

ALBERTO MAGNO FERREIRA SANTIAGO

**URÉIA EM DIETAS À BASE DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA  
VACAS LEITEIRAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2009

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S235u  
2009 Santiago, Alberto Magno Ferreira, 1958-  
Uréia em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras  
/ Alberto Magno Ferreira Santiago. – Viçosa, MG, 2008.  
vii, 35 f. : il. ; 29 cm

Inclui anexos.

Orientador: José Maurício de Souza Campos.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Bovino de leite - Nutrição. 2. Bovino de leite -  
Metabolismo. 3. Leite - Produção. 4. Nitrogênio na nutrição  
Animal. 5. Uréia como ração. I. Universidade Federal de  
Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.2085

ALBERTO MAGNO FERREIRA SANTIAGO

URÉIA EM DIETAS À BASE DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA VACAS  
LEITEIRAS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Aprovada: 05 de Janeiro de 2009



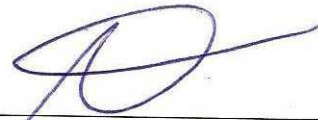
Rogério de Paula Lana  
(Co-orientador)



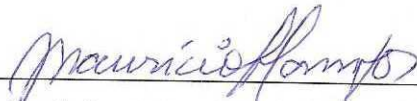
Odilon Gomes Pereira  
(Co-orientador)



Augusto César de Queiroz



André Soares de Oliveira



Prof. José Maurício de Souza Campos  
(Orientador)

Aos meus pais Jarino e Glorinha (*in memoriam*).

Aos meus irmãos, Petrônio, Simone e Marco Aurélio.

À minha esposa, Maria Helena e aos nossos filhos, Iara, Ivo e Iran.

Dedico este trabalho

## AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade e pelo apoio na realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Instituto Federal de Educação Tecnológica do Sudeste de Minas Gerais – *Campus* Rio Pomba.

Ao professor José Maurício de Souza Campos, pela amizade, pelos ensinamentos e pela orientação durante a realização do curso.

Aos professores Odilon Gomes Pereira, Rogério de Paula Lana, André Soares Oliveira e Augusto César de Queiróz, pelas sugestões e pela amizade.

À querida professora Maria Ignez Leão, pela amizade e presteza.

Aos amigos André, Shirley e Stefanie, pela importante contribuição na condução do experimento.

Aos estagiários que também contribuíram para que o experimento realizasse.

Aos meus filhos, Iara e Iran, pela contribuição nas análises laboratoriais e assessoria na informática.

Ao amigo Rubens Mauro Batista, pelo estímulo para que eu enfrentasse mais este desafio.

Ao professor Marvio Lobão, pela amizade e atenção durante nossa estada em Viçosa.

Aos funcionários do laboratório de nutrição animal, Monteiro, Fernando, Valdir, Vera e Wellington, pelo apoio durante a realização das análises laboratoriais.

A todos que contribuíram para que este trabalho se realizasse e que não tiveram os nomes aqui citados o meu muito obrigado.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vii
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	6
Diets à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras .....	7
Resumo .....	7
Introdução .....	8
Material e métodos .....	10
Resultados e discussão .....	17
Conclusões .....	26
Referências bibliográficas .....	26
ANEXOS .....	30
ANEXO A.....	31
Artigo publicado: Urea in sugarcane-based diets for dairy cows .....	35

## RESUMO

SANTIAGO, Alberto Magno Ferreira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 2009. **Uréia em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras.** Orientador: José Maurício de Souza Campos. Coorientadores: Odilon Gomes Pereira e Rogério de Paula Lana.

Avaliou-se o efeito de quatro níveis da mistura de uréia:sulfato de amônio (9:1) (uréia) na cana-de-açúcar (0; 0,4; 0,8 e 1,2%, base da matéria natural) sobre o consumo, sobre o consumo e digestibilidade da dieta, desempenho produtivo, metabolismo de compostos nitrogenados e economicidade das dietas em vacas leiteiras com produção abaixo de 15 kg/dia. Utilizou-se 12 vacas da raça Holandesa, distribuídas em três quadrados latinos  $4 \times 4$ . As dietas foram inicialmente formuladas para serem isonitrogenadas contendo 12,5% de proteína bruta, base da matéria seca. A ração concentrada foi fornecida proporcional à produção de leite, perfazendo-se uma relação de 1 kg para cada 3 kg de leite produzido. A cana-de-açúcar utilizada apresentou 21,9 °Brix. Não houve efeito do nível de uréia na cana-de-açúcar sobre o consumo e coeficiente de digestibilidade dos constituintes da dieta, bem como sobre a produção e composição do leite. Verificou-se que o aumento no nível de uréia na cana aumenta ( $P < 0,05$ ) linearmente a concentração de nitrogênio-uréico no plasma, a excreção urinária de nitrogênio-uréico (NUU, em g/dia) e a contribuição do nitrogênio-uréico na excreção urinária de nitrogênio, além de reduzir ( $P < 0,05$ ) a produção de leite por unidade de nitrogênio excretado na urina. Apesar de não terem sido detectados efeitos significativos ( $P > 0,05$ ) para a excreção urinária de nitrogênio (NU) e para o balanço de nitrogênio (BN), verificou-se aumento de 50,3% na NU e, conseqüente, redução de 112,8% no BN com o aumento de 0 para 1,2% de uréia na cana. Esses resultados demonstram que mesmo utilizando-se cana-de-açúcar com alto teor de açúcar (50,5% de CNFcp, base da MS), o aumento do nível de uréia amplia a ureogênese e as perdas de compostos nitrogenados (N) na urina, reduzindo a eficiência de utilização dos N, elevando-se o gasto energético e o passivo ambiental. A partir da análise de sensibilidade do saldo com alimentação ao preço da uréia, verificou-se que o uso da mesma é viável quando o preço for igual ou inferior à R\$ 2,0/kg, o que equivale a 2,17 vezes o preço do kg do farelo de soja, base da matéria natural. Em adição, verificou-se que independente da faixa de preço entre R\$ 0,40 a R\$ 2,0/kg, o nível de uréia que

permite maximizar o saldo com alimentação permanece em 1,20%, base da matéria natural da cana-de-açúcar.

## ABSTRACT

SANTIAGO, Alberto Magno Ferreira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, January of 2009. **Urea in diets based on sugarcane for dairy cows.** Adviser: José Maurício de Souza Campos. Co-advisers: Odilon Gomes and Rogério Pereira de Paula Lana.

We evaluated the effect of four levels of mixing urea:ammonium sulfate (9:1) (Urea) on sugarcane (0, 0.4, 0.8 and 1.2%, fed basis) on consumption, on the intake and diet digestibility, production performance, metabolism of nitrogenous compounds and economy of diets in dairy cows producing less than 15 kg/day. We used 12 Holstein cows distributed in three 4x4 Latin squares. Diets were formulated to be isonitrogenous initially containing 12.5% crude protein, dry matter basis. The concentrated feed has been supplied in proportion to the milk production, making it a ratio of 1 kg for every 3 kg of milk. The sugarcane used had 21.9 brix. No effect of urea level in cane sugar on the intake and digestibility of dietary constituents, as well as on the production and composition of milk. It was found that the increase in the level of urea in sugar cane increases ( $P < 0.05$ ) linearly the concentration of nitrogen-urea at the plasma, urinary excretion of nitrogen-urea (NUU in g/day) and the contribution of nitrogen-urea in the urinary excretion of nitrogen and reduce ( $P < 0.05$ ) milk production per unit of nitrogen excreted in the urine. Although there wasn't detected significant effects ( $P > 0.05$ ) for urinary excretion of nitrogen (UN) and nitrogen balance (NB), there was an increase of 50.3% on the UN and the consequent reduction 112.8% for the BN with increasing from 0 to 1.2% urea in sugarcane. These results demonstrate that even using sugarcane with high sugar content (50.5% of CNFcp, DM basis), the increased level of urea extends ureogênese and losses of nitrogen (N) in urine, reducing the efficiency of use of N, increasing energy expenditure and environmental liability. From the sensitivity analysis of the balance with the price of urea, it was found that the use of the same is feasible when the price is equal to or less than R\$ 2.0/kg, equivalent to 2.17 times the price of kg of soybean, fed basis. In addition, it was found that regardless of the price range between R\$ 0.40 to R\$ 2,0/kg, the urea level that maximizes the balance with supply remains at 1.20%, fed basis of sugarcane.

## INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. Na safra 2007/2008 foram produzidas 61,8 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, em uma área de aproximadamente 6,5 milhões de hectares (IBGE, 2008). A cultura da cana-de-açúcar compõe o mais antigo setor agroindustrial do país, uma vez que foi introduzida pelos colonizadores e ainda hoje ocupa posição estratégica e de destaque na economia nacional. Possui uma multiplicidade de formas de utilização quer seja na fabricação de açúcar e álcool, fabricação de produtos como rapadura, melado, aguardente e também como importante forrageira na alimentação dos ruminantes.

A produção de leite no Brasil e no mundo passa por grandes transformações em virtude de uma nova realidade econômica. Neste contexto, não é plausível entender os sistemas de produção de leite somente como um mero fornecedor de matéria prima. Faz se necessário uma visão sistêmica de produção, comercialização e de competitividade.

A adequação de tecnologias interessantes para as nossas realidades, a busca de métodos alternativos, onde se tem além da eficiência produtiva, a eficiência econômica, possibilitará que a pecuária leiteira nacional se torne, a cada dia, mais competitiva, não perdendo de vista aqueles sistemas de exploração que tem como princípios norteadores a exploração socialmente justa e a sustentabilidade da produção.

O Brasil, apesar de possuir um dos maiores rebanhos bovino comercial do mundo tem uma baixa taxa de eficiência de exploração pecuária, quer seja na atividade de corte ou na leiteira. Alguns dos fatores que contribuem para esta baixa produtividade é a estacionalidade de produção forrageira, a baixa qualidade das forrageiras tropicais, especialmente no período seco do ano.

A cana-de-açúcar se apresenta como uma importante fonte de forragem suplementar, uma vez que a sua colheita coincide com a escassez de forragem, caracterizando-se como uma forrageira com elevado rendimento de matéria orgânica digestível por unidade de área, com altos níveis de carboidratos fermentáveis no rúmen, mas, pobre em proteína, minerais, possuindo componentes fibrosos de baixa extensão de degradação ruminal, o que implica em limitações na ingestão de matéria seca.

Devido à presença de altos níveis de carboidratos rapidamente fermentáveis no rúmen, postularam-se a necessidade de adicionar fontes de nitrogênio não protéico, prontamente disponíveis para os microorganismos ruminais, de maneira a otimizar a utilização dos substratos e o crescimento microbiano (Ferreiro et al., 1977).

O uso do nitrogênio não-protéico na nutrição de ruminantes teve origem na Alemanha no final do século XIX (WEISKE *et al.*, 1879; ZUNITZ, 1889), mas foi no período de 1914 a 1918, devido a escassez de alimentos ocasionado pela primeira guerra mundial, que a Alemanha intensificou o uso da uréia como fonte protéica na alimentação de ruminantes, visando uma produção intensiva e de baixo custo de carne e leite (VALADARES FILHO *et al.*, 2004).

Na década de 1970, a uréia começou a ser utilizada com maior intensidade em dietas com cana-de-açúcar para ruminantes (HELMER; BARTLEY, 1971). Alvarez e Preston(1976) comprovaram que melhor nível de uréia para suplementar a cana-de-açúcar é de 30 g/kg de MS, equivalendo a 1% da matéria natural. Ferreiro *et al.* (1977) demonstraram efeitos positivos da inclusão do enxofre em dietas à base de cana-de-açúcar e uréia. Da mesma forma Elias *et al.* (1979) relataram que a inclusão de sulfato de amônia à uréia promoveu acentuado aumento no consumo de cana por vacas leiteiras.

A uréia, ao atingir o ambiente ruminal, é imediatamente convertida a amônia e gás carbônico, por ação da enzima urease produzidas pelas bactérias. Para que isso ocorra, é essencial a presença de uma fonte de energia (celulose das forragens ou amido do milho, por exemplo).

A amônia é a fonte preferencial de nitrogênio, utilizada pela maior parte dos microrganismos do rúmen (especialmente os que digerem as fibras das plantas) na formação de sua proteína. As proteínas verdadeiras consumidas pelo animal ao se solubilizarem e sofrerem degradação no rúmen, também liberam amônia. Os microrganismos utilizam indiretamente a amônia proveniente da degradação de proteínas ou da hidrólise da uréia e outros compostos nitrogenados não protéicos. A amônia presente no rúmen é utilizada pelos microrganismos para a síntese de sua própria proteína.

A capacidade das bactérias para utilizarem o nitrogênio não protéico (NNP) vai depender da quantidade e do nível de degradação da energia fornecida ao animal (carboidratos), além da capacidade de crescimento da população de microrganismos, entretanto, existe um limite para o crescimento microbiano, o qual depende da ingestão de energia (van AMBURGH; PETERSON, 2004). A digestão da proteína bacteriana nada mais é do que sua quebra em aminoácidos, os quais serão absorvidos no intestino e novamente transformados em proteínas pelo próprio animal. À medida que a digestão ruminal progride, todo o alimento ingerido pelo animal, juntamente com as bactérias e seus produtos, continuam a avançar pelo trato digestivo, a alcançar o intestino delgado, parte desses aminoácidos serão absorvidos pela parede intestinal, pequena parte será excretado nas fezes. Ainda, uma parte da amônia proveniente da degradação da proteína é absorvida pela parede do rúmen e chega ao fígado pela veia porta. No fígado, essa amônia é convertida em uréia, por meio de um processo enzimático conhecido como

ciclo da uréia, e parte dessa uréia volta ao rúmen, através da saliva do animal e parte vai para os rins e é excretada pela urina.

Apesar de todos estes conhecimentos, os critérios adotados para indicar uma variedade de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) como forrageira não observavam o rigor científico, por não levarem em conta o valor nutritivo da variedade, baseando-se apenas em aspectos de produção. Durante muito tempo, os dados disponíveis para julgar a cana-de-açúcar como forrageira, foram os referentes a características agrônômicas, como produção de massa verde, rusticidade, resistência a doenças, capacidade de perfilhamento, ausência de joçal e vigor de rebrota (PEIXOTO, 1986). No entanto (FERREIRO *et al.*, 1977) já recomendava a adição de uréia em função do valor de grau °Brix do caldo do colmo, expressos em base da matéria natural, desenvolvendo uma equação simples para a realização dos cálculos: nível de uréia na cana-de-açúcar (g de uréia/kg de matéria natural de cana) =  $(0,6 \cdot \text{Brix} \cdot (94,8 - 1,12 \cdot \text{Brix})) / (100 - \text{Brix})$ .

Considerando a evolução no rendimento em açúcar das novas variedades de cana utilizadas pelas indústrias de açúcar (BARBOSA, 2004), que estão disponíveis para uso pelos criadores de bovinos, talvez hoje, a necessidade de adição de uréia seja maior do que a habitualmente recomendada em dietas para bovinos. Se isto for possível, constituiria ferramenta economicamente benéfica aos criadores em razão do menor custo da proteína da uréia em relação às demais fontes.

Utilizando um modelo dinâmico e mecanístico da digestão capaz de prever a absorção de nutrientes em bovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar, que foi desenvolvido pelo CNPGL/EMBRAPA em conjunto com a Universidade de Wageningen na Holanda, Pereira e Collao-Saenz (2004) simularam a resposta de novilhas de 200 e 300 kg de peso corporal à inclusão de uréia a dietas com teores 0 e

1 kg para cada 100 kg de cana *in natura*. Os autores concluíram que nada se ganha no fluxo de nutrientes absorvidos e disponíveis para o organismo animal, quando, a suplementação excede 50 g/dia, equivalente a 300 g de uréia para cada 100 kg de cana-de-açúcar *in natura*, isto é 1 % da matéria seca, considerando-se teor médio de 30 % de matéria seca e com o agravante da perda da palatabilidade.

Todavia, essa hipótese precisa ser testada no tocante aos aspectos produtivos, digestivos e metabólicos. Neste sentido, desenvolveu-se o presente trabalho com o objetivo de verificar o efeito de diferentes níveis de uréia na cana-de-açúcar (0,0; 0,4; 0,8 e 1,2% na base da matéria natural) sobre o consumo e digestibilidade da dieta, desempenho produtivo, metabolismo de compostos nitrogenados e economicidade das dietas em vacas leiteiras com produção abaixo de 15 kg/dia. O artigo a seguir foi elaborado em conformidade às normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, P. J.; PRESTON T. R. Performance of patterning cattle on immature and mature sugarcane. *Tropical Animal Production*, v. 1, n. 2, p. 106-113, 1976.

BARBOSA, M. H. P. *Programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar*. Viçosa, MG: Departamento de Fitotecnia/Universidade Federal de Viçosa, 2004.

ELIAS, A.; MATIN, P. C.; RUIZ, E. *et al. Would review animal production*, v. 15, n. 3, p. 63-70, 1979.

FERREIRO, H. M.; SUTHERLAND, T. M.; PRESTON, T. R. °Brix and dry matter content as indices of urea requirements in diets based on sugar cane. *Tropical Animal Production*, v. 2, p.125-142, 1977.

HELMER, L. G.; BARTLEY, E. E. Progress in the utilization of ureia as a protein replacer for ruminantes. A review. *Journal of Dairy Science*, v. 54, n. 1, p. 25-51, 1971.

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.1-11.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 jul. 2008.

MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J. K.; HINTZ, H. F.; WARNER, R. G. *Animal nutrition*. Tradução de Figueiredo Filho, A. B. N. 3. ed. Rio de Janeiro: Frestas, Bagtos, 1984. 736 p.

PEIXOTO, A. M. A cana-de-açúcar como recurso forrageiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGEM e SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 17-47.

PEREIRA, M. N.; COLLAO-SAENZ, E. A. *Algumas considerações sobre a velha cana com uréia*. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br>>. Acesso em: 4 set. 2004.

van AMBURGH, M. E.; PETERSON, E. B. How much nitrogen can a cow recycle? In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, 2004, Syracuse. *Proceedings...* Syracuse, NY, 2004. p. 179-188.

WEISKE, H.; SCHROOT, H.; DANGER, S. V. Uber die bedent. Ung es asparagin fun die thierische ernelning. *Zeit Biol.*, v. 15, p. 261, 1870.

ZUNTZ, N. *Physiol. Pfluger'*, v. 49, p. 471, 1889. (FALTA O TÍTULO DO ARTIGO)

## **Dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras**

**Resumo:** Avaliou-se o efeito de quatro níveis da mistura de uréia:sulfato de amônio (9:1) (Uréia) na cana-de-açúcar (0; 0,4; 0,8 e 1,2%, base da matéria natural) sobre o consumo, sobre o consumo e digestibilidade da dieta, desempenho produtivo, metabolismo de compostos nitrogenados e economicidade das dietas em vacas leiteiras com produção abaixo de 15 kg/dia. Utilizou-se 12 vacas da raça Holandesa, distribuídas em três quadrados latinos  $4 \times 4$ . As dietas foram inicialmente formuladas para serem isonitrogenadas contendo 12,5% de proteína bruta, base da matéria seca. A ração concentrada foi fornecida proporcional à produção de leite, perfazendo-se uma relação de 1 kg para cada 3 kg de leite produzido. A cana-de-açúcar utilizada apresentou 21,9 °Brix. O uso da uréia (0% *versus* 0,4 + 0,8 + 1,2%) e o nível de uréia (0,4 a 1,2%) não afetaram o consumo e digestibilidade total da matéria seca, matéria orgânica, extrato etéreo, proteína bruta, fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína e carboidratos não-fibrosos, bem como o consumo e o teor de NDT da dieta. A produção de leite não corrigida (PL) e corrigida para 3,5% de gordura (PLC), bem como os teores dos componentes do leite não foram afetados pelo uso da uréia (0% *versus* 0,4 + 0,8 + 1,2%) e nem pelo nível de uréia (0,4 a 1,2%) na cana-de-açúcar. O uso da uréia (0% *versus* 0,4 + 0,8 + 1,2%) aumentou ( $P < 0,05$ ) a concentração de N-uréico no plasma e a excreção urinária de N-uréico (NUU). Todavia, o aumento do nível de uréia na cana-de-açúcar de 0,4 para 1,2% não afetou ( $P > 0,05$ ) a excreção NUU e o balanço de N. Apesar do aumento linear ( $P < 0,05$ ) do NUP com o aumento do nível de uréia de 0,4 para 1,2%, o valor máximo observado (14,31 mg/dL) foi abaixo do valor limítrofe recomendado (20 mg/dL), acima do qual poderá comprometer a função reprodutiva. A partir da análise de sensibilidade do saldo com alimentação ao preço da uréia, verificou-se que o uso da mesma é viável quando o preço for igual ou inferior à R\$ 2,0/kg, o que

equivale a 2,17 vezes o preço do kg do farelo de soja, base da matéria natural. Em adição, verificou-se que independente da faixa de preço entre R\$ 0,40 a R\$ 2,0/kg, o nível de uréia que permite maximizar o saldo com alimentação permanece em 1,20%, base da matéria natural da cana-de-açúcar. Em cana-de-açúcar com valor de Brix de 21,9°, a ampliação do nível da mistura de uréia e sulfato de amônio (9:1) de 0,4 para 1,2% base da matéria natural, pode ser utilizada em vacas leiteiras com produção abaixo de 15 kg/dia sem afetar a eficiência de utilização dos compostos nitrogenados ingeridos.

**Palavras-chave:** metabolismo, nitrogênio, produção de leite.

## **Introdução**

A cana-de-açúcar caracteriza-se como forrageira de elevado rendimento de matéria orgânica digestível por unidade de área, com altos níveis de carboidratos rapidamente fermentáveis no rúmen, mas pobre em proteína, além de apresentar componentes fibrosos de baixa extensão de degradação ruminal, implicando em limitações na ingestão de matéria seca.

Em razão da capacidade da microbiota ruminal em utilizar amônia como fonte de nitrogênio para síntese de aminoácidos, associado à presença de carboidratos rapidamente fermentáveis no rúmen da cana-de-açúcar, postularam-se a necessidade de adicionar fontes de nitrogênio não-protéico, de maneira a otimizar a utilização dos substratos e o crescimento microbiano em dietas à base de cana-de-açúcar. Neste sentido, em estudo pioneiro sobre uso da cana-de-açúcar na nutrição de ruminantes recomendou-se a adição de uréia em função do valor de grau °Brix do caldo do colmo, expressos em base da matéria natural (Ferreiro et al., 1977). De acordo com a equação desenvolvida, para cana-de-açúcar com teor médio de 18 °Brix, o nível de uréia recomendado seria de 1%, base da matéria natural. Considerando a evolução no

rendimento em açúcar das novas variedades de cana utilizadas pelas indústrias de açúcar (Barbosa, 2004), que estão disponíveis para uso pelos criadores de bovinos, talvez hoje, a necessidade de adição de uréia seria maior. Se isto for possível, constituiria ferramenta economicamente benéfica aos criadores em razão do menor custo da proteína da uréia em relação às demais fontes.

No entanto, em estudo de simulação utilizando-se um modelo dinâmico e mecanicista de digestão concluiu-se que nada se ganha em aporte de nutrientes com a suplementação de 300 gramas de uréia para cada 100 kg de cana-de-açúcar fresca (Pereira & Collao-Saenz, 2004), com o agravante de redução do consumo da dieta e conseqüentemente sobre o desempenho produtivo (Silva et al., 2001a; Melo et al., 2003; Oliveira et al., 2004).

Em pesquisas iniciais, as características sensoriais da uréia (odor e sabor) foram apontadas como o principal fator responsável pelo efeito deletério sobre o consumo em ruminantes (Huber & Cook, 1972; Chalupa et al., 1979). Todavia, em estudo comparando-se o fornecimento de dietas para vacas e novilhos da raça holandesa contendo 1 ou 3% de uréia, fornecidas oral ou ruminalmente, foi observado maior redução no consumo quando forneceram níveis mais elevados de uréia ruminalmente (Wilson et al., 1975). Estes efeitos demonstraram que reações fisiológicas estão envolvidas na alteração do consumo e não somente características sensoriais (Detmann et al., 2007).

Sob esses pressupostos, especulou-se que devido ao alto teor de açúcares em dietas à base de cana-de-açúcar era possível a ampliação do nível de uréia sem comprometer o consumo e o desempenho produtivo dos animais, pois maior quantidade de amônia poderia ser assimilada pela microbiota ruminal. No entanto, elevações na ureogênese hepática poderiam ampliar as perdas de nitrogênio urinário, comprometendo

a eficiência de utilização dos compostos nitrogenados dietéticos (Van Amburgh & Peterson, 2004).

Neste sentido, desenvolveu-se o presente trabalho com o objetivo de verificar o efeito de diferentes níveis de uréia na cana-de-açúcar (0,0; 0,4; 0,8 e 1,2% na base da matéria natural) sobre o consumo e digestibilidade da dieta, desempenho produtivo, metabolismo de compostos nitrogenados e economicidade das dietas em vacas leiteiras com produção abaixo de 15 kg/dia.

### **Material e métodos**

O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite do Departamento de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, durante o período de julho a setembro de 2006. Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa, puras e mestiças, com duração de lactação média de  $225 \pm 90$  dias, distribuídas em três quadrados latinos  $4 \times 4$ , de acordo com o período de lactação. O experimento foi constituído por quatro períodos, com duração de 18 dias cada, sendo os onze primeiros dias de adaptação e os demais para avaliação do consumo, digestibilidade, produção e composição do leite, excreção de compostos nitrogenados e balanço de nitrogênio.

Os animais foram submetidos a quatro tratamentos, referentes a quatro diferentes níveis da mistura de nove partes de uréia e uma parte de sulfato de amônio (uréia) na cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L., variedade RB 73-9735): 0,0; 0,4; 0,8 e 1,2%, base da matéria natural. As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas contendo 12,5% de proteína bruta. Foram oferecidos 1 kg (base da matéria natural) de ração concentrada para cada 3kg de leite produzido, que equivaleu ao fornecimento de dietas com relação volumoso:concentrado média de 70:30 no início do experimento. O

ajuste no fornecimento de concentrado foi feito no quinto e no décimo dia de cada período de adaptação. Na Tabela 1 são apresentadas as proporções dos ingredientes utilizados na ração concentrada.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes (base da matéria seca) da ração concentrada em função dos níveis de uréia na cana-de-açúcar

Ingredientes	Nível de uréia <sup>1</sup> na cana-de-açúcar (base da MN)			
	0,00%	0,40%	0,80%	1,20%
Milho grão	13,67	30,92	49,40	69,26
Farelo de trigo	20,00	20,69	21,43	22,22
Farelo de soja	60,67	41,84	21,67	0,00
Minerais	5,67	6,55	7,50	8,52

<sup>1</sup> Mistura de 9 partes de uréia: 1 parte de sulfato de amônio, base da matéria natural (MN).

Os animais foram manejados em baias individuais, tipo *Tie Stall*, onde receberam alimentação fornecida *ad libitum* duas vezes ao dia, às 7:00 e às 16 horas, permitindo sobras de alimento na ordem de 10% do total ofertado, com base na matéria natural. No período de coleta, diariamente, em dois turnos, foram feitas pesagens e amostragens das quantidades de cana-de-açúcar, uréia e rações concentradas fornecidos e das sobras de cada tratamento. As amostras foram armazenadas a -15°C para posteriores análises químicas. Realizaram-se medições diárias do valor de grau Brix do caldo obtido de dez colmos de cana-de-açúcar utilizando-se refratômetro (Zeiss□).

As fezes foram coletadas diretamente na ampola retal, uma vez ao dia, às 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e 18:00 horas, do 12º ao 16º dia de cada período experimental. As amostras diárias de fezes de cada animal, em cada período, foram armazenadas a -15°C para posterior secagem e análises químicas.

As amostras de cana-de-açúcar, de sobras e de fezes foram secas em estufa com ventilação forçada (60 °C por 72 horas) e, juntamente com as dos alimentos, foram

processadas em moinho de facas com peneiras de porosidade de 1mm para análise química e incubação ruminal *in situ*. Das amostras diárias de fezes secas ao ar de cada animal, em cada período, foram feitas amostras compostas para posterior análise química.

As análises dos teores de MS, N total, fibra em detergente ácido (FDA) e lignina ( $H_2SO_4$  72% p/p) foram feitas, segundo métodos descritos em Silva & Queiroz (2002). Para análise da concentração de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa amilase termo-estáveis sem uso de sulfito de sódio, corrigidas para o resíduo de cinzas (Mertens, 2002) e para o resíduo de compostos nitrogenados (Licitra et al., 1996). As análises de FDN e FDA foram realizadas em sistema Ankon<sup>□</sup>, utilizando sacos de TNT (tecido-não-tecido), com dimensões de 5 cmx 5cm, mantendo-se relações média de 14 mg de MS /cm<sup>2</sup> de tecido e 100 mL de detergente neutro/g de amostra seca ao ar. A determinação de nitrogênio não protéico (NNP) dos alimentos foi realizada segundo Licitra et al. (1996).

Os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína ( $CNF_{cp}$ ), foram calculados como proposto por Hall (2000) modificado, sendo:  $CNF_{cp} = 100 - (\%PB + \%FDN_{cp} + \%EE + \%Cinzas)$ . Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados com adaptações ao descrito por Weiss (1999), pela seguinte equação:  $NDT (\%) = PBD + FDN_{cpD} + CNF_{cpD} + 2,25EED$ , em que: PBD = proteína bruta digestível;  $FDN_{cpD}$  = fibra em detergente neutro digestível;  $CNF_{cpD}$  = carboidratos não-fibrosos digestíveis; e EED = extrato etéreo digestível. A composição química dos alimentos utilizados está descrita na Tabela 2. A composição química da ração concentrada está apresentada na Tabela 3.

Tabela 2 – Composição química dos ingredientes

Item <sup>1</sup>	Cana-de-açúcar	Milho grão	Farelo de trigo	Farelo de soja
MS (%)	28,30	88,73	89,03	89,51
MM <sup>2</sup>	4,03	0,95	5,01	6,54
EE <sup>2</sup>	0,76	2,95	2,55	1,31
PB <sup>2</sup>	2,56	8,99	17,63	51,10
NNP <sup>3</sup>	11,01	16,58	17,18	9,72
NIDN <sup>3</sup>	25,39	9,68	20,81	3,84
NIDA <sup>3</sup>	8,08	3,23	2,54	1,02
FDNcp <sup>2</sup>	42,15	12,73	41,06	12,54
CNFcp <sup>2</sup>	50,50	74,38	33,75	28,51
CT <sup>2</sup>	92,65	87,11	74,81	41,05
FDA <sup>2</sup>	25,80	2,82	13,96	6,32
LigninaH <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> <sup>2</sup>	4,34	0,64	3,26	0,51
FDNi <sup>2</sup>	21,27	1,31	11,03	0,56

<sup>1</sup> MS = matéria seca; MM = mistura mineral; EE = extrato etéreo; PB = proteína bruta; NNP = nitrogênio não-protéico; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; CNFcp = CNF corrigido para cinza e proteína; CT = carboidratos totais; FDA = fibra em detergente ácido; FDNi = FDN indigestível obtido após incubação ruminal *in situ* por 264 horas.

<sup>2</sup> % base da matéria seca.

<sup>3</sup> % do nitrogênio total

Tabela 3 – Composição da ração concentrada em função dos níveis de uréia na cana-de-açúcar

Item <sup>1</sup>	Nível de uréia <sup>1</sup> na cana-de-açúcar (base da MN)			
	0,00	0,40	0,80	1,60
MS (%)	89,83	89,78	89,72	86,66
MM <sup>2</sup>	10,77	10,62	10,46	10,29
EE <sup>2</sup>	1,71	1,9	2,29	2,61
PB <sup>2</sup>	35,76	27,81	19,29	10,14
NNP <sup>3</sup>	10,76	11,44	12,81	16,82
NIDN <sup>3</sup>	5,71	6,65	8,50	13,98
NIDA <sup>3</sup>	1,24	1,44	1,83	2,97
FDNcp <sup>2</sup>	17,56	17,68	17,81	17,94
CNFcp <sup>2</sup>	34,20	41,91	50,15	59,01
CT <sup>2</sup>	51,76	59,59	67,96	76,95
FDA <sup>2</sup>	7,01	6,40	5,75	5,06
LigninaH <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> <sup>2</sup>	1,05	1,09	1,23	1,30
FDNi <sup>2</sup>	2,72	2,92	3,13	3,36

<sup>1</sup> MS = matéria seca; MM = mistura mineral; EE = extrato etéreo; PB = proteína bruta; NNP = nitrogênio não-protéico; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; CNFcp = CNF corrigido para cinza e proteína; CT = carboidratos totais; FDA = fibra em detergente ácido; FDNi = FDN indigestível obtido após incubação ruminal *in situ* por 264 horas.

<sup>2</sup> % base da matéria seca.

<sup>3</sup> % do nitrogênio total.

A quantidade total de MS fecal excretada foi estimada pela concentração de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), obtida após incubação ruminal dos alimentos, sobras e fezes em sacos poliéster (Ankon<sup>®</sup>, filter bag 57) por um período de 264 horas, segundo Casali et al. (2008).

As vacas foram ordenhadas, mecanicamente, duas vezes ao dia, fazendo-se o registro da produção de leite do 12<sup>o</sup> ao 18<sup>o</sup> dia de cada período experimental. Através de dispositivos acoplados as ordenhadeiras foram coletadas amostras de leite, aproximadamente 300 mL, nos 14<sup>o</sup> e 15<sup>o</sup> dias, na ordenha da manhã e da tarde, fazendo-se amostras compostas de cada dia de acordo com a produção de leite. Das amostras compostas de cada dia, retirou-se alíquotas (50 mL), acondicionando-se em frascos plásticos com conservante (Bronopol<sup>®</sup>) mantidos entre 2 e 6 °C, e encaminhados para o Laboratório de Análises de Qualidade de Leite da Embrapa Gado de Leite, para determinação dos teores de lactose, gordura, extrato seco total e extrato seco desengordurado do leite, segundo a metodologia descrita pelo International Dairy Federation (1996). A produção de leite (PL) corrigida para 3,5 % de gordura (PLC) foi calculada segundo Sklan et al. (1992).

No sétimo dia de adaptação e no final de cada período experimental foram feitas pesagens individuais dos animais para avaliar a variação de peso. Os pesos dos animais corresponderam às médias de duas pesagens, feitas antes do fornecimento das alimentações e após as ordenhas.

Amostras de sangue foram coletadas no 17<sup>o</sup> dia, utilizando tubos de ensaio com anticoagulante (EDTA), centrifugadas a 2.300 xg por 15 minutos, sendo então retiradas amostras de plasma para posterior análise de uréia.

Amostras *spot* de urina foram obtidas de todas as vacas no 13<sup>o</sup> dia de cada período experimental, durante micção estimulada por massagem na vulva, quatro horas

após a alimentação matinal. As amostras de urina foram filtradas e armazenadas a – 15 °C para posteriores análises de nitrogênio total, uréia e creatinina. Imediatamente antes das análises as amostras foram descongeladas, centrifugadas a 2.000 xg por 15 minutos.

As análises de uréia foram realizadas por meio de sistema enzimático-colorimétrico pelo método urease, utilizando-se *kits* comerciais (Labtest Diagnóstica S.A.). As análises de creatinina na urina foram realizadas por meio do método de ponto final com picrato e acidificante, utilizando-se *kits* comerciais (Labtest Diagnóstica S.A.).

O volume urinário total diário foi estimado dividindo-se as excreções urinárias diárias de creatinina pelos valores observados de concentração de creatinina na urina, segundo Valadares Filho & Valadares (2001). A excreção urinária diária de creatinina foi estimada a partir da proposição de 24,05 mg/kg de peso vivo (PV) de creatinina (Chizzotti, 2004).

O balanço de compostos nitrogenados (BN) foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido (N<sub>ing</sub>) e o total de nitrogênio excretado nas fezes (N<sub>fezes</sub>), excretado na urina (N<sub>urina</sub>) e secretado no leite (N<sub>leite</sub>). A determinação do nitrogênio total nas fezes e na urina foi feita segundo técnica descrita em Silva & Queiroz (2002).

Os dados foram submetidos à análise de variância o nível de 5% de probabilidade para o erro tipo I. As análises foram realizadas por meio do comando PROC GLM do programa *Statistical Analysis System* (SAS, 1989).

As variáveis foram analisadas segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + Q_i + T_j + (P/Q)_{ik} + (V/Q)_{il} + Q \times T_{ij} + e_{ijkl},$$

em que

$Y_{ijkl}$  = observação na vaca 1, no período k, submetida ao tratamento j, no quadrado latino i;

$\mu$  = constante geral;

$Q_i$  = efeito do quadrado latino i, sendo  $i = 1, 2, 3$ ;

$T_j$  = efeito do tratamento j, sendo  $j = 1, 2, 3, 4$ ;

$(P/Q)_{ik}$  = efeito do período k, dentro do quadrado latino i, sendo  $k = 1, 2, 3, 4$ ;

$(V/Q)_{il}$  = efeito da vaca 1, dentro do quadrado latino i, sendo  $l = 1, 2, 3, 4$ ;

$Q \times T_{ij}$  = efeito de interação entre o quadrado latino i e o tratamento j; e

$e_{ijkl}$  = erro aleatório, associado a cada observação, pressuposto NID  $(0; \sigma^2)$ .

Para avaliação da economicidade das dietas experimentais utilizaram-se preços médios do leite recebido pelos produtores do Estado de Minas Gerais (CEPEA-USP, 2008) e preços dos alimentos concentrados comercializados no varejo do município de Viçosa-MG, no mês de novembro de 2008. Adotou-se o custo de R\$ 0,03/kg de matéria seca da cana-de-açúcar. Utilizou-se os preços (base da matéria natural) de R\$ 1,18/kg para a mistura uréia:sulfato de amônio, de R\$ 0,50/kg para milho grão, de R\$ 0,35/kg para farelo de trigo e R\$ 0,92/kg para o farelo de soja. Estimou-se o saldo com alimentação das dietas por vaca e por unidade de leite produzido (kg/dia).

O saldo com alimentação, por vaca, foi estimado segundo a equação: saldo com alimentação por vaca (R\$/dia) = valor da produção por vaca (R\$/dia) – custo com alimentação por vaca (R\$/vaca/dia). O saldo com alimentação, por leite produzido, foi estimado segundo a equação: saldo com alimentação por leite produzido (R\$/kg) = preço do leite recebido pelo produtor (R\$/kg) – custo com alimentação por leite

produzido (R\$/kg). O valor da produção leite por vaca foi estimado da seguinte maneira: valor da produção de leite por vaca (R\$/dia) = produção de leite (kg/dia) x preço do leite (R\$/kg).

O custo total com alimentação, por vaca, foi assim estimado: custo total com alimentação por vaca (R\$/dia) = custo com alimentação volumosa por vaca (R\$/dia) + custo com alimentação concentrada por vaca (R\$/dia); em que o custo com alimentação volumosa por vaca (R\$/dia) = consumo de cana-de-açúcar (kg/dia, base da matéria natural) x preço da cana-de-açúcar (R\$/kg, base da matéria natural, de acordo com os tratamentos) + consumo da mistura uréia:sulfato de amônia x preço da mistura e, o custo com alimentação concentrada por vaca (R\$/dia) = consumo de ração concentrada (kg/dia, base da matéria natural) x preço da ração concentrada (R\$/kg, base da matéria natural).

O custo total com alimentação por leite produzido, foi assim estimado: custo total com alimentação por leite produzido (R\$/kg) = custo com alimentação volumosa por leite produzido (R\$/kg) + custo com alimentação concentrada por leite produzido (R\$/kg), em que o custo com alimentação volumosa por leite produzido (R\$/kg) = custo com alimentação volumosa por vaca (R\$/dia) / produção de leite (kg/dia) e, o custo com alimentação concentrada por leite produzido (R\$/kg) = custo com alimentação concentrada por vaca (R\$/dia) / produção de leite (kg/dia).

## **Resultados e Discussão**

O colmo da cana-de-açúcar apresentou valor médio de 21,9 °Brix. Considerando a proporção de alimentos fornecidos, a proporção de cana-de-açúcar juntamente com a mistura de uréia e sulfato de amônio foi de 74,71; 74,19; 75,18 e 74,69%, base da MS da dieta, para os níveis de 0; 0,4; 0,8 e 1,2% de uréia na cana-de-açúcar. Baseando-se

nesta proporção, estimou-se teor dietético de proteína bruta de 11,0; 11,8; 12,0 e 12,3%, base da MS.

Conforme esperado, verificou-se que a principal modificação química na dieta com o aumento do nível de uréia na cana-de-açúcar ocorreu sobre a composição dos compostos nitrogenados, com ampliação da fração de nitrogênio não-protéico (NNP) em detrimento da fração protéica, estimando-se valores de 10,8; 31,6; 51,7 e 69,4% de NNP em relação ao nitrogênio total, para as dietas com níveis de 0; 0,4; 0,8 e 1,2% de uréia na cana-de-açúcar.

Verificou-se que o uso da uréia (0% *versus* 0,4 + 0,8 + 1,2%) e o nível da mesma (0,4 a 1,2%) não afetaram ( $P > 0,05$ ) o consumo de matéria seca (CMS) e, conseqüentemente, o consumo dos demais componentes da dieta (Tabela 4). Estes níveis representaram 0,0; 1,0; 2,0 e 3,0% de uréia, base da MS da dieta. Este resultado está de acordo com Rangel (2005) que não observou efeito da fonte de nitrogênio (farelo de soja *versus* uréia) e do nível de uréia na cana-de-açúcar (0,4; 0,8 e 1,2% base da MN) sobre o consumo em vacas leiteiras com produção de leite acima de 20 kg/dia. Porém, contradiz outros pesquisadores que observaram redução linear no CMS de vacas leiteiras com aumento de uréia até o nível entre 2,1 a 2,4%, base da MS da dieta, mas utilizando-se silagem de milho, silagem de sorgo ou mistura de silagem de milho e palma forrageira (Silva et al., 2001a, b; Melo et al., 2003; Oliveira et al., 2004).

Apesar do elevado nível de uréia na dieta (3%), a ausência de efeito sobre o consumo possivelmente está relacionado o “pool” de amônia na circulação sanguínea, os quais provavelmente permaneceram em patamares inferiores ao necessário para causar mau funcionamento dos tecidos corporais por déficit energético, notadamente sobre o tecido cerebral, com conseqüente diminuição no consumo (Detmann et al., 2007). De fato, observou-se que os níveis de nitrogênio-uréico no plasma (NUP) nas

Tabela 4 – Consumo diário de constituintes de dietas de vacas leiteiras alimentadas com diferentes níveis de uréia<sup>1</sup> na cana-de-açúcar (base da matéria natural, MN)

Itens <sup>2</sup>	Nível de uréia <sup>1</sup> na cana-de-açúcar (% MN)				Contrastes (Valor-P)			CV <sup>4</sup> (%)
	0,00	0,40	0,80	1,20	0% vs 0,4 + 0,8 + 1,2%	Uréia (0,4; 0,8; 1,2)		
	----- Kg -----				-	L <sup>3</sup>	Q <sup>4</sup>	
CM S	14,15	14,17	14,22	13,93	0,88	0,50	0,58	5,81
CMO	13,33	13,38	13,47	13,20	0,96	0,58	0,54	5,85
CEE	0,1475	0,1555	0,1492	0,1575	0,21	0,76	0,19	9,78
CPB	1,63	1,64	1,64	1,65	0,70	0,89	0,95	6,65
CFDNcp	4,84	4,85	4,76	4,72	0,67	0,49	0,90	8,86
CCNFcp	6,72	6,74	6,91	6,67	0,70	0,72	0,23	6,73
CNDT	9,90	9,91	9,95	9,92	0,91	0,95	0,84	5,41
	<b>% do peso corporal</b>							
CMS	2,42	2,44	2,40	2,40	0,94	0,54	0,75	5,50
CFDNcp	0,83	0,84	0,80	0,81	0,70	0,45	0,41	8,24

<sup>1</sup> Mistura de 9 partes de uréia; 1 parte de sulfato de amônio.

<sup>2</sup> CMS = consumo de matéria seca; CMO = consumo de matéria orgânica; CEE = consumo de extrato etéreo; CPB = consumo de proteína bruta; CFDNcp = consumo de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; CCNFcp = consumo de carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína; CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais.

<sup>3</sup> L = efeito linear; Q = efeito quadrático.

<sup>4</sup> CV = coeficiente de variação.

vacas que receberam cana-de-açúcar com 1,2% de uréia (14,31 mg/dL, Tabela 8) foram menores que os observados (entre 19,90 a 23,08 mg/dL) em trabalhos os quais foram verificados redução no consumo de vacas leiteiras com aumento no nível de uréia na dieta (Oliveira et al., 2001; Silva et al., 2001a,b; Oliveira et al., 2004) e semelhante ao valor observado por Rangel (2005) em vacas que também, ao receberem cana-de-açúcar com 1,2% de uréia (14,11 g/dL), não verificou efeito sobre o consumo. Essa associação pode ser realizada, pois a concentração de NUP é diretamente proporcional ao *pool* de amônia circulante (van Amburgh & Peterson, 2004).

O menor valor de NUP observado no presente trabalho em relação aos de Silva et al. (2001ab), Melo et al. (2003) e Oliveira et al. (2004), possivelmente relaciona-se com a natureza dos carboidratos dietéticos presente na cana-de-açúcar, os quais são majoritariamente solúveis em detergente neutro, notadamente ricos em açúcares, de

maior taxa de degradação ruminal em relação às frações amilácea e os insolúveis em detergente neutro, característicos em silagens de milho e sorgo (Lanzas et al., 2007). A maior taxa de degradação ruminal da fração de açúcares propicia maior sincronismo com a taxa de disponibilização de amônia ruminal pela uréia, proporcionando menor acúmulo de amônia ruminal (Nocek & Russell, 1988).

Não foram observados efeitos do uso da uréia (0% vs 0,4 + 0,8 + 1,2%) e o nível de uréia (0,4 a 1,2%) na cana-de-açúcar sobre o coeficiente de digestibilidade da matéria seca e dos demais constituintes da dieta (Tabela 5). A digestibilidade efetiva da dieta é reflexo da digestibilidade potencial, característica intrínseca dos alimentos, da atividade dos sistemas enzimáticos microbiano e animal (Detmann et al., 2008). A atividade dos sistemas enzimáticos microbiano ruminal, por sua vez, depende do suprimento de esqueletos de carbono, energia, compostos nitrogenados e outros nutrientes essenciais. Neste sentido, esses resultados evidenciam que a ampliação da fração de NNP de 10,8 para 69,4% do nitrogênio total, em dietas à base de cana-de-açúcar, não afeta a atividade dos sistemas enzimáticos microbianos.

A produção de leite não corrigida (PL) e corrigida para 3,5% de gordura (PLC), bem como os teores dos componentes do leite não foram afetados pelo uso da uréia (0% versus 0,4 + 0,8 + 1,2%) e nem pelo nível de uréia (0,4 a 1,2%) na cana-de-açúcar (Tabela 6). A variação de peso corporal não foi afetada pelo nível de uréia na cana-de-açúcar, sendo observado valor médio 0,5 kg/vaca/dia. Este resultado está de acordo com Rangel (2005) que utilizando os mesmos níveis de uréia na cana-de-açúcar (0,4; 0,8 e 1,2%, base da matéria natural), mas com menor relação volumoso:concentrado em relação ao presente trabalho, também não observou efeito sobre o desempenho de vacas leiteiras com produção acima de 20 kg/dia. Contudo, contradiz outros pesquisadores que observaram redução linear na produção de leite de vacas alimentadas com níveis

Tabela 5 – Coeficiente de digestibilidade de constituintes de dietas de vacas leiteiras alimentadas com diferentes níveis de uréia<sup>1</sup> na cana-de-açúcar (base da matéria natural, MN)

Itens <sup>2</sup>	Nível de uréia <sup>1</sup> na cana-de-açúcar (% MN)				Contrastes (Valor-P)			CV <sup>4</sup> (%)
	0,00	0,40	0,80	1,20	0% vs 0,4 + 0,8 + 1,2%	Uréia (0,4; 0,8; 1,2)		
						L <sup>3</sup>	Q <sup>4</sup>	
	----- g/g -----							
CDMS	0,47	0,39	0,43	0,47	0,47	0,39	0,43	3,56
CDMO	0,96	0,42	0,53	0,96	0,96	0,42	0,53	3,46
CDEE	0,87	0,40	0,91	0,87	0,87	0,40	0,91	11,96
CDPB	0,22	0,45	0,42	0,22	0,22	0,45	0,42	4,27
CDFDNcp	0,57	0,54	0,25	0,57	0,57	0,54	0,25	15,21
CDCNFcp	0,15	0,89	0,96	0,15	0,15	0,89	0,96	2,02
NDT	0,57	0,35	0,37	0,57	0,57	0,35	0,37	3,14

<sup>1</sup> Mistura de 9 partes de uréia: 1 parte de sulfato de amônio.

<sup>2</sup> CDMS = coeficiente de digestibilidade da matéria seca; CDMO = coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica; CDEE = coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo; CDPB = coeficiente de digestibilidade da proteína bruta; CDFDNcp = coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; CDCNFcp = coeficiente de digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína; NDT = nutrientes digestíveis totais.

<sup>3</sup> L = efeito linear; Q = efeito quadrático.

<sup>4</sup> CV = coeficiente de variação.

Tabela 6 – Desempenho de vacas leiteiras alimentadas com diferentes níveis de uréia<sup>1</sup> na cana-de-açúcar (base da matéria natural, MN)

Itens <sup>2</sup>	Nível de uréia <sup>1</sup> na cana-de-açúcar (% MN)				Contrastes (Valor-P)			CV <sup>4</sup> (%)
	0,00	0,40	0,80	1,20	0% vs 0,4 + 0,8 + 1,2%	Uréia (0,4; 0,8; 1,2)		
						L <sup>3</sup>	Q <sup>4</sup>	
PL (kg/d)	12,86	12,50	13,00	11,97	0,35	0,30	0,08	9,18
PLC (kg/d)	13,66	12,81	13,22	12,34	0,17	0,49	0,32	14,46
GL (%)	3,84	3,62	3,60	3,67	0,25	0,83	0,82	14,03
PTNL (%)	3,45	3,41	3,46	3,44	0,85	0,80	0,67	6,77
Lactose (%)	4,38	4,40	4,22	4,42	0,55	0,77	0,14	4,36
EST (%)	12,78	12,65	12,49	12,75	0,53	0,74	0,41	5,43
ESD (%)	8,91	9,03	8,90	9,08	0,39	0,70	0,17	3,35
Eficiência	1,01	0,91	0,96	0,85	0,08	0,39	0,16	16,34

<sup>1</sup> Mistura de 9 partes de uréia: 1 parte de sulfato de amônio.

<sup>2</sup> PL = produção de leite; PLC = produção de leite corrigida para 3,5% de gordura; GL = teor de gordura no leite; PTNL = teor de proteína bruta no leite; EST = teor de estrato seco total; ESD = teor de estrato seco desengordurado; Eficiência = PL/consumo de matéria seca.

<sup>3</sup> L = efeito linear; Q = efeito quadrático.

crescentes de uréia (até 2,1 a 2,4%, base da MS da dieta), mas utilizando-se silagem de milho, de sorgo ou mistura de silagem de milho e palma forrageira como fonte exclusiva de forragem (Silva et al., 2001a; Melo et al., 2003; Oliveira et al., 2004).

Ausência de efeito sobre o consumo e digestibilidade dos componentes da dieta apresentam-se como os principais fatores que explicam a ausência de efeito sobre o desempenho produtivo das vacas. Embora não se tenha medido a produção de proteína microbiana ruminal, o comportamento sobre o desempenho dos animais também indica ausência de efeito do nível de uréia na cana-de-açúcar sobre o suprimento de proteína metabolizável, notadamente da fração microbiana ruminal.

O uso da uréia (0% *versus* 0,4 + 0,8 + 1,2%) aumentou ( $P < 0,05$ ) a concentração de nitrogênio-uréico no plasma (NUP), a excreção urinária de nitrogênio-uréico (NUU, em g/dia), a contribuição do nitrogênio-uréico na excreção urinária de compostos nitrogenados (N) e a excreção urinária de N (NU, em % do N ingerido) (Tabela 7). Apesar de não terem sido detectados efeitos significativos ( $P > 0,05$ ) o balanço de N (BN), verificou-se redução média de 96,3% no BN (g/dia) com o uso da uréia na cana-de-açúcar (Tabela 8). Esses resultados demonstram que mesmo utilizando-se cana-de-açúcar com alto teor de açúcar, o uso da uréia amplia a ureogênese e as perdas de N urina, reduzindo a eficiência de utilização de N.

Todavia, o aumento do nível de uréia na cana-de-açúcar de 0,4 para 1,2% não afetou ( $P > 0,05$ ) a NUU, a secreção de N no leite, as excreções fecal e urinária de N e o balanço de N (Tabela 7). Este comportamento demonstra a possibilidade de ampliação do nível de uréia de 0,4 para 1,2% base da matéria natural, em cana-de-açúcar com 21,9 °Brix, sem afetar a eficiência de utilização de N. A elevada fração de carboidratos solúveis da cana-de-açúcar apresentou-se como o principal fator responsável pela ausência de efeito do nível de uréia sobre o metabolismo de N. Esta fração, por ser

Tabela 7 – Indicadores do metabolismo de compostos nitrogenados de vacas leiteiras alimentadas com diferentes níveis de uréia<sup>1</sup> na cana-de-açúcar (base da matéria natural, MN)

Itens <sup>2</sup>	Nível de uréia <sup>1</sup> na cana-de-açúcar (% MN)				Contrastes (Valor-P)			CV <sup>4</sup> (%)
	0,00	0,40	0,80	1,20	0% vs 0,4 + 0,8 + 1,2%	Uréia (0,4; 0,8; 1,2)		
						L	Q	
NUP (mg/dL)	7,76	11,99	13,15	14,31	<0,0001	0,0385	0,9944	20,09
NUU (g/d)	46,74	90,34	98,42	107,5	0,0004	0,2401	0,9667	36,73
NUU (% NU)	47,18	66,13	73,91	72,19	0,0354	0,4863	0,9746	30,98
NI – g/d	261,07	263,37	262,77	263,65	0,7558	0,8667	0,9699	6,65
NF – g/d	49,24	51,09	55,21	54,21	0,0818	0,3078	0,5049	14,43
NF (%NU)	18,86	19,40	21,01	20,56	0,0818	0,3078	0,5049	17,44
NL – g/d	70,98	68,2	71,92	65,88	0,5614	0,7652	0,8879	10,13
NL (%NU)	27,19	25,90	27,37	24,99	0,4422	0,9795	0,9170	13,84
NU – g/d	99,07	136,6	133,17	148,91	0,0596	0,6154	0,6385	41,33
NU (%NU)	37,95	51,87	50,68	56,48	0,0405	0,5858	0,7300	38,14
BN – g/d	41,78	7,48	2,47	-5,35	0,1032	0,6063	0,7224	908,96
BN (%NU)	16,00	2,84	0,94	-2,03	0,0764	0,5789	0,8585	1.236,10
PL/NU	0,130	0,092	0,098	0,080	0,0058	0,8292	0,7829	46,71

<sup>1</sup> Mistura de 9 partes de uréia: 1 parte de sulfato de amônio.

<sup>2</sup> NUP = concentração de nitrogênio-uréico no plasma; NUU = excreção de nitrogênio-uréico na urina; NI = nitrogênio ingerido; NF = nitrogênio excretado nas fezes; NL = nitrogênio secretado no leite; NU = nitrogênio excretado na urina; BN = balanço de nitrogênio; PL;NU = produção de leite, kg/dia / excreção NU, em g/dia.

<sup>3</sup> L = efeito linear; Q = efeito quadrático.

<sup>4</sup> CV = coeficiente de variação.

rapidamente degradada no rúmen, propicia maior sincronismo com a taxa de disponibilização de amônia ruminal pela uréia, minimizando o acúmulo de amônia ruminal e conseqüentemente, as excreções urinárias de N-uréia e N.

O aumento linear ( $P < 0,05$ ) no NUP com o aumento de 0,4 para 1,2% de uréia na cana (Tabela 7) indica que pelo menos parte quantidade de amônia no ambiente ruminal ampliada pela elevação dos níveis de uréia na cana, não foi assimilada pela microbiota ruminal. Conseqüentemente aumentaram-se o fluxo sanguíneo de amônia absorvida pelo epitélio ruminal e a ureogênese. Salienta-se, contudo, que o valor máximo observado para NUP está abaixo do valor limítrofe recomendado (20 mg/dL), acima do qual indica comprometimento das funções reprodutivas por excesso de amônia circulante (NRC, 2001).

Na Tabela 8 apresenta-se a avaliação de economicidade das dietas. Como não houve efeito do nível de uréia sobre o consumo de matéria seca e a produção de leite, utilizou-se valor fixo para ambas variáveis, equivalente à média entre os tratamentos. Observou-se ampliação do saldo com alimentação (por vaca e por unidade de leite produzido) com aumento do nível de uréia, devido à redução no custo com alimentação. Este comportamento ocorreu devido à queda no custo do alimento concentrado, proporcionado pela redução teor de proteína bruta do mesmo com aumento do nível de uréia na cana-de-açúcar, o que compensou a ampliação no custo com volumoso (cana + uréia).

A partir da análise de sensibilidade do saldo com alimentação ao preço da mistura uréia:sulfato de amônio (uréia), verificou-se que o uso da mistura é viável quando o preço da mesma for abaixo de R\$ 2,0/kg, o que equivale a 2,17 vezes o preço do kg do farelo de soja, base da matéria natural (Tabela 9). Em adição, verificou-se que

Tabela 8 – Custo e saldo com alimentação por vaca e por unidade de leite produzido de vacas leiteiras alimentadas com diferentes níveis de uréia<sup>1</sup> na cana-de-açúcar (base da matéria natural, MN)

Itens	Nível de uréia <sup>1</sup> na cana-de-açúcar (% MN)			
	0,00	0,40	0,80	1,20
1.0 Produção de leite (kg/vaca/d)	12,58	12,58	12,58	12,58
2.0 Consumo da dieta (base da MN)				
2.1 Volumoso (kg/vaca/d)	36,77	36,62	36,48	36,33
2.2 Mistura de uréia:sulfato de amônio (g/vaca/d)	0	0,147	0,290	0,438
2.2 Concentrado (kg/vaca/d)	4,00	4,00	4,00	4,00
3.0 Relação produção de leite/consumo de concentrado	3,15	3,15	3,15	3,15
4.0 Preço dos produtos e alimentos				
4.1 Leite (R\$/kg)	0,60	0,60	0,60	0,60
4.2 Cana-de-açúcar corrigida (R\$/kg)	0,03	0,03	0,03	0,03
4.3 Mistura de uréia:sulfato de amônio (R\$/kg)	1,18	1,18	1,18	1,18
4.4 Concentrado (R\$/kg)	0,80	0,73	0,66	0,58
5.0 Valor da produção de leite por vaca (R\$/d)	7,55	7,55	7,55	7,55
6.0 Custo com alimentação por vaca				
6.1 Cana-de-açúcar + uréia (R\$/vaca/d)	1,10	1,27	1,44	1,61
6.2 Concentrado (R\$/vaca/d)	3,20	2,92	2,64	2,32
6.3 Total (R\$/vaca/d)	4,30	4,19	4,08	3,93
7.0 Custo com alimentação por leite produzido				
7.1 Cana-de-açúcar + uréia (R\$/kg)	0,088	0,101	0,114	0,128
7.2 Concentrado (R\$/kg)	0,254	0,232	0,210	0,184
7.3 Total (R\$/kg)	0,342	0,333	0,324	0,312
8.0 Saldo com alimentação				
8.1 Por vaca (R\$/d)	3,24	3,36	3,47	3,62
8.2 Por leite produzido (R\$/kg)	0,258	0,267	0,276	0,288
9.0 Custos em relação ao valor da produção de leite				
9.1 Cana-de-açúcar + uréia (%) <sup>1</sup>	14,61	16,85	19,04	21,29
9.2 Concentrado (%) <sup>2</sup>	42,40	38,69	34,98	30,74
9.3 Total (%)	57,01	55,54	54,02	52,02

<sup>1</sup> Custos com cana-de-açúcar + uréia por vaca (item 6.1 + item 6.2) / valor da produção de leite por vaca (item 5.0) x 100.

<sup>2</sup> Custos com alimento concentrado por vaca (item 6.3) / valor da produção de leite por vaca (item 5.0) x 100.

independente da faixa de preço entre R\$ 0,40 a R\$ 2,0/kg, o nível de uréia que maximiza o saldo com alimentação por vaca permanece em 1,2%, base da matéria natural da cana-de-açúcar.

Tabela 9 – Saldo com alimentação por vaca alimentada com diferentes níveis de uréia<sup>1</sup> na cana-de-açúcar (base da matéria natural, MN), em função de diferentes preços de uréia<sup>1</sup>

Preço da uréia <sup>1</sup> (R\$/kg)	Nível de uréia <sup>1</sup> na cana-de-açúcar (% MN)			
	0,00	0,40	0,80	1,20
0,40	3,24	3,47	3,70	3,96
0,60	3,24	3,44	3,64	3,88
0,80	3,24	3,41	3,58	3,79
1,00	3,24	3,38	3,52	3,70
1,20	3,24	3,35	3,47	3,61
1,40	3,24	3,32	3,41	3,52
1,60	3,24	3,29	3,35	3,44
1,80	3,24	3,26	3,29	3,35
2,00	3,24	3,24	3,23	3,26
2,10	3,24	3,22	3,20	3,22
2,20	3,24	3,21	3,17	3,17
2,40	3,24	3,18	3,12	3,09

<sup>1</sup> Mistura de 9 partes de uréia: 1 parte de sulfato de amônio.

## Conclusões

Em cana-de-açúcar com valor de Brix de 21,9<sup>o</sup>, a mistura com até 1,2% de uréia e sulfato de amônio (9:1), base da matéria natural, pode ser utilizada para vacas leiteiras com produção abaixo de 15 kg/dia quando o preço da mesma for menor que 2,17 vezes o preço do farelo de soja, em equivalente peso.

## Referências bibliográficas

BARBOSA, M. H. P. *Programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar*. Departamento de Fitotecnia – Universidade Federal de Viçosa. Consultado em junho de 2004.

CEPEA-CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - ESALQ/USP. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/leite/>>. Acesso em: 10 dez. 2008.

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.

CHALUPA, W.; BAILE, C. A.; McLAUGHLIN, C. L. *et al.* Effect of introduction of urea on feeding behavior Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, v. 62, p. 1278-1284, 1979.

CHIZZOTTI, M. L. *Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras.* 2004. 132 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

COSTA, M.G.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. *et al.* Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 6, p. 2437-2445, 2005.

DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Fatores controladores de consumo em suplementos múltiplos fornecidos *ad libitum* para bovinos manejados a pasto. *Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia*, v. 55, p. 73-93, 2007.

DETMANN, E.; PAULINO, M. F. ; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Avaliação nutricional de alimentos ou de dietas? Uma abordagem conceitual. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GADO DE CORTE, 6., 2008. *Anais...* Eds.: VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; PAULINO, P. V. R. *et al.* Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, 2008. p. 21-52.

FERREIRO, H. M.; SUTHERLAND, T. M.; PRESTON, T. R. °Brix and dry matter content as indices of urea requirements in diets based on sugar cane. *Tropical Animal Production*, v. 2, p. 125-142, 1977.

HALL, M. B. *Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen.* Florida: University of Florida, 2000. p. A-25 (Bulletin 339, April-2000).

HUBER; J. T.; COOK, R. M. Influence of site of administrations of urea on voluntary intake of concentrate by lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v. 55, p. 1470-1473, 1972.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION – IDF. *Whole milk.* Determination of milkfat, protein and lactose content guide for the operation of mid-infra-red instruments. Bruxelas, 1996. 12 p. (IDF Standard 141 B).

KAPS, M.; LAMBERSON, W. *Biostatistics for animal science.* Wallingford, UK: CABI Publishing, 2004. 445 p.

LANZAS C. *et al.* A revised CNCPS feed carbohydrate fractionation scheme for formulating rations for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, v. 136, n. 3-4, p. 167-190, 2007.

LENG, R. A.; NOLAN, J. V. Nitrogen-metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, v. 67, n. 5, p. 1072-1089, 1984.

- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; van SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.
- MELO, A. A. S.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS A. S. C. *et al.* Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia fícus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação. I. desempenho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 3, p. 727-736, 2003.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC International*, v. 85, p. 1217-1240, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7. Washington, DC: National Academy Press, 2001. 381 p.
- NOCEK, J. E.; RUSSELL, 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, 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 isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n. 5, p. 1621-1629, 2001.
- OLIVEIRA, M. M. N. F.; TORRES, C. A. A. *et al.* Uréia para vacas leiteiras no pós-parto: desempenhos produtivo e reprodutivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 6, p. 2266-2273, 2004.
- PEREIRA, M. N.; COLLAO-SAENZ, E. A. *Algumas considerações sobre a velha cana com uréia*. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br>>. Acesso em: 5 maio 2004.
- RANGEL, A. H. N. *Cana-de-açúcar na alimentação de vacas e novilhas leiteiras em crescimento*. 2005. 69 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.
- RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, C. D.; FOX, D. G. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminal fermentation. *Journal of Animal Science*, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.
- SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A. *et al.* Fatty acids, calcium soaps of fatty acids and cottonseeds fed to high yielding cows. *Journal of Dairy Science*, v. 75, p. 2463-2472, 1992.
- SILVA, R. M. N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Uréia para vacas em lactação. 1. Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 5, p. 1639-1649, 2001a.
- SILVA, R. M. N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Uréia para vacas em lactação. 2. estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 6, p. 1948-1957, 2001b.

- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR J. D.; van SOEST, P. J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. *SAS/STAT user's guide*. 4. ed. Cary: 1989. v. 2, 846 p.
- TEIXEIRA, R. M. A. *Desempenho, síntese de proteína microbiana e comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com casca de café em substituição à silagem de milho*. 2005. 76 f. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.
- VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; VALADARES, R. F. D. *et al.* Exigências nutricionais de zebuínos no Brasil. II. Proteína. In: VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. *Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte*. 1. ed. Viçosa: UFV, DZO, 2006, p. 75-84.
- VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. D. F. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001, Lavras, MG. *Anais...* Lavras, MG, 2001. p. 229-247.
- van AMBURGH, M. E.; E. B. PETERSON. How much nitrogen can a cow recycle? PROCEEDINGS CORNELL NUTRITION CONFERENCE. In: *Proceedings*: Syracuse, NY, 2004. p. 179-188.
- van SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminants*. 2. ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p.
- WALLACE, R. J.; ONODERA, R.; COTTA, M. A. Metabolism of nitrogen-containing compounds. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Ed.) *The rumen microbial ecosystem*. 2. ed. Chapman & Hall, 1997. p. 283-328.
- WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, *Proceeding*, Ithaca: Cornell University, 1999. p. 176-185.
- WILSON, G.; MARTZ, F. A.; CAMPBELL, J. R. *et al.* Evaluation of factors responsible for reduced voluntary intake of urea for ruminants. *Journal of Animal Science*, v. 41, p. 1431-1437, 1975.

## **ANEXOS**

## ANEXO A

Tabela 1A – Valores das observações de consumos diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) e de nutrientes digestíveis totais das dietas

Vaca	Trat	QL	Per	Consumo (kg/dia)							Consumo (% PC)	
				MS	MO	EE	PB	FDNcp	CNFcp	NDT	MS	FDNcp
1	0	1	1	13,55	12,68	0,15	1,52	5,09	5,91	8,84	1,96	0,74
1	0,4	1	2	9,94	9,28	0,12	1,49	3,28	4,40	7,72	1,42	0,47
1	0,8	1	3	18,07	17,32	0,17	2,08	6,14	8,92	13,71	2,58	0,88
1	1,2	1	4	15,29	14,41	0,14	1,66	4,87	7,74	10,45	2,13	0,68
2	0,4	1	1	15,30	14,39	0,12	1,48	6,10	6,69	9,71	2,46	0,98
2	1,2	1	2	14,38	13,57	0,16	1,68	4,53	7,20	10,05	2,47	0,78
2	0	1	3	16,17	15,53	0,17	1,63	5,73	7,99	11,05	2,72	0,96
2	0,8	1	4	18,05	16,99	0,16	2,10	5,71	9,01	11,78	3,00	0,95
3	0,8	1	1	15,94	14,94	0,15	1,81	5,69	7,28	10,71	2,47	0,88
3	0	1	2	11,22	10,50	0,11	1,48	3,38	5,53	8,31	1,72	0,52
3	1,2	1	3	15,45	14,87	0,14	1,75	5,18	7,81	11,65	2,50	0,84
3	0,4	1	4	11,79	11,02	0,15	1,41	3,50	5,96	8,18	1,81	0,54
4	1,2	1	1	13,35	12,55	0,18	1,63	4,86	5,88	8,91	2,26	0,82
4	0,8	1	2	17,10	16,09	0,15	1,92	5,50	8,52	11,88	2,85	0,92
4	0,4	1	3	11,81	11,31	0,15	1,59	3,70	5,87	9,68	1,96	0,61
4	0	1	4	15,41	14,36	0,16	1,49	5,25	7,46	10,4	2,49	0,85
5	0	2	1	12,80	11,97	0,14	1,38	4,83	5,63	8,43	2,41	0,91
5	0,4	2	2	14,06	13,25	0,12	1,52	4,68	6,94	9,87	2,37	0,79
5	0,8	2	3	13,67	13,16	0,17	1,64	4,63	6,72	10,81	2,26	0,76
5	1,2	2	4	14,24	13,44	0,17	1,72	4,56	6,98	9,62	2,38	0,76
6	0,4	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1,2	2	2	13,46	12,73	0,14	1,75	5,04	5,79	9,59	2,27	0,85
6	0	2	3	14,75	14,16	0,17	1,55	5,13	7,31	11,44	2,44	0,85
6	0,8	2	4	13,31	12,56	0,15	1,48	4,32	6,61	8,96	2,23	0,72
7	1,2	2	1	12,59	11,85	0,17	1,77	4,96	4,95	8,16	2,48	0,98
7	0,8	2	2	12,38	11,68	0,12	1,49	3,86	6,21	9,06	2,43	0,76
7	0,4	2	3	15,10	14,54	0,17	1,63	5,27	7,47	11,26	2,98	1,04
7	0	2	4	14,53	13,67	0,14	1,42	4,85	7,25	9,75	2,81	0,94
8	0,8	2	1	11,51	10,81	0,14	1,33	4,07	5,27	7,75	2,11	0,75
8	0	2	2	13,79	12,97	0,12	1,50	4,62	6,73	9,91	2,46	0,83
8	1,2	2	3	14,35	13,84	0,16	1,49	4,77	7,41	11,06	2,62	0,87
8	0,4	2	4	14,83	14,00	0,15	1,48	4,92	7,45	9,50	2,62	0,87
9	0,4	3	1	15,08	14,10	0,18	1,84	5,40	6,68	9,78	2,94	1,05
9	1,2	3	2	13,26	12,47	0,16	1,73	4,31	6,27	9,57	2,62	0,85
9	0	3	3	15,25	14,55	0,17	1,95	5,17	7,26	11,97	2,99	1,01
9	0,8	3	4	13,19	12,47	0,16	1,44	4,32	6,55	8,38	2,56	0,84
10	1,2	3	1	12,47	11,67	0,17	1,70	4,55	5,26	8,75	2,09	0,76
10	0,8	3	2	12,42	11,73	0,12	1,45	3,93	6,23	8,39	2,03	0,64
10	0,4	3	3	16,81	16,09	0,20	1,83	5,67	8,39	12,50	2,74	0,93
10	0	3	4	14,95	14,01	0,16	1,82	4,86	7,17	10,27	2,41	0,78
11	0,8	3	1	11,74	11,03	0,14	1,44	4,38	5,07	7,66	2,12	0,79
11	0	3	2	14,22	13,31	0,14	1,93	4,50	6,73	9,12	2,40	0,76
11	1,2	3	3	14,34	13,76	0,14	1,26	4,58	7,79	11,26	2,63	0,84
11	0,4	3	4	16,65	15,63	0,19	1,96	5,38	8,10	11,43	2,98	0,96
12	0	3	1	13,19	12,29	0,14	1,88	4,63	5,64	9,39	2,18	0,77
12	0,4	3	2	15,57	14,63	0,16	1,92	4,94	7,61	11,02	2,63	0,84
12	0,8	3	3	13,27	12,81	0,16	1,52	4,58	6,56	10,36	2,19	0,76
12	1,2	3	4	14,01	13,18	0,16	1,63	4,38	7,00	9,99	2,35	0,73

Tabela 2A – Valores das observações de coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), extrato etéreo (CDEE), proteína bruta (CDPB), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (CDFDNcp), carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CDCNFcp) e teor de nutrientes digestíveis totais da dietas

Vaca	Trat	QL	Per	CDMS	CDMO	CDEE	CDPB	CDFDNcp	CDCNFcp	NDT
1	0,0	1	1	0,6805	0,6868	0,6751	0,8048	0,4099	0,8953	0,6525
1	0,4	1	2	0,8157	0,8189	0,8422	0,9223	0,6102	0,9387	0,7765
1	0,8	1	3	0,7651	0,7836	0,6425	0,8398	0,5421	0,9395	0,7587
1	1,2	1	4	0,7042	0,7160	0,7528	0,7779	0,3734	0,9179	0,6835
2	0,4	1	1	0,6235	0,6378	0,7000	0,7800	0,3345	0,9461	0,6346
2	1,2	1	2	0,7222	0,7282	0,8574	0,7751	0,3748	0,9367	0,6992
2	0	1	3	0,6870	0,7011	0,7642	0,7735	0,3960	0,9039	0,6836
2	0,8	1	4	0,6733	0,6856	0,6740	0,7704	0,3198	0,8980	0,6528
3	0,8	1	1	0,7013	0,7106	0,5434	0,7927	0,4632	0,8868	0,6720
3	0	1	2	0,7852	0,7814	0,8132	0,8358	0,5211	0,9256	0,7405
3	1,2	1	3	0,7523	0,7737	0,8120	0,8100	0,5342	0,9236	0,7540
3	0,4	1	4	0,7192	0,7316	0,6240	0,8199	0,3389	0,9437	0,6941
4	1,2	1	1	0,6898	0,6986	0,6750	0,7537	0,3989	0,9316	0,6677
4	0,8	1	2	0,7328	0,7277	0,8873	0,8117	0,4182	0,9057	0,6946
4	0,4	1	3	0,8291	0,8400	0,9380	0,9300	0,6390	0,9398	0,8199
4	0	1	4	0,7190	0,7196	0,7073	0,8011	0,4148	0,9013	0,6719
5	0	2	1	0,6870	0,6933	0,7361	0,6656	0,4246	0,9296	0,6581
5	0,4	2	2	0,7302	0,7391	0,5241	0,7874	0,4154	0,9505	0,7023
5	0,8	2	3	0,7773	0,8059	0,9488	0,8535	0,5136	0,9918	0,7909
5	1,2	2	4	0,6942	0,7023	0,8574	0,7926	0,3596	0,9003	0,6758
6	0,4	2	1	-	-	-	-	-	-	-
6	1,2	2	2	0,7290	0,7427	0,7944	0,7868	0,5256	0,9173	0,7127
6	0	2	3	0,7853	0,7976	0,7136	0,8777	0,5768	0,9374	0,7757
6	0,8	2	4	0,6829	0,7000	0,8819	0,7610	0,3469	0,9128	0,6728
7	1,2	2	1	0,6659	0,6773	0,6613	0,8018	0,4605	0,8504	0,6482
7	0,8	2	2	0,7586	0,7658	0,8002	0,8344	0,4299	0,9576	0,7321
7	0,4	2	3	0,7451	0,7624	0,8654	0,8605	0,4815	0,9369	0,7462
7	0	2	4	0,6944	0,7028	0,7641	0,8009	0,3594	0,9119	0,6706
8	0,8	2	1	0,6885	0,7050	0,7220	0,6830	0,4108	0,9376	0,6733
8	0	2	2	0,7572	0,7544	0,8183	0,8630	0,4973	0,9059	0,7187
8	1,2	2	3	0,7666	0,7877	0,8227	0,8392	0,5150	0,9521	0,7708
8	0,4	2	4	0,6476	0,6669	0,8776	0,7617	0,2794	0,8995	0,6406
9	0,4	3	1	0,6764	0,6859	0,4781	0,8417	0,3689	0,9050	0,6484
9	1,2	3	2	0,7475	0,7589	0,5636	0,8188	0,5014	0,9245	0,7219
9	0	3	3	0,7951	0,8107	0,8255	0,8242	0,5900	0,9638	0,7854
9	0,8	3	4	0,6463	0,6620	0,6417	0,7169	0,2550	0,9190	0,6351
10	1,2	3	1	0,7266	0,7330	0,8927	0,8081	0,4859	0,9172	0,7014
10	0,8	3	2	0,7107	0,7208	0,8225	0,7936	0,3972	0,8751	0,6753
10	0,4	3	3	0,7509	0,7622	0,8946	0,7643	0,5272	0,9176	0,7432
10	0	3	4	0,7113	0,7222	0,7445	0,8116	0,4245	0,9008	0,6869
11	0,8	3	1	0,6696	0,6823	0,7301	0,8410	0,3959	0,8834	0,6525
11	0	3	2	0,6607	0,6746	0,8036	0,8723	0,2523	0,8975	0,6413
11	1,2	3	3	0,7880	0,8071	0,8703	0,8126	0,5867	0,9348	0,7851
11	0,4	3	4	0,6994	0,7185	0,8499	0,8123	0,3774	0,9194	0,6867
12	0	3	1	0,7444	0,7526	0,8038	0,8061	0,5416	0,9065	0,7121
12	0,4	3	2	0,7260	0,7418	0,8552	0,7240	0,4722	0,9190	0,7077
12	0,8	3	3	0,7632	0,7948	0,9072	0,7812	0,5267	0,9824	0,7810
12	1,2	3	4	0,7328	0,7444	0,8892	0,7564	0,3582	0,9800	0,7131

Tabela 3A – Valores das observações de produção diária de leite sem (PL) e com correção para 3,5% de gordura (PLC), eficiência da PLC (EMS), teores no leite gordura (GL), proteína (PTNL), lactose (Lac), estrato seco total (EST) e estrato seco desengordurado (ESD)

Vaca	Trat	QL	Per	PL (kg/d)	PLC (kg/d)	EMS	GL (%)	PTNL (%)	Lac (%)	EST (%)	ESD (%)
1	0,0	1	1	10,91	11,06	0,82	3,58	4,25	4,09	13,57	9,99
1	0,4	1	2	11,73	10,40	1,05	2,8	2,86	4,73	11,43	8,63
1	0,8	1	3	10,48	10,81	0,60	3,69	3,84	4,09	12,36	8,67
1	1,2	1	4	8,56	9,08	0,59	3,87	3,88	3,9	12,63	8,76
2	0,4	1	1	10,39	10,33	0,64	3,46	3,8	4,04	12,94	9,48
2	1,2	1	2	11,41	12,33	0,81	3,99	3,68	4,17	12,62	8,63
2	0	1	3	11,84	13,00	0,72	4,1	3,72	4,28	12,91	8,81
2	0,8	1	4	9,50	9,79	0,68	3,68	3,67	4,17	12,5	8,82
3	0,8	1	1	19,46	19,41	1,73	3,48	3,71	4,06	12,96	9,48
3	0	1	2	17,33	17,45	1,48	3,54	3,25	4,61	12,84	8,97
3	1,2	1	3	13,53	14,72	0,92	4,04	3,69	3,98	12,40	8,36
3	0,4	1	4	13,46	14,15	0,92	3,81	3,72	3,8	12,27	8,46
4	1,2	1	1	13,00	12,76	0,83	3,38	3,21	4,72	13,23	9,85
4	0,8	1	2	13,88	13,10	1,11	3,15	3,34	4,47	11,97	8,82
4	0,4	1	3	13,14	13,15	0,77	3,5	3,22	4,51	12,25	8,75
4	0	1	4	11,43	11,79	0,88	3,69	3,24	4,51	12,4	8,71
5	0	2	1	11,89	12,57	0,98	3,85	3,93	4,47	14,07	10,22
5	0,4	2	2	12,63	12,89	0,92	3,62	3,37	4,40	12,58	8,96
5	0,8	2	3	13,01	12,60	0,92	3,30	3,22	3,85	11,45	8,15
5	1,2	2	4	11,97	12,31	0,86	3,67	3,44	4,42	12,75	9,08
6	0,4	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1,2	2	2	12,58	12,56	0,85	3,49	3,34	4,44	12,25	8,76
6	0	2	3	12,50	12,25	0,92	3,37	3,3	4,19	11,75	8,38
6	0,8	2	4	9,39	8,68	0,64	3,03	3,53	3,79	11,26	8,23
7	1,2	2	1	9,15	10,29	0,71	4,26	3,59	4,66	14,42	10,16
7	0,8	2	2	10,14	11,59	0,77	4,38	3,64	4,54	13,46	9,08
7	0,4	2	3	9,20	9,91	0,80	3,97	3,79	4,57	13,26	9,29
7	0	2	4	8,06	9,20	0,73	4,36	3,73	4,49	13,61	9,25
8	0,8	2	1	13,25	15,13	1,10	4,37	3,62	4,44	14,26	9,89
8	0	2	2	13,88	14,31	0,96	3,69	3,5	4,48	12,61	8,93
8	1,2	2	3	11,96	12,19	1,06	3,61	3,67	4,43	12,63	9,02
8	0,4	2	4	11,74	12,51	0,87	3,9	3,64	4,31	12,84	8,94
9	0,4	3	1	18,96	19,13	1,25	3,55	3,26	4,63	13,33	9,78
9	1,2	3	2	15,19	14,98	0,99	3,41	3,19	4,49	12,11	8,7
9	0	3	3	16,95	24,81	1,88	6,35	3,25	4,32	14,64	8,29
9	0,8	3	4	14,80	15,05	1,14	3,60	3,21	4,38	12,14	8,54
10	1,2	3	1	14,71	13,29	0,89	2,9	2,89	4,83	12,58	9,68
10	0,8	3	2	17,06	17,42	1,04	3,62	3,00	4,45	12,48	8,99
10	0,4	3	3	15,58	17,69	1,42	4,33	2,86	4,51	12,72	8,39
10	0	3	4	14,64	13,01	1,04	2,81	2,76	4,59	11,07	8,26
11	0,8	3	1	12,11	12,40	0,87	3,64	3,54	4,56	13,6	9,96
11	0	3	2	12,06	11,46	0,69	3,19	3,32	4,58	12,16	8,97
11	1,2	3	3	9,63	10,02	0,85	3,75	3,24	4,58	12,6	8,85
11	0,4	3	4	9,46	9,15	0,64	3,29	3,42	4,5	12,19	8,9
12	0	3	1	12,86	12,96	0,98	3,54	3,18	4,00	11,71	8,16
12	0,4	3	2	12,63	12,89	0,83	3,62	3,37	4,40	12,58	8,96
12	0,8	3	3	13,01	12,60	0,95	3,30	3,22	3,85	11,45	8,15
12	1,2	3	4	11,97	12,31	0,88	3,67	3,44	4,42	12,75	9,08

Tabela 4A – Valores das observações de concentração de nitrogênio-uréico no plasma (NUP, mg/dL), excreção de nitrogênio-uréico na urina (NUU, g/d), nitrogênio ingerido (NI, g/d), nitrogênio excretado nas fezes (NF, g/d), nitrogênio secretado no leite (NL, g/d), nitrogênio excretado na urina (NU, g/d), balanço de nitrogênio (BN, g/d) e relação produção de leite, kg / excreção urinária de nitrogênio, g (PL/NU)

Vaca	Trat	QL	Per	NUP	NUU	NI	NF	NL	NU	BN	PL/NU
1	0,0	1	1	7,93	39,25	243,7	47,6	92,3	76,08	27,74	0,14
1	0,4	1	2	10,27	115,78	238,1	18,5	52,3	173,54	-6,23	0,07
1	0,8	1	3	13,07	91,65	333,1	53,4	75,9	116,53	87,29	0,09
1	1,2	1	4	14,47	135,63	266,1	59,1	78,4	179,51	-50,91	0,05
2	0,4	1	1	14,47	100,76	236,7	52,1	78,7	109,72	-3,80	0,09
2	1,2	1	2	10,73	110,41	268,3	60,3	74,3	159,45	-25,83	0,07
2	0	1	3	5,60	61,83	261,3	59,2	76,8	63,56	61,68	0,19
2	0,8	1	4	11,20	74,70	336,3	77,2	73,4	118,53	67,13	0,08
3	0,8	1	1	15,40	129,24	290,1	60,1	76,9	166,21	-13,20	0,12
3	0	1	2	13,07	119,83	236,6	38,9	66,8	159,80	-28,84	0,11
3	1,2	1	3	11,20	99,25	279,4	53,1	73,2	115,82	37,33	0,12
3	0,4	1	4	11,20	89,89	225,6	40,6	73,0	124,24	-12,28	0,11
4	1,2	1	1	12,60	102,49	261,0	64,3	67,9	140,55	-11,81	0,09
4	0,8	1	2	14,47	96,77	307,6	57,9	64,0	124,52	61,22	0,11
4	0,4	1	3	10,27	110,17	254,5	17,8	63,1	188,26	-14,67	0,07
4	0	1	4	7,00	30,50	239,1	47,5	64,3	82,27	44,95	0,14
5	0	2	1	10,27	35,06	220,4	73,7	88,5	69,58	-11,36	0,17
5	0,4	2	2	14,47	81,39	243,3	51,7	67,9	125,33	-1,65	0,10
5	0,8	2	3	13,53	129,99	261,7	38,3	58,9	188,22	-23,75	0,07
5	1,2	2	4	14,00	176,83	275,8	57,2	70,1	231,45	-82,97	0,05
6	0,4	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
6	1,2	2	2	15,40	97,07	280,6	59,8	65,5	97,74	57,61	0,13
6	0	2	3	7,00	-	248,7	30,4	62,0	-	-	-
6	0,8	2	4	13,53	84,73	237,5	56,8	63,6	125,83	-8,66	0,07
7	1,2	2	1	18,20	87,55	282,6	56,0	82,8	89,60	54,15	0,10
7	0,8	2	2	11,20	97,04	238,1	39,4	78,4	132,24	-11,92	0,08
7	0,4	2	3	9,33	106,37	260,3	36,3	80,4	109,77	33,82	0,08
7	0	2	4	4,20	20,54	228,0	45,4	81,2	76,16	25,19	0,11
8	0,8	2	1	15,40	104,93	212,7	67,4	82,6	144,95	-82,29	0,09
8	0	2	2	10,27	50,51	240,7	33,0	70,6	109,50	27,62	0,13
8	1,2	2	3	18,20	92,22	238,9	38,4	74,2	254,03	-127,72	0,05
8	0,4	2	4	6,07	65,10	236,6	56,4	74,8	118,46	-13,02	0,10
9	0,4	3	1	15,40	117,78	293,7	46,5	69,5	150,70	26,94	0,13
9	1,2	3	2	14,00	107,86	276,5	50,1	61,8	148,55	16,04	0,10
9	0	3	3	8,40	37,10	312,6	54,9	76,1	273,75	-92,21	0,06
9	0,8	3	4	10,73	92,39	230,7	65,3	62,4	142,48	-39,42	0,10
10	1,2	3	1	12,60	85,99	272,3	52,2	58,2	116,01	45,83	0,13
10	0,8	3	2	13,07	90,27	232,2	47,9	59,9	116,73	7,67	0,15
10	0,4	3	3	17,73	142,52	293,0	69,1	58,2	178,79	-13,06	0,09
10	0	3	4	6,53	45,16	291,4	54,9	48,9	92,80	94,81	0,16
11	0,8	3	1	13,07	110,05	229,9	36,6	77,0	124,86	-8,54	0,10
11	0	3	2	6,53	73,12	308,8	39,4	64,6	91,56	113,23	0,13
11	1,2	3	3	18,20	68,16	200,9	37,6	65,3	71,04	26,90	0,14
11	0,4	3	4	8,40	39,14	313,6	58,9	66,7	88,14	99,91	0,11
12	0	3	1	.	34,76	301,5	58,5	59,6	36,75	146,64	0,35
12	0,4	3	2	13,53	79,13	306,5	84,6	67,9	290,00	-136,04	0,04
12	0,8	3	3	13,07	79,33	243,3	53,2	58,9	96,90	34,20	0,13
12	1,2	3	4	12,13	126,50	261,4	63,7	70,1	183,12	-55,52	0,07



Urea in sugarcane-based diets for dairy cows<sup>1</sup>

Alberto Magno Ferreira Santiago<sup>2</sup>, José Maurício de Souza Campos<sup>3</sup>, André Soares de Oliveira<sup>4</sup>, Sebastião de Campos Valadares Filho<sup>5</sup>, Stefanie Alvarenga Santos<sup>5</sup>, Shirley Motta de Souza<sup>5</sup>, Iara Furtado Santiago<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Financed by CNPq.

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Rio Pomba-MG, Brazil.

<sup>3</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns. Researcher at CNPq.

<sup>4</sup> Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop. Researcher at INCT/Ciência Animal/CNPq.

<sup>5</sup> Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Campus Viçosa.

<sup>6</sup> Universidade Federal de Ouro Preto.

**ABSTRACT** - We evaluated the effect of adding four levels (0, 4, 8 and 12 g/kg, as fed) of a mixture (9:1) of urea and ammonium sulfate (UAs) to sugarcane on feed intake and digestibility, productive performance and metabolism of nitrogen compounds of dairy cows. Twelve multiparous Holstein cows (12.6±0.5 kg/d of milk, 225±90 days in milk) were distributed in three 4 × 4 Latin squares, receiving diets with the same amount of nitrogen (125 g crude protein/kg of dry matter). Concentrate feed was supplied at a ratio of 1 kg for each 3 kg of milk produced. The sugarcane presented 21.9 °Brix. The level of UAs did not affect intake, total digestibility of diet components, milk production or milk components. Increasing UAs level linearly increased concentration of plasma urea nitrogen (PUN), urinary excretion of nitrogen and contribution of non-urea nitrogen in the urinary excretion and linearly reduced milk production/urinary excretion of nitrogen ratio. In spite of the linear increase of PUN with increased urea, the maximum value observed (14.31 mg/dL) was below the threshold value of 20 mg/dL, above which reproductive function may be compromised. In diets with sugarcane for dairy cows with production below 15 kg/day, the UAs level may be raised from 0 to 12 g/kg natural matter without impairing performance.

Key Words: metabolism, milk production, nitrogen