiços holandeses alimentados com casca de algodão na dieta.

Conclusões

Tanto a uréia quanto a casca de algodão podem ser utilizadas até os níveis de 1,95 e 30% na MS total da dieta de novilhos de origem leiteira, respectivamente, sem alterações na eficiência de síntese microbiana.

A excreção de uréia não foi influenciada pelos níveis de uréia ou de casca de algodão na dieta.

A concentração de NUP foi afetada negativamente pelos níveis de casca de algodão na dieta.

Literatura Citada

- 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, n.9, p.515-522, 1994.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details** (Occasional publication). INTERNATIONAL FEED RESOURCES UNIT. Bucksburnd, Aberdeen:Rowett Research Institute: 1992. 21p.
- CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.8, p.2304-2323, 1992.
- HALE, W.H.; LAMBETH, C.; THEURER, B. et al. Digestibility and utilization of cottonseed hulls by cattle. **Journal of Animal Science**, v.29, n.5, p.773-776, 1969.
- HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.10, p.1707-1728, 1980.
- HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1999, Raleigh. **Proceedings...** Raleigh: American Society of Animal Science, 1999. p.01-11.
- MAGALHÃES, K.A. **Níveis de uréia ou casca de algodão na alimentação de novilhos de origem leiteira em confinamento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 90p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- MAGALHÃES, K.A.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Desempenho, composição física e características da carcaça de novilhos alimentados com diferentes níveis de casca de algodão, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2005 (no prelo).
- MILTON, C.T.; BRANDT JR., R.T.; TITGEMEYER, E.C. Urea in dry-rolled corn diets: finish steer performance, nutrient digestion, and microbial protein production. **Journal of Animal Science**, v.75, n.5, p.1415-1424, 1997.
- 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**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- NOCEK, J.E.; RUSSEL, J.B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p.2070-2107, 1988.
- OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1621-1629, 2001.
- PEREZ, J.F.; BALCELLS, J.; GUADA, J.A. et al. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using ¹⁵N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenum. **British Journal of Nutrition**, v.75, p.699-709, 1996.
- 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.68, p.281-288, 1965.
- RENNÓ, L.N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois de proteína**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 252p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- ROGERS, G.M.; POORE, M.H.; PASCHAL, J.C. Feeding cotton products to cattle. **The Veterinary Clinics Food Animal Practice**, v.18, p.267-294, 2002.
- 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, n.11, p.3551-3561, 1992.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. 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, n.6, p.1270-1278, 1997.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, S.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.0. Viçosa, MG: 1998. 150p. (Manual do usuário).

Recebido em: 10/02/04

Aceito em: 28/02/05