

**PLÍNIO DE OLIVEIRA FASSIO**

**NÍVEL DE UREIA NA CANA-DE-AÇÚCAR PARA VACAS MISTIÇAS  
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  
2014**

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

T

F249n  
2014 Fassio, Plínio de Oliveira, 1980-  
Nível de ureia na cana-de-açúcar para vacas mestiças  
leiteiras / Plínio de Oliveira Fassio. – Viçosa, MG, 2014.  
x, 18f. : il. : 29 cm.

Orientador: Rogério de Paula Lana.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Referências bibliográficas: f.14-18.

1. Bovino de leite - Alimentação e rações. 2. Nutrientes.  
3. Nitrogênio. 4. Análise econômica. I. Universidade Federal de  
Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-graduação  
em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.2142

**PLÍNIO DE OLIVEIRA FASSIO**

**NÍVEL DE UREIA NA CANA-DE-AÇÚCAR PARA VACAS MISTIÇAS  
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*.

APROVADA EM: 18 de julho 2014

---

Belmiro Zamperlini

---

Cristina Mattos Veloso  
(co-orientadora)

---

Luciana Navajas Rennó  
(co-orientadora)

---

Rafael Bastos Teixeira

---

Rogério de Paula Lana  
(Orientador)

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais Carlos e Eliane*

*Às minhas irmãs Lívia e Larissa*

*Aos meus avós Francisco, Isabel, Silvia e Antônio (in memoriam)*

*Aos meus tios e tias*

*Aos meus primos*

*Aos meus amigos*

*Minhas homenagens a todos os produtores rurais do Brasil...*

*“Não ri seu moço daquele colono  
Agricultor que ali vai passando  
Admirado com o movimento  
Desconfiado lá vai tropicando  
Ele não veio aqui te pedir nada  
São ferramentas que ele anda comprando  
Ele é digno do nosso respeito  
De sol a sol vive trabalhando  
Não toque flauta, não chame de grosso  
Pra ti alimentar, na roça está lutando*

*Se o terno dele não está na moda  
Não é motivo pra dar gargalhada  
Este colono que ali vai passando  
É um brasileiro da mão calejada  
Se o seu chapéu é da aba comprida  
Ele comprou e não te deve nada  
É um roceiro que orgulha a pátria  
Que colhe o fruto da terra lavrada  
E se não fosse este colono forte  
Tu ias ter que pegar na enxada.*

*E se tivesse que pegar na enxada  
Queria ver que mocinho moderno  
Pegar no coice de um arado nove  
E um machado pra cortar o cerno  
E enfrentar doze horas de sol  
Num verão forte tu suavas o terno  
Tirar o leite, arrancar mandioca  
No mês de julho no forte do inverno  
Tuas mãozinhas finas delicadas  
Criava calo e virava um inferno.*

*Este colono enfrenta tudo isto  
E muito mais eu não disse a metade  
Planta e colhe com suor do rosto  
Pra sustentar nós aqui na cidade  
Não ri seu moço mais deste colono  
Vai estudar numa faculdade  
Tire um "dr", chegue lá na roça  
Repare lá quanta dificuldade  
Faça algo por nossos colonos  
Que Deus lhe pague por tanta bondade”*

O colono  
(Teixeirinha)

*“Compreender constantemente. Trabalhar sempre. Descansar, quando se mostre necessária a pausa de refazimento. **Parar nunca.**”*

**(Emmanuel)**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Mestre Jesus, maior modelo guia para a humanidade, pela oportunidade de realizar este trabalho e me qualificar profissionalmente.

Aos meus pais, Eliane e Carlos, pelo companheirismo, carinho, apoio e por acreditarem que eu poderia vencer mais essa etapa de minha jornada.

Às minhas irmãs Lívia, Larissa e Viviane, pela paciência a mim dispensada.

Ao Departamento de Zootecnia e à Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao professor Rogério Lana, pela orientação e valiosos ensinamentos.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa.

Às professoras Cristina e Luciana, pela co-orientação desse trabalho.

Ao meu amigo David, pela companhia, ensinamentos e sugestões na condução desse trabalho.

À minha amiga Juliana, pela indispensável ajuda nas análises laboratoriais e também pelo companheirismo em Viçosa.

Ao amigo Zé Bira, funcionário da Fazenda Cachoeirinha, pela acolhida, ajuda na condução do experimento e companheirismo.

Aos amigos Pif Paf (Deilen) e Mexicano (Mauricio), pela companhia e risadas no laboratório.

## **BIOGRAFIA**

Plínio de Oliveira Fassio, filho de Carlos Imbassahi Fassio e Eliane Maria de Oliveira Fassio, nasceu em Lavras-M, no dia 6 de novembro de 1980.

Em fevereiro de 2007, ingressou-se no curso de Zootecnia no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais *campus* Bambuí, graduando-se em agosto de 2011.

Em novembro de 2012 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos em Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa em 18 de julho de 2014.

## SUMÁRIO

|                         |      |
|-------------------------|------|
| LISTA DE TABELAS .....  | viii |
| RESUMO .....            | ix   |
| ABSTRACT .....          | x    |
| INTRODUÇÃO .....        | 1    |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 2    |
| RESULTADOS .....        | 7    |
| DISCUSSÃO .....         | 11   |
| CONCLUSÕES .....        | 14   |
| LITERATURA CITADA.....  | 14   |

## LISTA DE TABELAS

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Tabela 1 | Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas (FDNcp), carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteínas (CNFcp) e carboidratos totais (CHO) no concentrado e cana-de-açúcar corrigida com ureia:sulfato de amônio ..... | 3  |
| Tabela 2 | Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas (FDNcp), carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteínas (CNFcp) e carboidratos totais (CHO) das dietas experimentais.....   | 4  |
| Tabela 3 | Médias, regressão e coeficiente de variação (CV) do consumo de matéria seca e demais componentes em função do nível de ureia na cana-de-açúcar .....  | 7  |
| Tabela 4 | Valores observados de consumo de matéria seca e componentes químicos da dieta em função do nível de ureia na cana-de-açúcar e exigências estimadas para vacas mestiças em lactação.....   | 8  |
| Tabela 5 | Médias, regressão e coeficiente de variação (CV) do coeficiente de digestibilidade aparente e nutrientes digestíveis totais (NDT) em função do nível de ureia na cana-de-açúcar.....  | 8  |
| Tabela 6 | Médias, regressão e coeficiente de variação (CV) para a produção de leite (PL), produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC), gordura (G), proteína (P), lactose (L), sólidos totais (ST), variação de peso corporal (VPC), eficiência do uso da proteína bruta (PB) e eficiência alimentar (EA) em função do nível de ureia na cana-de-açúcar .....                          | 9  |
| Tabela 7 | Receitas, custos e lucros obtidos em função da redução dos níveis de ureia na cana-de-açúcar .....  | 10 |

## RESUMO

FASSIO, Plínio de Oliveira, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, Julho de 2014. **Nível de ureia na cana-de-açúcar para vacas mestiças leiteiras.** Orientador: Rogério de Paula Lana. Co-orientadores: Cristina Mattos Veloso e Luciana Navajas Rennó.

Objetivou-se avaliar a redução do nível de 1% de ureia na cana-de-açúcar desintegrada para vacas mestiças de baixa produção sobre consumo, desempenho, parâmetros nutricionais e análise econômica. Foram utilizadas oito vacas mestiças (Holandês x Gir), com peso corporal médio inicial de  $454 \pm 64$  kg,  $60 \pm 22$  dias pós-parto e produção média de  $7 \pm 2,5$  kg de leite. As oito vacas foram distribuídas em dois quadrados latinos  $4 \times 4$ , sendo utilizados quatro níveis de ureia:sulfato de amônio (9:1) na cana-de-açúcar desintegrada (0,25; 0,5; 0,75 e 1,0% p/p na matéria natural), sal mineral e água à vontade. Os resultados foram analisados estatisticamente a 5% de significância para o erro tipo I. O consumo e a digestibilidade de todos os componentes não foi influenciado pelos tratamentos, exceto da proteína bruta. A eficiência alimentar, produção e a composição do leite não foram influenciados pelos tratamentos. A eficiência de uso da proteína bruta foi melhorada com a redução no nível de ureia na cana-de-açúcar. O nitrogênio ureico do soro (NUS) e do leite (NUL) foram inferiores para os menores níveis de ureia. Houve diminuição dos custos à medida que o nível de ureia foi reduzido na cana. Os lucros diários foram superiores quando a variação de peso corporal não foi considerada na análise econômica. O melhor retorno econômico foi proporcionado pelo nível de 0,50% de ureia na cana-de-açúcar.

## ABSTRACT

FASSIO, Plínio de Oliveira, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, July of 2014. **Level of urea in sugarcane for crossbred milking cows.** Adviser: Rogério de Paula Lana. Co Adviser: Cristina Mattos Veloso and Luciana Navajas Rennó.

The objective was to evaluate the reduction of the level of urea in chopped sugarcane below 1% to crossbred low producing cows on consumption, performance, nutritional parameters and economic viability. Eight crossbred cows (Holstein x Gyr) with initial average body weight of  $454\pm 64$  kg,  $60\pm 22$  days postpartum and with average production of  $7\pm 2.5$  kg of milk were used. The eight cows were distributed in two Latin squares  $4 \times 4$ , in which they were used four levels of urea: ammonium sulphate (9:1) on sugarcane (0.25, 0.50, 0.75 and 1.0% w/w as fed basis), mineral salt and water free choice. The results were analyzed statistically at 5% significance of error type I. Consumption and digestibility of all components were not influenced by treatments, except for the crude protein. The feed efficiency, milk production and composition were not influenced by treatments. The efficiency of the use of crude protein was significantly improved with reduction in the level of urea in sugarcane. The BUN and MUN were significantly lower for the lower levels of urea. There were costs decrease as the level of urea was reduced in sugarcane. The daily profits were higher when the daily weight variation was not considered in economic analysis. The best economic return happened by the level of 0.50% of urea on sugarcane.

## INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das principais forrageiras utilizadas na alimentação do rebanho no período da seca. A escolha da cana, por muitos produtores de leite, deve-se ao fato dessa forrageira ser de fácil cultivo, boa aceitação pelos animais, grande produção de matéria seca por hectare e bom valor energético, coincidindo com a época de escassez das pastagens.

É necessário considerar que quando a cana-de-açúcar é utilizada como alimento básico apresenta algumas limitações de ordem nutricional, tais como redução do consumo de matéria seca ocasionada, principalmente, pela baixa digestibilidade da fibra o que pode comprometer o consumo voluntário (Leng, 1988). Além disso, encontram-se o baixo teor de proteína, o alto teor de carboidratos solúveis e o pequeno aporte pós-ruminal de aminoácidos e precursores gliconeogênicos (PRESTON, 1977).

O fornecimento adicional de compostos nitrogenados permite otimizar o aproveitamento de forrageiras tropicais, contribui para crescimento e síntese de proteína microbiana e para incremento do consumo voluntário de forragem, melhora a extração energética a partir de carboidratos fibrosos da forragem, o que resulta em maior aporte de nutrientes para o intestino e ácidos graxos voláteis para o metabolismo energético (DETMANN et al., 2004).

A recomendação do uso de 1% de ureia:sulfato de amônio (9:1) na cana-de-açúcar *in natura*, para vacas leiteiras, originou-se do trabalho de Ferreiro et al. (1977) o qual os autores avaliaram, diariamente, a matéria seca, a concentração de açúcar (°Brix) da cana-de-açúcar pelo período de um ano (1975-1976), além dos índices de pluviosidade mensal. Por meio da análise de regressão das três variáveis (MS, açúcar e pluviosidade), os autores chegaram à seguinte fórmula: ureia na cana (g ureia/kg cana fresca) =  $0,6 \text{ Brix} (94,8 - 1,12 \text{ Brix}) / (100 - \text{Brix})$ .

Esse nível de ureia na cana-de-açúcar tem proporcionado bons resultados para vacas de maior produção (MAGALHÃES et al., 2004; MENDONÇA et al., 2004; COSTA et al., 2005; RANGEL et al., 2008ab), que recebem de 40 a 60% de concentrado na matéria seca da dieta. Neste caso, o concentrado dilui o teor de ureia na matéria seca total. Entretanto, para vacas mestiças de menor produção, que consomem menos de 20% de concentrado na dieta, tal nível de ureia é elevado (até 3% da matéria seca total da cana), podendo limitar o consumo de cana e de matéria seca total e, conseqüentemente, o desempenho.

Na composição do custo de alimentação, não só os alimentos concentrados, mas também os volumosos têm uma participação importante, pois representam de 40 a 80%

da matéria seca (MS) da dieta das várias categorias que compõem o rebanho leiteiro (MENDONÇA et al., 2004). Assim, a alimentação do rebanho com forrageiras de qualidade e, sobretudo, que promovam melhores retornos econômicos produtores deve ser uma prática constante.

Objetivou-se avaliar a redução do nível de 1% de ureia na cana-de-açúcar desintegrada para vacas mestiças leiteiras de baixa produção sobre o consumo, desempenho, parâmetros nutricionais e análise econômica.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na fazenda Boa Vista, distrito de Cachoeirinha, pertencente à Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, durante o período de julho a setembro de 2013, seguindo as normas do Comitê de Ética de Uso de Animais em Pesquisa, da Universidade Federal de Viçosa.

A cidade de Viçosa está localizada na região da Zona da Mata, no Estado de Minas Gerais, a 649 m de altitude, geograficamente definida pelas coordenadas 20° 45' 20'' de latitude sul e 42° 52' 40'' de longitude oeste. O clima é de tipo Cwa, segundo a classificação proposta por Köppen, tendo duas estações definidas: seca, de abril a setembro, e águas, de outubro a março. O verão é quente e úmido e o inverno frio e seco. A precipitação pluviométrica média é de 1.341,2 mm anuais.

Foram utilizadas oito vacas mestiças, Holandês x Gir (grau de sangue variando do meio sangue ao três quarto), com peso corporal médio inicial de 454±64 kg, 60±22 dias pós-parto e com produção média de 7±2,5 kg de leite com bezerro ao pé, no início do experimento. As vacas foram alojadas e receberam o volumoso em baias individuais de 24 m<sup>2</sup>, divididas com cerca elétrica e piso em concreto, dotadas de comedouro coberto para fornecimento de volumoso, saleiro, bebedouro, além do comedouro na sala de ordenha para oferta de concentrado.

A composição químico-bromatológica do concentrado e da cana-de-açúcar corrigida com ureia:sulfato de amônio fornecidos diariamente, durante o período experimental, encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas (FDNcp), carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteínas (CNFcp) e carboidratos totais (CHO) no concentrado e cana-de-açúcar corrigida com ureia:sulfato de amônio

| Item               | Concentrado | Cana-de-açúcar     |       |       |       |
|--------------------|-------------|--------------------|-------|-------|-------|
|                    |             | Nível de ureia (%) |       |       |       |
|                    |             | 1,0                | 0,75  | 0,50  | 0,25  |
| MS                 | 87,49       | 23,90              | 24,20 | 23,75 | 24,09 |
| MO <sup>1</sup>    | 97,65       | 96,60              | 96,72 | 96,83 | 96,81 |
| MM <sup>1</sup>    | 2,35        | 3,40               | 3,28  | 3,17  | 3,19  |
| PB <sup>1</sup>    | 15,70       | 11,75              | 10,25 | 7,16  | 5,33  |
| EE <sup>1</sup>    | 2,78        | 0,75               | 0,73  | 0,66  | 0,70  |
| FDNcp <sup>1</sup> | 28,85       | 49,13              | 48,94 | 47,66 | 49,17 |
| CNFcp <sup>1</sup> | 50,32       | 36,77              | 37,16 | 42,18 | 42,08 |
| CHO <sup>1</sup>   | 79,17       | 85,90              | 86,10 | 89,84 | 91,25 |

<sup>1</sup>%matéria seca.

O delineamento experimental foi em quadrado latino 4x4, com agrupamento de dois quadrados simultâneos, sendo utilizados quatro níveis de ureia:sulfato de amônio (9:1) na cana-de-açúcar (variedade RB867515) desintegrada (0,25; 0,5; 0,75 e 1,0% p/p na matéria natural), sal mineral e água à vontade. As vacas receberam, ainda, 2,0 kg de concentrado/animal/dia, com 15,7% de proteína bruta, à base de fubá de milho (75%) e farelo de soja (25%), divididos em duas porções e fornecido durante as ordenhas da manhã e da tarde. A composição químico-bromatológica das dietas experimentais encontra-se na Tabela 2.

Cada um dos quatro períodos experimentais teve duração de 14 dias, sendo nove para adaptação e cinco para avaliação do consumo, digestibilidade, produção e composição de leite e coleta de sangue, leite e fezes.

Para avaliar o consumo voluntário, foram realizadas pesagens individuais diárias do volumoso fornecido, mantendo-se as sobras na ordem de 10%, com base na matéria natural. Foram considerados os alimentos fornecidos entre o 10° e 14° dias de cada período experimental, sendo as sobras computadas entre o 11° e 15° dias.

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas (FDNcp), carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteínas (CNFcp) e carboidratos totais (CHO) das dietas experimentais

| Item                     | Dietas                               |       |       |       |
|--------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|
|                          | Nível de ureia na cana-de-açúcar (%) |       |       |       |
|                          | 1,0                                  | 0,75  | 0,50  | 0,25  |
| MS                       | 35,33                                | 34,95 | 34,58 | 34,49 |
| MO <sup>1</sup>          | 96,78                                | 96,87 | 96,96 | 96,95 |
| MM <sup>1</sup>          | 3,41                                 | 3,11  | 3,02  | 3,24  |
| PB <sup>1</sup>          | 12,45                                | 11,16 | 8,60  | 7,19  |
| EE <sup>1</sup>          | 1,11                                 | 1,07  | 1,01  | 1,07  |
| FDNcp <sup>1</sup>       | 44,47                                | 45,52 | 44,45 | 45,50 |
| CNFcp <sup>1</sup>       | 39,20                                | 39,39 | 43,55 | 43,55 |
| CHO <sup>1</sup>         | 84,68                                | 84,91 | 88,01 | 89,07 |
| Relação V:C <sup>2</sup> | 82:18                                | 83:17 | 83:17 | 82:18 |

<sup>1</sup>%matéria seca. <sup>2</sup>Relação volumoso:concentrado.

Amostras diárias dos alimentos fornecidos e sobras foram compostas, de forma representativa, por animal e por período, e armazenadas a -20° C em sacos plásticos, para posteriormente serem processadas e analisadas.

Para estimação dos coeficientes de digestibilidade aparente, foram realizadas coletas de fezes, diretamente do reto dos animais, em três dias consecutivos (13° ao 15° dia de cada período experimental), segundo a distribuição: 13° dia – 6 h e 14 h; 14° dia – 8 h e 16 h e 15° dia – 10 h e 18 h. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a -20°C.

As vacas foram ordenhadas, mecanicamente, duas vezes ao dia, às 6 h e 14 h, com a presença dos bezerros durante as ordenhas. No décimo dia de cada período experimental, foi registrada a produção de leite, da manhã e da tarde, através de balança eletrônica. O peso corporal foi registrado após a ordenha da manhã, antes da alimentação, em balança eletrônica.

Para as análises laboratoriais, as amostras compostas dos alimentos fornecidos, sobras de volumoso e fezes, por animal e por período experimental, foram descongeladas e desidratadas parcialmente em estufa de ventilação forçada (55° C por

72 h). Foram homogeneizadas e processadas em moinho de facas com peneira de malha de um mm e acondicionadas em potes plásticos.

As análises laboratoriais, para avaliação de matéria seca e composição química dos alimentos, das fezes e das sobras foram executadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

As análises da composição de matéria seca (método INCT-CA G-003/1), matéria mineral (método INCT-CA M-001/1), extrato etéreo (método INCT-CA G-005/1) e proteína bruta (método INCT-CA N-001/1) foram realizadas segundo procedimentos descritos por Detmann et al. (2012).

Os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) dos alimentos volumosos, concentrados e fezes foram avaliados pela técnica da autoclave (INCT-CA F-002/1). As correções no tocante aos teores de cinzas e proteína contidos na FDN (FDNcp) foram conduzidas conforme Detmann et al. (2012).

O teor de carboidratos totais (CT) foi calculado segundo Sniffen et al. (1992):  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ .

O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) das dietas contendo ureia foi calculado como proposto por Detmann e Valadares Filho (2010), sendo:  $CNF = 100 - \%MM - \%EE - \%FDNcp - (\%PB - \%PBU + \%U)$ .

Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) observados foram calculados para as diferentes dietas, conforme descrito por Weiss et al. (1992):  $NDT (\%) = PBd + FDNd + CNFd + 2,25 \times EEd$ , em que PBd, FDNd, CNFd e EEd representam o total de nutrientes digestíveis e NDT encontra-se na base da matéria seca das dietas.

A estimativa de excreção fecal foi obtida utilizando-se a fibra em detergente neutro indigestível (método INCT-CA F009/1) como indicador interno. As amostras de cana-de-açúcar, concentrado e fezes foram secas e moídas em peneira com malhas espaçadas de dois mm e acondicionadas em sacos de TNT (100 g.m<sup>-2</sup>, dimensão 4x5 cm) em triplicata, sendo que as alíquotas acondicionadas obedeceram à relação de 27 mg de MS por centímetro quadrado de superfície. Os sacos foram incubados via fístula no rúmen de uma vaca mestiça recebendo dieta padrão, por 288 horas (VALENTE et al., 2011). Após o período de incubação, os sacos foram lavados em água corrente até a mesma apresentar-se totalmente límpida. Posteriormente, os sacos com amostra foram submetidos à extração com detergente neutro (DETMANN et al., 2012), durante uma hora, a 105° C, para serem submetidos à análise de FDNi. Os valores de excreção fecal foram obtidos por intermédio da relação entre o consumo e a concentração fecal de FDNi.

As amostras de leite obtidas das ordenhas nos horários da manhã e da tarde, sendo compostas por animal e por período, foram acondicionadas em frascos contendo Bronopol<sup>®</sup>, mantidas entre 2 e 6°C, e encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, para análise dos teores de proteína, gordura, lactose e extrato seco total, segundo metodologia descrita pelo International Dairy Federation (IDF, 1996).

A produção de leite corrigida (PLC) para teor de gordura de 3,5% foi estimada segundo Sklan et al. (1992), pela seguinte equação:

$$\text{PLC} = (0,432 + 0,1625 \times \% \text{ gordura do leite}) \times \text{produção de leite em kg/dia.}$$

No último dia de cada período experimental, quatro horas após o fornecimento do volumoso, foi coletado sangue de todos os animais, via punção na veia coccígea, utilizando-se tubo de ensaio contendo gel separador. As amostras foram imediatamente centrifugadas a 4.000 x g por 15 minutos, obtendo-se o soro sanguíneo, que foi armazenado a -20° C, para posterior análise de ureia.

No soro sanguíneo foi avaliada a concentração de ureia, segundo o método diacetil modificado (*kits comerciais*). A concentração de N-ureico no soro (NUS) foi obtida pela concentração de ureia sérica, multiplicada por 0,466, correspondente ao teor de nitrogênio na ureia. O NUL foi calculado pela concentração de nitrogênio ureico no soro (NUS), a partir da seguinte equação, proposta por Chizzotti (2004):  $\text{NUL} = 1,1121 \times \text{NUS}$ .

A eficiência alimentar foi calculada para cada vaca, dividindo-se a produção média de leite pela ingestão média de MS de cada período experimental (VALADARES FILHO et al., 2000). Também foi realizado o cálculo da eficiência do uso da proteína bruta (kg de leite produzido/kg de PB consumida).

Além das avaliações acima, foi feito o estudo da análise econômica da redução do nível de ureia na cana-de-açúcar. Para avaliar a economicidade das dietas, considerou-se o custo com alimentação dos animais e as receitas direta e indireta, representadas pela produção de leite (PL) mais o adicional de gordura do leite (acima de 3,41%) e variação de peso corporal (VPC) dos animais, respectivamente.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011). Foram adotados 5% de significância para o erro tipo I.

## RESULTADOS

O consumo de todos os componentes não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pela redução dos níveis de ureia na cana-de-açúcar, exceto o consumo de proteína bruta (PB) e carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteínas (CNFcp), que diferiram ( $P<0,05$ ) entre os níveis de ureia. Os maiores consumos de PB foram encontrados para os níveis de 0,75 e 1,0% de ureia na cana-de-açúcar, enquanto os níveis de 0,25 e 0,50% de ureia proporcionaram maiores consumos de CNFcp (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias, regressão e coeficiente de variação (CV) do consumo de matéria seca e demais componentes em função do nível de ureia na cana-de-açúcar

| Item                           | Nível de ureia na cana-de-açúcar (%) |       |       |       | Regressão      | CV (%) |
|--------------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|----------------|--------|
|                                | 1,0                                  | 0,75  | 0,50  | 0,25  |                |        |
| CMS (kg.dia <sup>-1</sup> )    | 9,17                                 | 9,60  | 9,76  | 9,14  | ns             | 7,06   |
| CMS (g.kgPC <sup>-1</sup> )    | 20,03                                | 21,02 | 20,99 | 20,63 | ns             | 7,62   |
| CMS (% PC)                     | 2,00                                 | 2,10  | 2,08  | 2,08  | ns             | 7,70   |
| CMO (kg.dia <sup>-1</sup> )    | 8,88                                 | 9,31  | 9,51  | 8,87  | ns             | 7,10   |
| CPB (kg.dia <sup>-1</sup> )    | 1,16                                 | 1,08  | 0,81  | 0,68  | L <sup>1</sup> | 19,53  |
| CEE (kg.dia <sup>-1</sup> )    | 0,10                                 | 0,11  | 0,10  | 0,09  | ns             | 11,71  |
| CFDNcp (kg.dia <sup>-1</sup> ) | 4,15                                 | 4,34  | 4,33  | 4,04  | ns             | 9,09   |
| CCNFcp (kg.dia <sup>-1</sup> ) | 3,99                                 | 4,24  | 4,77  | 4,57  | L <sup>2</sup> | 8,52   |
| CNDT (kg.dia <sup>-1</sup> )   | 6,17                                 | 6,24  | 6,44  | 6,16  | ns             | 7,05   |

CMS = consumo de matéria seca; CMO = consumo de matéria orgânica; CPB = consumo de proteína bruta; CEE = consumo de extrato etéreo; CFDNcp = consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas; CNFcp = consumo de carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteínas; CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais; ns= não significativo; L= efeito linear ( $P<0,05$ ); <sup>1</sup> $\hat{y}=0,50+0,67x$  ( $r^2=0,95$ ); <sup>2</sup> $\hat{y}=4,95-0,90x$  ( $r^2=0,71$ ).

Com base nos valores de consumo de matéria seca e componentes da dieta observados, nenhum dos tratamentos foi capaz de satisfazer as necessidades nutricionais de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais (Tabela 4), especialmente nos níveis mais baixos de ureia.

O coeficiente de digestibilidade aparente dos componentes não diferiu ( $P>0,05$ ) com a redução dos níveis de ureia na cana-de-açúcar, exceto para a digestibilidade da proteína bruta, que foi superior nos maiores níveis de ureia (Tabela 5).

Tabela 4 - Valores observados de consumo de matéria seca e componentes da dieta em função do nível de ureia na cana-de-açúcar e exigências estimadas para vacas mestiças em lactação

| Item                         | Exigência <sup>1</sup> (kg.dia <sup>-1</sup> ) | Nível de ureia na cana-de-açúcar (%) |       |       |       |
|------------------------------|--|--------------------------------------|-------|-------|-------|
|                              |  | 1,0                                  | 0,75  | 0,50  | 0,25  |
| CMS (kg.dia <sup>-1</sup> )  | 11,9   | 9,17                                 | 9,60  | 9,76  | 9,14  |
| CPB (kg.dia <sup>-1</sup> )  | 1,42   | 1,16                                 | 1,08  | 0,81  | 0,68  |
| CFDN (kg.dia <sup>-1</sup> ) | 3,34   | 4,15                                 | 4,34  | 4,33  | 4,04  |
| CNDT (kg.dia <sup>-1</sup> ) | 7,5  | 6,17                                 | 6,24  | 6,24  | 6,16  |
| Diferença <sup>2</sup>       |  |                                      |       |       |       |
| CMS (kg.dia <sup>-1</sup> )  |  | -2,73                                | -2,30 | -2,14 | -2,76 |
| CPB (kg.dia <sup>-1</sup> )  |  | -0,26                                | -0,34 | -0,61 | -0,74 |
| CFDN (kg.dia <sup>-1</sup> ) |  | 0,81                                 | 1,00  | 0,99  | 0,70  |
| CNDT (kg.dia <sup>-1</sup> ) |  | -1,33                                | -1,26 | -1,26 | -1,34 |

<sup>1</sup>Exigências estabelecidas com base nos dados sugeridos por Lana (2007), para vacas após três semanas de lactação, com 454 kg de peso e produção diária de 7 kg de leite. <sup>2</sup>Diferenças entre a quantidade consumida e as exigências estabelecidas para vacas em lactação.

Tabela 5 - Médias, regressão e coeficiente de variação (CV) do coeficiente de digestibilidade aparente e nutrientes digestíveis totais (NDT) em função do nível de ureia na cana-de-açúcar

| Item        | Nível de ureia na cana-de-açúcar (%) |       |       |       | Regressão      | CV (%) |
|-------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|----------------|--------|
|             | 1,0                                  | 0,75  | 0,50  | 0,25  |                |        |
| CDMS (%)    | 62,93                                | 61,34 | 61,35 | 62,42 | ns             | 4,35   |
| CDMO (%)    | 64,67                                | 62,97 | 63,34 | 64,34 | ns             | 4,07   |
| CDPB (%)    | 64,98                                | 63,36 | 48,56 | 45,00 | L <sup>1</sup> | 16,96  |
| CDEE (%)    | 64,45                                | 67,10 | 62,78 | 66,98 | ns             | 12,06  |
| CDFDNcp (%) | 44,49                                | 40,61 | 40,02 | 40,48 | ns             | 11,57  |
| CDCNFcp (%) | 87,01                                | 86,99 | 88,42 | 89,63 | ns             | 2,33   |
| NDT (%)     | 66,45                                | 64,73 | 64,96 | 66,03 | ns             | 3,93   |

CDMS = coeficiente de digestibilidade da matéria seca; CDMO = coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica; CDPB = coeficiente de digestibilidade da proteína bruta; CDEE = coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo; CDFDNcp = coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas; CDCNFcp = coeficiente de digestibilidade dos carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteínas; NDT = nutrientes digestíveis totais; ns=não significativo; L= efeito linear (P<0,05); <sup>1</sup> $\hat{y}=36,79+29,89x$  (r<sup>2</sup>=0,90).

A produção e a composição do leite não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) pela redução do nível de ureia na cana-de-açúcar (Tabela 6). Em contrapartida, a eficiência de uso da proteína bruta foi significativamente ( $P<0,05$ ) melhorada com a redução no nível de ureia na cana-de-açúcar. Os animais que receberam menores níveis foram mais eficientes em utilizar a proteína bruta da dieta. Por outro lado, a eficiência alimentar não foi alterada ( $P>0,05$ ) com a redução do nível de ureia. O nitrogênio ureico do soro e do leite (NUS e NUL) foi significativamente inferior ( $P<0,05$ ) para os menores níveis de ureia (Tabela 6).

Tabela 6 - Médias, regressão e coeficiente de variação (CV) para a produção de leite (PL), produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC), gordura (G), proteína (P), lactose (L), sólidos totais (ST), variação de peso corporal (VPC), eficiência do uso da proteína bruta (PB) e eficiência alimentar (EA) em função do nível de ureia na cana-de-açúcar

| Item                       | Nível de ureia na cana-de-açúcar (%) |       |       |       | Regressão      | CV (%) |
|----------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|----------------|--------|
|                            | 1,0                                  | 0,75  | 0,50  | 0,25  |                |        |
| PL (kg)                    | 7,40                                 | 6,65  | 7,11  | 6,30  | ns             | 18,90  |
| PLC (kg)                   | 7,06                                 | 6,24  | 6,26  | 5,80  | ns             | 25,17  |
| G (%)                      | 3,52                                 | 2,98  | 2,77  | 3,02  | ns             | 25,81  |
| P (%)                      | 2,93                                 | 2,94  | 3,06  | 3,07  | ns             | 9,07   |
| L (%)                      | 3,98                                 | 4,20  | 4,05  | 3,96  | ns             | 9,08   |
| ST (%)                     | 11,54                                | 11,23 | 11,03 | 11,09 | ns             | 9,92   |
| EPB <sup>1</sup>           | 6,54                                 | 6,19  | 8,75  | 9,36  | L <sup>1</sup> | 23,30  |
| EA <sup>2</sup>            | 0,80                                 | 0,69  | 0,74  | 0,69  | ns             | 20,36  |
| NUS (mg.dL <sup>-1</sup> ) | 22,25                                | 19,45 | 11,47 | 8,79  | L <sup>2</sup> | 21,92  |
| NUL (mg.dL <sup>-1</sup> ) | 24,74                                | 21,64 | 12,77 | 9,78  | L <sup>3</sup> | 21,92  |

<sup>1</sup> Eficiência de uso de proteína bruta (kg de leite/kg de PB ingerida); <sup>2</sup> Eficiência alimentar (kg de leite/kg de MS consumida); ns= não significativo ( $P>0,05$ ); L= efeito linear ( $P<0,05$ ); <sup>1</sup> $\hat{y}= 10,46-4,40x$  ( $r^2=0,81$ ); <sup>2</sup> $\hat{y}=3,40+19,33x$  ( $r^2=0,95$ ); <sup>3</sup> $\hat{y}=3,78+21,50x$  ( $r^2=0,95$ )

Houve diminuição dos custos à medida que o nível de ureia foi reduzido na cana-de-açúcar (100; 87,11; 74,23 e 61,34% para os níveis 1,0; 0,75; 0,50 e 0,25%, respectivamente) (Tabela 7). Os custos com alimentação corresponderam a 39,54; 38,60; 30,68 e 28,68% (1,0; 0,75; 0,50 e 0,25%, respectivamente) das receitas obtidas com a venda do leite (Receita 1) à medida que houve a redução do nível de ureia,

proporcionando lucros diários de R\$ 4,45; 4,05; 4,88 e 4,45 para os níveis de ureia 1,0; 0,75; 0,50 e 0,25%, respectivamente.

Tabela 7 - Receitas, custos e lucros obtidos em função da redução dos níveis de ureia na cana-de-açúcar

| Componentes de receitas, custos e lucros                     |                | Níveis de ureia na cana-de-açúcar (%) |               |               |               |
|--|----------------|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
|  |                | 1,0                                   | 0,75          | 0,50          | 0,25          |
| Produção de leite (kg.dia <sup>-1</sup> )                    | <b>A</b>       | 7,40                                  | 6,65          | 7,11          | 6,30          |
| Teor de gordura (%)  |                | 3,52                                  | 2,98          | 2,77          | 3,02          |
| Excedente de gordura (%)                                     |                | 0,11                                  | 0             | 0             | 0             |
| <b>Receita 1 (R\$.dia<sup>-1</sup>)</b>                      | <b>B</b>       | <b>7,36</b>                           | <b>6,58</b>   | <b>7,04</b>   | <b>6,24</b>   |
| Venda do leite <sup>1</sup>                                  |                | 7,32                                  | 6,58          | 7,04          | 6,24          |
| Venda do excedente de gordura <sup>2</sup>                   |                | 0,037                                 | 0,0           | 0,0           | 0,0           |
| <b>Receita 2 (R\$.dia<sup>-1</sup>)</b>                      |                | <b>-2,59</b>                          | <b>-1,62</b>  | <b>-1,45</b>  | <b>-5,39</b>  |
| VPC (kg.dia <sup>-1</sup> )                                  |                | -0,669                                | -0,419        | -0,375        | -1,392        |
| Valor da VPC (R\$.dia <sup>-1</sup> ) <sup>3</sup>           |                | -2,59                                 | -1,62         | -1,45         | -5,39         |
| <b>Receita total (1+2)</b>                                   | <b>C</b>       | <b>4,77</b>                           | <b>4,96</b>   | <b>5,59</b>   | <b>0,85</b>   |
| <b>Receita (Base 100)</b>                                    |                | <b>100</b>                            | <b>103,94</b> | <b>117,04</b> | <b>17,80</b>  |
| Custo do concentrado (kg.dia <sup>-1</sup> ) <sup>4</sup>    |                | 0,71                                  | 0,71          | 0,71          | 0,71          |
| Custo da cana corrigida (kg.dia <sup>-1</sup> ) <sup>5</sup> |                | 2,20                                  | 1,83          | 1,45          | 1,08          |
| <b>Custo total (R\$.dia<sup>-1</sup>)</b>                    | <b>D</b>       | <b>2,91</b>                           | <b>2,54</b>   | <b>2,16</b>   | <b>1,79</b>   |
| <b>Custo (Base 100)</b>                                      |                | <b>100</b>                            | <b>87,11</b>  | <b>74,23</b>  | <b>61,34</b>  |
| <b>Lucro 1 (R\$.dia<sup>-1</sup>)</b>                        | <b>B-D</b>     | <b>4,45</b>                           | <b>4,05</b>   | <b>4,88</b>   | <b>4,45</b>   |
| <b>Lucro total (R\$.dia<sup>-1</sup>)</b>                    | <b>C-D (E)</b> | <b>1,86</b>                           | <b>2,43</b>   | <b>3,43</b>   | <b>-0,94</b>  |
| <b>Lucro (Base 100)</b>                                      |                | <b>100</b>                            | <b>130,20</b> | <b>183,89</b> | <b>-50,16</b> |
| <b>Lucro total (R\$.kg de leite<sup>-1</sup>)</b>            | <b>E/A</b>     | <b>0,25</b>                           | <b>0,36</b>   | <b>0,48</b>   | <b>-0,15</b>  |
| <b>Relação custo com alim./rec. (%)</b>                      |                | <b>60,95</b>                          | <b>51,08</b>  | <b>38,65</b>  | <b>210,01</b> |

<sup>1</sup> Preço bruto incluso frete e Funrural - média estadual MG em janeiro 2014. Cepea/Esalq.

<sup>2</sup> Preço praticado pelo Laticínios PJ, Ingaí – Minas Gerais (pagamento a partir de 3,41% de gordura por litro de leite. R\$ 0,003 entre 3,41-3,50. R\$ 0,005 entre 3,51-3,60).

<sup>3</sup> Preço da carne (R\$.kg<sup>-1</sup>): 3,87 – Boi gordo indicador Esalq/BM&F.

<sup>4</sup> Custo do concentrado (R\$.kg MS<sup>-1</sup>): Calculados a partir do preço do milho e soja obtidos na fábrica de ração da UFV.

<sup>5</sup> Custo da cana-de-açúcar corrigida com ureia (R\$.kg de MS<sup>-1</sup>): Valor da ureia tomado na fábrica de ração da UFV e tonelada média da cana (R\$.ton<sup>-1</sup>) no estado de Minas Gerais no ano 2013.

Contudo, quando a variação de peso corporal (VPC) (Receita 2) foi considerada, os lucros diários diminuíram para R\$ 1,86; 2,43; 3,43 e -0,94 com a redução do nível de ureia. A VPC foi de -0,669 e -1,392 para os níveis de 1,0 e 0,25% de ureia, respectivamente. O melhor lucro total, em R\$ por kg de leite comercializado, foi com o nível de 0,5% de ureia, correspondendo a R\$ 0,48, seguido pelos níveis de 0,75 e 1,0%, respectivamente. Em contrapartida, o nível de 0,25% de ureia na cana-de-açúcar proporcionou um saldo negativo de R\$ -0,15 para cada kg de leite comercializado.

## DISCUSSÃO

O consumo de matéria seca (MS) semelhante entre os tratamentos indicou que a redução do nível de ureia na cana-de-açúcar, com base na matéria natural, para vacas de baixa produção, pode ser usada pelos produtores de leite como alternativa ao tradicional nível de 1%. O consumo de MS, nesse estudo, foi similar aos resultados de Pérez De La Ossa et al. (2013) que encontraram consumo de 9,77 kg de MS com vacas que produziam 8 kg.dia<sup>-1</sup> e que recebiam 2,4 kg de concentrado. Por outro lado, Vilela et al. (2003) observaram consumo de 5,32 kg de MS para vacas mestiças recebendo apenas cana-de-açúcar mais ureia. A diferença superior no consumo de MS, encontrada no presente trabalho em relação ao anterior, pode ser atribuída ao fato dos animais terem recebido 2 kg de concentrado.dia<sup>-1</sup>, favorecendo crescimento e síntese microbiana, além do incremento do consumo voluntário devido ao efeito aditivo em baixo nível de concentrado (MOORE et al., 1999).

O baixo consumo de MS por vacas leiteiras, quando alimentadas somente com cana-de-açúcar, reflete a baixa digestibilidade da fibra, que leva ao acúmulo de material não digerível no rúmen e, conseqüentemente, provoca enchimento desse compartimento, reduzindo o consumo voluntário (LENG, 1988). Por isso, é importante o fornecimento de compostos nitrogenados (DETMANN et al., 2004), farelo de soja (RANGEL et al., 2008b) ou farelo de trigo (VILELA et al., 2003), que otimizam o uso dessa forrageira.

A maior participação de ureia nos níveis 0,75 e 1,0% refletiu na diferença de consumo de proteína bruta, uma vez que o consumo desse componente foi semelhante para os níveis 0,25 e 0,5%. Em todos os tratamentos atendeu-se o mínimo de 7% de PB para o adequado funcionamento do rúmen (VAN SOEST, 1994). Os consumos de PB, obtidos em todos os níveis de ureia, foram semelhantes aos encontrados por Pérez De La Ossa et al. (2013) e Vilela et al. (2003).

Em relação ao consumo de carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteínas (CNFcp) houve superioridade, justamente dos menores níveis de ureia, uma vez que esse é um componente calculado por diferença. Quanto maior o nível dos outros componentes da dieta, menor será o nível de CNFcp. Pérez De La Ossa et al. (2013) e Mestra-Vargas et al. (2013) também encontraram consumo similar para essa fração nutricional.

A digestibilidade aparente superior da proteína bruta, nos níveis 0,75 e 1,0% de ureia, pode ser atribuída ao maior teor desse componente nesses tratamentos. Maiores coeficientes de digestibilidade com o aumento crescente de proteína na dieta foi relatado por vários autores (BRODERICK, 2003; PEREIRA et al., 2005; COLMENERO e BRODERICK, 2006; TEIXEIRA et al., 2010). Vale ressaltar que, mesmo com a diferença nos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta, não houve diferença nos valores dos nutrientes digestíveis totais (NDT). Resultado semelhante foi observado por Santiago et al. (2013), que não encontraram diferença no teor de NDT em vários níveis de ureia na cana-de-açúcar (0 a 12 g.kg MN<sup>-1</sup>).

O fornecimento de compostos nitrogenados tem a função de elevar a digestibilidade, principalmente da fibra em detergente neutro (DETMANN et al., 2008). No presente estudo, com a redução do nível de ureia e, assim, menor suprimento de nitrogênio para o ambiente ruminal, não houve influência sobre a digestibilidade da FDNcp. O concentrado oferecido para todos os animais na mesma quantidade (2 kg.dia<sup>-1</sup>) pode ter suportado o aporte de nitrogênio para os microrganismos ruminais nas dietas com menor participação de ureia. Dessa maneira, a digestibilidade da FDNcp não foi influenciada com a redução dos níveis de ureia.

A produção de leite não foi alterada com a redução do nível de ureia na cana-de-açúcar. Vacas de maior potencial de produção, quando alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar, geralmente apresentam produções de leite reduzidas devido ao menor consumo de matéria seca (MAGALHÃES et al., 2004; MENDONÇA et al., 2004; COSTA et al., 2005; PIRES et al., 2010). Os animais do presente trabalho, de menor potencial leiteiro, mantiveram a produção média inicial em todos os níveis de ureia. Resultados similares foram encontrados por Pérez De La Ossa et al. (2013), com vacas mestiças alimentadas com cana-de-açúcar desintegrada ou inteira (corrigidas com ureia e sulfato de amônio no proteinado). Santiago et al. (2013) também não encontraram diferença na produção de leite com vacas mestiças alimentadas com cana-de-açúcar e diferentes níveis de ureia (0; 4; 8 e 12 g.kg MN<sup>-1</sup>). Por outro lado, Mestra-Vargas et al. (2013) encontraram produção de leite um pouco superior, variando de 7,42 a 9,22

kg.dia<sup>-1</sup>, com vacas recebendo cana-de-açúcar e diferentes quantidades de fubá de milho e farelo de soja.

A melhor eficiência na utilização da PB (kg de leite produzido/kg de proteína consumida) foi para os níveis 0,25 e 0,50% de ureia na cana-de-açúcar. Esses resultados podem estar relacionados com as respostas biológicas aos nutrientes da dieta, que reduzem pelo aumento da concentração de substrato, devido ao limite biológico de utilização e toxidez pelo excesso de substrato (LANA, 2007). A eficiência alimentar não foi alterada com a redução do nível de ureia na cana-de-açúcar e está de acordo com Santiago et al. (2013), que também não encontraram diferença utilizando vários níveis de ureia (0; 4; 8 e 12 g.kg MN<sup>-1</sup>).

Os resultados de NUS e NUL decresceram de maneira linear com a redução dos níveis de ureia na cana-de-açúcar. A concentração sérica de ureia é positivamente relacionada com o consumo de nitrogênio (VALADARES et al., 1999). Valor de NUS até 19 mg.dL<sup>-1</sup> foi sugerido por Broderick e Clayton (1997) como indicativo de uso eficiente da proteína da dieta. Os níveis de 0,25 e 0,5% apresentaram valores (8,79 e 11,47 mg.dL<sup>-1</sup>, respectivamente) inferiores ao proposto na literatura.

Por outro lado, Broderick (1995) propôs valores de NUL entre 12 e 17 mg.dL<sup>-1</sup> como indicativo do correto balanceamento de proteína degradada e energia fermentada no rúmen. De maneira semelhante ao NUS, o valor de NUL ficou dentro dessa faixa com o nível de 0,50% (12,77 mg.dL<sup>-1</sup>). Rangel et al. (2008b) encontraram valores dentro desse intervalo com vacas recebendo diferentes níveis de ureia na cana-de-açúcar. Resultados similares também foram encontrados por Pérez de La Ossa et al. (2013) e Chizzotti et al. (2007) com vacas de baixa produção.

A melhor eficiência de utilização de nitrogênio, indicada pelos valores de NUS, até o nível de 0,50% de ureia na cana-de-açúcar, tem implicação prática, uma vez que a menor participação de nitrogênio na dieta reduz-se os custos com a alimentação.

Observando-se análise econômica, verifica-se que a redução do nível de ureia na cana-de-açúcar reduziu os custos com a alimentação. Quando não foi considerada a variação de peso corporal (VPC), a melhor margem líquida foi obtida com nível de 0,50% de ureia, seguida pelos níveis de 0,25 e 1,0%. Contudo, ao incluir a VPC, o nível de 0,25% proporcionou o pior lucro diário. Essa mudança deve-se ao fato dos animais que receberam 0,25% de ureia perderam mais peso corporal em comparação aos demais.

Nesse estudo foi considerada a variação de peso corporal (VPC). A não consideração do peso corporal pode induzir uma subestimação das dietas, tendo em vista que as variações negativas de peso indicam ocorrência de mobilização das reservas

corporais, cuja adequada condição corporal é importante para a atividade reprodutiva e para a garantia do não comprometimento de lactações subsequentes (MAGALHÃES et al., 2004; RANGEL et al., 2008a).

Os resultados desse trabalho mostraram que o uso do tradicional 1 kg de ureia para cada 100 kg de cana-de-açúcar desintegrada pode ser substituído por níveis inferiores, como 0,25% ou 0,250 kg, por exemplo, sem alterar o consumo e a produção de leite de vacas mestiças de menor produção de leite. Entretanto, esse nível de inclusão de ureia na cana-de-açúcar foi aquele que propiciou maior perda de peso corporal. Pesquisas futuras podem ser realizadas combinando níveis de concentrado e ureia na cana-de-açúcar, sobre o desempenho e a economicidade da dieta, para vacas de menor potencial de produção leiteira.

## CONCLUSÕES

A redução do nível de ureia na cana-de-açúcar não altera o consumo, a produção e a composição do leite. Os custos com alimentação e receitas melhoram com a redução da ureia na cana-de-açúcar. O melhor retorno econômico é proporcionado pelo nível de 0,50% de ureia na cana-de-açúcar.

## LITERATURA CITADA

- BRODERICK, G.A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p.1370-1381, 2003.
- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.
- BRODERICK, G.A. **Use of milk urea as indicator of nitrogen utilization in lactating dairy cow**. Washington: U. S. Dairy Forage Center; U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1995. 122p. (Research Summaries.)
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo, digestibilidade e excreção de ureia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.138-146, 2007.
- CHIZZOTTI, M.L. **Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína bruta**

- microbiana em novilhas e vacas leiteiras.** 2004. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- COLMENERO, J.J.O.; BRODERICK, G.A. Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.89, n5, p.1704-1712, 2006.
- 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 (supl.).
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. **Métodos para análises de Alimentos.** Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012, 214p.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.4, p.980-984, 2010.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Avaliação nutricional de alimentos ou de dietas? Uma abordagem conceitual. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6, 2008, Viçosa. **Anais...**Viçosa: DZO-UFV, 2008. p.21-52.
- DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T.; CABRAL, L.S. et al. Validação de equações preditivas da fração indigestível da fibra em detergente neutro em gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1866-1875, 2004.
- IDF - INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Whole milk determination of milk fat, protein and lactose content. Guide for the operation of mid infrared instruments.** Bruxelas: 1996.12p (IDF Standard 141 B).
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- 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, n.2, p.213-218, 1977.
- LANA, R.P. **Respostas biológicas aos nutrientes.** Viçosa, MG: Suprema, 2007. 205p.
- LANA, R. P. Sistema Viçosa de formulação de rações. 4.ed. Viçosa: Editora UFV, 2007. 91p.

- LENG, R.A. Limitaciones metabólicas en la utilización de la caña de azúcar y sus derivados para el crecimiento e producción de leche en rumiantes. In: SISTEMAS INTENSIVOS PARA PRODUCCIÓN ANIMAL Y ENERGÍA RENOVABLE COL RECURSOS TROPICALES, 1988, Cali. **Anais...** Cali: CPAC, 1988. p.31-38.
- MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Cana-de-açúcar em substituição a silagem de milho em dietas para vacas em lactação: Desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.1292-1302, 2004.
- MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.481-492, 2004.
- MESTRA-VARGAS, L.I.; LANA, R.P.; SILVA, J.C.P.M. et al. Desempenho de vacas mestiças em função da suplementação energética e proteica em dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.1, p.117-127, 2013.
- MOORE, J.E.; BRANT, M.H.; KUNKLE, W.E. et al. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**, v.77. suppl. 2, p.122-135, 1999.
- PEREIRA, M.L.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo, digestibilidade aparente total, produção e composição do leite em vacas de leite no terço inicial da lactação alimentadas com níveis crescentes de proteína bruta no concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1029-1039, 2005.
- PÉREZ DE LA OSSA, J.E.; LANA, R.P.; GUTIERREZ, G.S. et al. Forma de utilização de cana-de-açúcar e níveis de suplementação concentrada para vacas mestiças leiteiras de baixa produção. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.1, p.138-150, 2013.
- PIRES, A.V.; SUSIN, I.; SIMAS, J.M.C. et al. Substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar e caroço de algodão sobre o desempenho de vacas holandesas em lactação. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, n.2, p.251-257, 2010.
- PRESTON, T.R. Nutritive value of sugarcane for ruminants. **Tropical Animal Production**, v.2, n.2, p.125-142, 1977.

- RANGEL, A.H.N.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Análise econômica da alimentação de vacas leiteiras com cana-de-açúcar corrigida com farelo de soja ou ureia. **Caatinga**, v.21, n.2, p.73-75, 2008a.
- RANGEL, A.H.N.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Produção, composição do leite e concentração de nitrogênio uréico no soro de vacas alimentadas com cana-de-açúcar corrigida. **Caatinga**, v.21, n.4, p.06-11, 2008b.
- SANTIAGO, A.M.F.; CAMPOS, J.M.S.; OLIVEIRA, A.S. et al. Urea in sugarcane-based diets for dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.6, p.456-462, 2013.
- SKLAN, D.; ASHKENAZ, 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, n.9, p.2463-2472, 1992.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.7, p.3562-3577, 1992.
- TEIXEIRA, R.M.A.; LANA, R.P.; FERNANDES, L.O. et al. Desempenho produtivo de vacas da raça Gir leiteira em confinamento alimentadas com níveis de concentrado e proteína bruta nas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2527-2534, 2010.
- VALADARES FILHO, S.C.; BRODERICK, G.A.; VALADARES, R.F.D. et al. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.1, p.106-114, 2000.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfalfa 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.
- VALENTE, T.N.P.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Avaliação dos teores de fibra em detergente neutro em forragens, concentrados e fezes bovina moídas em diferentes tamanhos e em sacos de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1148-1154, 2011.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994, 476p.

VILELA, M.S.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C. et al. Avaliação de diferentes suplementos para vacas mestiças em lactação alimentadas com cana-de-açúcar: desempenho e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.768-777, 2003.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.