

# DIFERENTES TEORES DE PROTEÍNA METABOLIZÁVEL EM RAÇÕES COM CANA-DE-AÇÚCAR PARA VACAS EM LACTAÇÃO

TADEU VINHAS VOLTOLINI,<sup>1</sup> FLÁVIO AUGUSTO PORTELA SANTOS,<sup>2</sup> JUNIO CESAR MARTINEZ,<sup>3</sup> CARLA MARIS MACHADO BITTAR,<sup>4</sup> HUGO IMAIZUMI<sup>5</sup> E CRISTINA SIMÕES CORTINHAS<sup>6</sup>

1. Embrapa Semi-Árido Zootecnista, Doutor em Produção de Ruminantes, pesquisador da Embrapa Semi-Árido – contato principal para correspondência.
2. Professor doutor do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ, Piracicaba, SP.
3. Universidade de São Paulo / ESALQ.
4. Engenheira agrônoma, Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP/ESALQ, Piracicaba, SP.
5. Zootecnista, Gerente de produção da Dukamp Saúde Animal Ltda. Monte Aprazível, SP.
6. Aluna de Pós-graduação do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, USP, Pirassununga, SP.

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes teores de proteína metabolizável (PM) na ração de vacas lactantes alimentadas com cana-de-açúcar. Foram utilizadas dezoito vacas em lactação divididas em dois grupos de produção de leite (10 ou 18 kg/d), sendo os dados analisados separadamente. Avaliaram-se três tratamentos variando-se a dose de PM e proteína degradável no rúmen (PDR) da ração, a partir de diferentes inclusões de uréia ou farelo de soja: 1) 1% da mistura uréia e sulfato de amônia na cana-de-açúcar *in natura* (controle); 2) teores adequados de PDR e PM; e 3) teores adequados de PDR e excessivos de PM. O delineamento estatístico

foi o quadrado latino 3 x 3 com três repetições para cada grupo. Não se observaram diferenças estatísticas dos tratamentos ( $P > 0,05$ ) sobre o consumo de matéria seca, a produção de leite, os teores de gordura e de proteína do leite, as concentrações de nitrogênio uréico no leite (NUL) e no plasma (NUP), independentemente do nível de produção dos animais. A recomendação de corrigir as rações com cana-de-açúcar *in natura* com 1% da mistura uréia-sulfato de amônia foi adequada tanto para vacas produzindo 10 quanto 18 kg de leite/d. Não houve vantagem em aumentar o suprimento de PM para essas vacas.

PALAVRAS-CHAVES: Fontes protéicas, produção de leite, proteína degradável no rúmen, uréia.

## ABSTRACT

### DIFFERENT METABOLIZABLE PROTEIN LEVELS IN SUGAR CANE DIETS TO LACTATING DAIRY COWS

The objective of this trial was to evaluate the effect of different metabolizable protein (MP) levels on lactating dairy cows fed sugarcane diets. Eighteen lactating cows, divided in two groups of milk production (10 or 18 kg/d), were used, being data analyzed separately. Three treatments with varying levels of MP and rumen degradable protein (RDP), by different urea and soybean meal inclusions, were evaluated: 1) 1% of the mixture urea and ammonium sulfate on sugarcane *in natura* (control); 2) adequate levels of RDP and MP; and 3) adequate levels of

RDP and MP in excess. A 3 x 3 Latin Square design was utilized with three replicates for each production group. There were not statistical difference between treatments ( $P > 0.05$ ) for dry matter intake, milk production, fat and protein milk levels, milk urea nitrogen (MUN) and plasma urea nitrogen (PUN), independently of the milk production level. Recommendation of sugarcane diet *in natura* correction by adding 1% of urea-ammonium sulfate was adequate for cows producing 10 or 18 kg milk/d. There were no advantages of increasing MP levels for those cows.

KEY WORDS: Milk production, protein sources, rumen degradable protein, urea.

## INTRODUÇÃO

Um dos principais limitantes dos sistemas de produção de leite no Brasil é a sazonalidade de crescimento das pastagens. As forrageiras tropicais se caracterizam por apresentar elevada produção de matéria seca (MS) durante a estação chuvosa e quente do ano, reduzindo na estação fria e seca (ROLIM, 1980). Este fato limita o desempenho individual das vacas e a produtividade da área (SANTOS et al., 2003).

A cana-de-açúcar é um recurso forrageiro largamente empregado na alimentação dos rebanhos leiteiros durante a época seca. Este fato se deve a sua alta produção de MS, coincidente com a baixa produção de pastagens, e ao aumento de sua digestibilidade com a maturidade, ou seja, o oposto do que acontece com a maioria das plantas forrageiras de origem tropical (FERNANDES et al., 2003).

Esse volumoso, porém, apresenta limitações nutricionais, como o reduzido consumo de MS (CMS), os baixos teores de energia, proteína, compostos nitrogenados e baixa digestibilidade dos componentes da parede celular. Estas limitações inviabilizam o uso da cana-de-açúcar para a alimentação de ruminantes como alimento exclusivo, sem as devidas correções de suas carências nutricionais, principalmente o teor de proteína (SOUSA et al., 2003; MAGALHÃES et al., 2004; MENDONÇA et al., 2004).

A despeito disso, este volumoso apresenta bom potencial para formulação de dietas para vacas em lactação. Dados compilados por SANTOS et al. (2005) revelam que o CMS médio para rações à base de cana-de-açúcar é 11,91 kg/d, com uma variação de 4,02 a 19,81, em banco de dados com 38 observações. A produção de leite média observada para estas rações é de 14,81, com variação de 8 a 22,1 kg de leite/d, para 22 observações.

O ingrediente mais utilizado para a correção dos teores de proteína em rações para ruminantes é a uréia. Essa fonte de nitrogênio não-protéico possui 45% de nitrogênio (N) e apresenta equivalente protéico superior a 280% de PB, consistindo em fonte de N de baixo custo para a

alimentação dos ruminantes. O sulfato de amônio é utilizado em associação com a uréia, como fonte de enxofre (S), visando maior aporte de aminoácidos sulfurados para o intestino delgado e também para melhorar a retenção de N pelo rúmen (WALLI & MUDGAL, 1981).

A recomendação clássica para a utilização da mistura de uréia e sulfato de amônio em rações com cana-de-açúcar consiste na adição de 1 kg da mistura composta por uréia e sulfato de amônio (nove partes de uréia para cada parte de sulfato de amônio) para cada 100 kg de matéria natural (MN) de cana-de-açúcar fresca (ALVAREZ & PRESTON, 1976). Essa mistura foi bastante difundida nos sistemas de produção de leite e corte em todo o Brasil, principalmente nas regiões em que se adota o uso de pastagens tropicais e cana-de-açúcar, durante o ano.

Entretanto, a utilização exclusiva de uréia nos suplementos protéicos promove resultados inferiores aos obtidos com o uso associado de fontes de nitrogênio não-protéico e fontes de proteína verdadeira, como o farelo de soja ou o farelo de algodão (ALVAREZ & PRESTON, 1976).

Os sistemas de nutrição e formulação de rações para ruminantes evoluíram do conceito de utilização da PB como referencial protéico para as adequações das rações em proteína degradável no rúmen (PDR) e em proteína metabolizável (PM) (SNIFFEN et al., 1992; NRC, 2001). O uso dessas ferramentas permite, teoricamente, formular rações que supram as exigências da população microbiana em compostos nitrogenados (PDR) e as exigências do animal, em aminoácidos absorvíveis no intestino delgado (PM). Dessa maneira, é possível melhorar a eficiência de utilização da proteína e diminuir a sua excreção para o ambiente.

Quando rações com cana-de-açúcar corrigidas com 1% de uréia ou da mistura uréia e sulfato de amônio (9:1) são avaliadas por meio do programa do NRC (2001), há indicação de excesso de PDR e deficiência de PM para vacas com produções diárias superiores a 10 kg de leite. Caso as predições do NRC (2001) estejam corretas, a produção de leite será prejudicada, a

demanda energética para a excreção do excesso de amônia será elevada e poderá haver prejuízos de ordem reprodutiva. Ademais, como demanda mais recente, o excesso de N liberado poderá levar à contaminação ambiental.

Desse modo, o objetivo do presente trabalho foi comparar três rações para vacas com produções de 10 e de 18 kg de leite/d, seguindo-se a recomendação tradicional para a adição de uréia em rações com cana-de-açúcar como volumoso; adequando-se PM e PDR; ou fornecendo PM em excesso ao recomendado pelo NRC (2001).

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no sistema de produção de leite do Centro de Treinamento de Recursos Humanos do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ, em Piracicaba, SP (22°43' de latitude Sul, 47°25' de longitude Oeste e 580 metros de altitude).

Utilizaram-se dezoito vacas da raça Holandesa, sendo nove com produção de leite média de 10 kg/d (8 a 13,5 kg/d) e as outras nove de 18 kg/d (15 a 22,2 kg/d). O grupo de maior produção apresentava ao início do experimento um período médio de lactação de 93 dias (30 a 150 d) e peso vivo de 517 kg (480 a 610 kg); enquanto o grupo de menor produção apresentava 180 dias em lactação (180 a 300 d) e peso vivo de 537 (480 a 650 kg). Os animais foram mantidos confinados em seis piquetes de 500 m<sup>2</sup> cada, três piquetes para cada nível de produção com três animais por piquete.

O período experimental teve duração de sessenta dias entre os meses de agosto a outubro de 2003. O ensaio foi subdividido em três subperíodos de vinte dias cada, destinando os primeiros quinze dias para a adaptação e os últimos cinco dias para a coleta de dados.

Compararam-se três rações isoprotéicas, com teores crescentes de proteína metabolizável, para vacas produzindo 10 ou 18 kg de leite/d (Tabela 1), de acordo com o NRC (2001). As rações-controle para os grupos de alta e baixa produção foram formuladas com a recomendação tradicional de adicionar 1kg da mistura de

uréia e sulfato de amônia para cada 100 kg de cana-de-açúcar fresca. Formularam-se as outras rações para suprirem doses adequadas de proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína metabolizável (PM) (tratamento PM adequada) ou para conterem excesso de PM, reduzindo-se a inclusão de uréia e aumentando-se a inclusão de farelo de soja, conforme NRC (2001).

Forneceram-se as rações duas vezes ao dia (8h00 e 17h00), utilizando-se vagão misturador de ração total. As sobras de alimento foram pesadas e descartadas durante o período de adaptação dos animais, para ajustar o fornecimento de alimento visando uma quantidade de sobra de 5% a 10%. Durante o período de colheita de dados, as sobras foram pesadas e subamostradas assim como o volumoso e os concentrados fornecidos. Congelaram-se as amostras a -10 °C para posterior análise químico-bromatológica.

Submeteram-se as amostras de cana-de-açúcar semanalmente à determinação dos teores de MS, permitindo ajustes no fornecimento das rações aos animais. Para o cálculo de consumo de MS, foram pesadas quantidades de rações oferecidas em cada refeição diária para cada grupo de três vacas, durante os últimos cinco dias de cada subperíodo, descontadas as sobras do fornecimento anterior.

Tomaram-se as amostras dos ingredientes dos concentrados (farelo de soja, polpa cítrica peletizada e milho moído fino) durante o período pré-experimental, sendo submetidas às análises químico-bromatológicas para o balanceamento inicial das rações experimentais. Durante o período experimental, tomaram-se as amostras dos ingredientes no primeiro dia de cada período de coleta, nos três subperíodos experimentais.

As amostras de cana-de-açúcar foram descongeladas e levadas à estufa de circulação forçada de ar, mantidas a 55°C por 48 horas e moídas em moinhos tipo *Willey*, em peneiras com malhas de 5 mm e posteriormente de 1 mm.

Analísaram-se tanto as amostras de cana-de-açúcar quanto dos ingredientes concentrados para os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e extrato etéreo (EE) segundo a AOAC (1975). As análises de fibra em detergente neutro

(FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram efetuadas no equipamento Ankom (Ankom 200 Fiber analyser da Ankon Technology Corporation, Macedon, NY, USA), seguindo a metodologia descrita por VAN SOEST et al. (1991). Determinou-se a concentração de lignina pela adição de ácido

sulfúrico 72% no resíduo insolúvel da FDA (VAN SOEST et al., 1991). Efetuou-se a determinação da concentração de proteína bruta (PB) pelo método de combustão, utilizando-se o analisador de N (LECO FP-2000 Nitrogen Analyser, Leco Instruments, Inc. St. Joseph, MI, USA).

**TABELA 1.** Proporção de ingredientes e composição químico-bromatológica das rações experimentais

| Ingredientes<br>(% MS)                      | Tratamentos    |             |               |                |             |               |
|---|----------------|-------------|---------------|----------------|-------------|---------------|
|   | Maior produção |             |               | Menor produção |             |               |
|   | Controle       | PM adequada | PM em excesso | Controle       | PM adequada | PM em excesso |
| Cana-de-açúcar                              | 63,93          | 63,92       | 63,92         | 77,53          | 77,53       | 77,53         |
| Farelo de soja                              | 10,16          | 18,52       | 23,89         | 3,62           | 7,39        | 13,82         |
| Uréia                                       | 2,13           | 0,84        | -             | 2,59           | 1,92        | 0,96          |
| Polpa cítrica peletizada                    | 10,99          | 7,47        | 5,20          | 7,39           | 5,84        | 3,10          |
| Milho moído fino                            | 10,99          | 7,47        | 5,20          | 7,39           | 5,84        | 3,10          |
| Minerais e vitaminas <sup>1</sup>           | 1,79           | 1,79        | 1,79          | 1,48           | 1,48        | 1,48          |
| Composição químico-bromatológica            |                |             |               |                |             |               |
| FDN, % MS                                   | 42,00          | 41,80       | 41,70         | 47,90          | 47,80       | 47,60         |
| FDN <sub>forragem</sub> , % MS <sup>2</sup> | 37,10          | 37,10       | 37,10         | 45,00          | 45,80       | 45,00         |
| FDA, % MS                                   | 23,00          | 22,90       | 22,90         | 25,50          | 25,50       | 25,40         |
| EE, % MS                                    | 2,10           | 1,90        | 1,80          | 1,80           | 1,80        | 1,60          |
| PB, % MS                                    | 14,50          | 14,50       | 14,50         | 12,20          | 12,00       | 12,10         |
| Balanço de PDR <sup>2</sup> , g/d           | 389            | 206         | 59            | 281            | 137         | 8             |
| Balanço de PM <sup>2</sup> g/d              | -70            | 99          | 210           | 70             | 145         | 277           |

<sup>1</sup> Níveis de garantia do suplemento mineral e vitamínico por quilo do produto, fósforo (P) 55 g, cálcio (Ca) 220 g, cloro (Cl) 105,50 g, sódio (Na) 70 g, magnésio (Mg) 35 g, enxofre (S) 22 mg, manganês (Mn) 1500 mg, ferro (Fe) 500 mg, zinco (Zn) 1550 mg, cobre (Cu) 450 mg, cobalto (Co) 50 mg, iodo (I) 40 mg, selênio (Se) 20 mg, flúor (F) máximo 550 mg, vitamina A 90.000 UI, vitamina D 75.000 UI, vitamina E 1.000 UI, solubilidade em ácido cítrico (2%).

<sup>2</sup>Valores preditos pelo NRC (2001).

A pesagem e a amostragem do leite foram realizadas nos últimos cinco dias do período de coleta, realizando-se diariamente duas ordenhas, às 7h00 e 16h00. Registrou-se a produção individual das vacas em lactação diariamente, perfazendo uma média no final de cada subperíodo. Para a determinação da composição do leite, tomaram-se amostras proporcionais à produção individual do animal por ordenha para análise de gordura, proteína, lactose e sólidos totais, pelo processo de infravermelho pelo analisador Bentley 2000 (Bentley Instruments, Chasca, MN, USA), e nitrogênio uréico pelo analisador ChemSpec 150 (Bentley Instruments, Chasca, MN, USA) no Laboratório da Clínica do Leite do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura Luiz

de Queiroz, Universidade de São Paulo. A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura foi calculada a partir da equação  $[0,4324 * \text{produção de leite (kg)} + 16,216 * \text{gordura (kg)}]$ , proposta por TYRRELL & REID (1965).

Colheram-se amostras de sangue no último dia de cada período de coleta, quatro horas após a alimentação, utilizando-se tubo a vácuo contendo fluoreto de sódio como anticoagulante, através de punção da veia coccígea. As amostras foram centrifugadas a 3.000 g por vinte minutos, armazenadas em microtubos de plástico a -10°C, para posterior determinação das concentrações de N-uréico em laboratório comercial, utilizando o *kit* N 535 (Sigma Chemical Co.).

Tanto para o grupo de maior produção (18 kg) quanto para o de menor produção (10 kg/d), cada grupo de três vacas compôs uma unidade experimental para a análise dos dados de consumo de matéria seca (CMS) e consumo de FDN (CFDN), sendo o delineamento experimental adotado o quadrado latino 3 x 3 simples. Para as variáveis produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC-3,5%), composição do leite, nitrogênio uréico no plasma (NUP) e no leite (NUL), o delineamento adotado foi o quadrado latino 3 x 3 com três repetições.

Submeteram-se as variáveis analisadas ao PROC GLM (General Linear Models) dos recursos do pacote estatístico SAS (1999), versão 8 para *Windows*. Efetuaram-se análises independentes para os dois grupos distintos de vacas por produção de leite, sendo: grupo de maior (18 kg/dia) e menor produção (10 kg/dia) de leite. Considerou-se como significativo o nível de até 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ). Todas as médias foram obtidas utilizando-se o método dos quadrados mínimos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises químico-bromatológicas dos ingredientes utilizados para a confecção das rações experimentais. Os ingredientes concentrados utilizados nas rações apresentaram composição bromatológica com variação mínima em relação aos valores de tabela relatados no NRC (2001). Da mesma forma, a cana-de-açúcar apresentou composição bromatológica dentro da faixa normal relatada na compilação de SANTOS et al. (2005). O teor de FDN de 60,86%, observado no presente ensaio, não caracteriza a cana-de-açúcar utilizada como de alta qualidade. Entretanto, o valor de NDT da cana-de-açúcar estimado pelo NRC (2001) foi de 61,16% da MS, indicando uma forragem de bom valor energético.

Os resultados referentes ao consumo de matéria seca total (CMS) e de FDN (CFDN) são apresentados na Tabela 3. Não houve efeito dos tratamentos sobre o CMS total e CFDN

( $P > 0,05$ ), para ambos os grupos de animais. Os CMS observados tanto para o grupo de alta quanto para o grupo de baixa produção foram inferiores aos valores preditos pelo NRC (2001). Numericamente os valores de CMS decresceram à medida que os teores de farelo de soja aumentaram nas rações em substituição parcial e total à uréia.

Um dos principais fatores que têm limitado o desempenho de animais alimentados com cana-de-açúcar é o baixo CMS. O alto teor de FDN de baixa digestibilidade tem sido desafiador tanto para nutricionistas quanto para os melhoristas de cana-de-açúcar. Normalmente, materiais de alta digestibilidade têm apresentado teores de FDN ao redor de 40% a 44% (SANTOS et al., 2005), valores inferiores ao observado no presente estudo (60,86%). AROEIRA et al. (1995) e PEREIRA et al. (2000) relataram que a cana-de-açúcar pode apresentar menores teores de FDN que outros alimentos volumosos, como a silagem de milho e, mesmo assim, apresentar CMS inferiores. A elevada proporção de FDN indigestível na cana-de-açúcar resulta em alto tempo de permanência dessa fração no trato digestivo, o que limita o CMS.

Além do teor de FDN associado a sua digestibilidade, o grau de picagem da cana é um dos fatores que também pode ter limitado o CMS no presente estudo. O elevado tamanho de partículas reduz a taxa de passagem do material pelo rúmen, diminuindo o CMS (VAN SOEST, 1994). Além disso, por causa da seleção de alimentos realizadas pelos animais no cocho, a quantidade de sobras aumenta em resposta à rejeição de palhada e porções secas e lignificadas dos colmos. Apesar de terem sido fornecidas quantidades de ração visando sobras entre 5% a 10%, observou-se que a qualidade das sobras foi muito diferente da qualidade das rações originais.

A literatura demonstra grande variação no CMS de rações contendo cana-de-açúcar para vacas em lactação, sendo valores entre 1,51% a 3,56% do PV apresentados na compilação de SANTOS et al. (2005). O valor médio observado nesta compilação foi de 2,69% do PV ou 11,91 kg de MS/d para a produção média de leite de

14,81 kg/d. Com base nesses dados, pode-se concluir que existem boas possibilidades de se aprimorar as técnicas de manejo da formulação,

processamento e fornecimento de rações com esse volumoso, a fim de que o CMS das rações ultrapasse 3% do PV.

**TABELA 2.** Composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados nas rações experimentais

|                              | Cana fresca | Farelo de soja | Polpa cítrica | Milho moído |
|------------------------------|-------------|----------------|---------------|-------------|
| Matéria seca, %              | 29,50       | 89,00          | 92,62         | 90,64       |
| Proteína bruta, %MS          | 3,42        | 49,2           | 7,77          | 9,44        |
| Extrato etéreo, %MS          | 1,14        | 1,00           | 2,37          | 6,82        |
| Matéria mineral, %MS         | 3,48        | 6,50           | 7,44          | 1,62        |
| Fibra detergente neutro, %MS | 60,86       | -              | 23,43         | 9,55        |
| Fibra detergente ácido, %MS  | 38,67       | -              | 22,15         | 4,68        |
| NDT*, %MS                    | 61,16       | 79,40          | 76,62         | 90,50       |

\*Estimado pelo NRC (2001).

**TABELA 3.** Consumo de matéria seca (CMS) total e consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) de vacas lactantes em dois níveis de produção de leite alimentadas com teores crescentes de proteína metabolizável

| Parâmetros                                 | Tratamentos |             |               | EPM <sup>1</sup> | P <sup>2</sup> |
|--|-------------|-------------|---------------|------------------|----------------|
|  | Controle    | PM adequada | PM em excesso |                  |                |
| Grupo de maior produção de leite (18 kg/d) |             |             |               |                  |                |
| CMS total, kg de MS/d                      | 14,93       | 14,10       | 13,70         | 0,32             | 0,54           |
| CMS total, % PV                            | 2,86        | 2,75        | 2,66          | 0,08             | 0,43           |
| CFDN, kg de MS/d                           | 6,27        | 5,92        | 5,75          | 0,16             | 0,34           |
| CFDN, % PV                                 | 1,20        | 1,15        | 1,12          | 0,06             | 0,30           |
| Grupo de menor produção de leite (10 kg/d) |             |             |               |                  |                |
| CMS total, kg de MS/d                      | 12,73       | 11,93       | 11,87         | 0,26             | 0,23           |
| CMS total, % PV                            | 2,39        | 2,22        | 2,19          | 0,08             | 0,20           |
| CFDN, kg de MS/d                           | 5,98        | 5,61        | 5,79          | 0,13             | 0,22           |
| CFDN, % PV                                 | 1,12        | 1,12        | 1,03          | 0,06             | 0,22           |

<sup>1</sup> Erro-padrão da média; <sup>2</sup> probabilidade.

Diversas formas de processamento da cana-de-açúcar (físico, químico e microbiológico) vêm sendo estudadas e podem vir a se tornar importantes ferramentas para aumentar a eficiência de utilização dos nutrientes presentes neste volumoso (OLIVEIRA et al., 1999). Da mesma forma, a substituição parcial do volumoso ou a associação de ingredientes volumosos (VALVASORI et al., 1998; PIRES et al., 1999), a redução na proporção da cana-de-açúcar (MENDONÇA et al., 2004) ou a adição de doses elevadas de concentrado (LIMA et al., 2004) são estratégias que resultaram em benefícios no CMS total e,

conseqüentemente, no desempenho de animais alimentados com cana-de-açúcar.

Respostas positivas à inclusão do farelo de soja ou outra fonte de proteína verdadeira, em substituição à uréia, foram observadas por ALBUQUERQUE et al. (2002) e VILELA et al. (2003) para vacas com produções de leite inferiores a 10 kg/d e alimentadas com rações contendo palma forrageira e cana-de-açúcar, respectivamente. Entretanto, nesses estudos, as rações com uréia continham apenas esta fonte suplementar de N, diferente do presente estudo, em que o tratamento-controle continha farelo de soja.

Para vacas com produções de leite entre 18 a 20 kg/d, MENDONÇA et al. (2004) não observaram respostas positivas sobre o consumo de MS, quando se aumentou o teor de farelo de soja das rações em substituição parcial à uréia.

Os teores de PB nas rações com cana-de-açúcar e compostos nitrogenados não-protéicos parecem ser importantes reguladores do CMS pelos ruminantes (PEREIRA et al., 2003). STACCHINI (1998) avaliou o aumento dos teores de PB em rações para vacas em lactação, utilizando a uréia como fonte de proteína, e não observou benefícios no CMS total. Entretanto, em rações com mesmo teor de PB, quando a uréia foi substituída por farelo de soja, o CMS foi superior, levando o autor a sugerir que a fonte de proteína, e não o teor de PB, é fator mais importante na regulação do CMS.

A preferência dos animais a determinadas fontes protéicas ou a rações que contenham diferentes teores de proteína, as modificações no ambiente ruminal associada a alterações no sincronismo ruminal, na população microbiana e nas condições de pH, além de mudanças na capacidade de digestão e absorção dos alimentos após a passagem pelo rúmen são alguns dos fatores que sofrem influência da proteína das rações e, conseqüentemente, podem influenciar o CMS dos animais.

Os resultados referentes à produção, composição do leite, nitrogênio uréico no leite (NUL) e no plasma (NUP) das vacas dos grupos de maior e de menor produção são apresentados nas Tabelas 4 e 5, respectivamente. Não foram observadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para a produção e composição do leite entre os tratamentos testados, tanto para o grupo de maior como para o de menor produção de leite. Os valores médios de produção de leite deste estudo estão dentro da faixa de 8 a 22 kg/d, relatados em trabalhos com cana-de-açúcar para vacas em lactação, compilados da literatura na revisão de SANTOS et al. (2005).

De acordo com o NRC (2001), a ração-controle estaria deficiente em PM para ambos

os grupos de produção (10 e 18 kg de leite/d). Entretanto, o aumento do suprimento de PM na ração, segundo a recomendação do NRC (2001) (PM adequada), ou em excesso a esta recomendação (PM excesso), por meio da substituição parcial ou total de uréia por farelo de soja, não melhorou o desempenho das vacas leiteiras.

Em trabalho de MENDONÇA et al. (2004), em que se aumentou o teor de farelo de soja na ração em substituição parcial à uréia para vacas alimentadas com cana-de-açúcar, também não foram observados efeitos na produção de leite. Assim como no presente estudo, o desempenho de vacas produzindo entre 18 a 20 kg/d não foi afetado quando se aumentou a dose de farelo de soja na ração, em substituição parcial à uréia, ou seja, quando o teor de PM foi elevado.

Para vacas mantidas em pastagens com 12% de PB durante o verão, VOLTOLINI et al. (2003) não observaram aumento em produção de leite com o aumento do teor de proteína bruta do concentrado acima do recomendado pelo NRC (2001) para suprir quantidade adequada de PM para vacas com produções ao redor de 18 kg de leite/d.

Os teores e as produções de gordura e proteína do leite não foram afetados pelos tratamentos ( $P > 0,05$ ). MENDONÇA et al. (2004) também não observaram alterações na composição do leite quando a dose de farelo de soja foi aumentada na ração com cana-de-açúcar, em substituição parcial à uréia.

O teor e a produção de proteína do leite são afetados principalmente pelo suprimento de PM e pelo perfil de aminoácidos essenciais dessa proteína (SANTOS et al., 1998). A ausência de respostas positivas em proteína do leite com o aumento no teor de PM da ração, conforme sugerido pelo NRC (2001), no tratamento “PM adequada” levanta duas hipóteses: 1) O NRC (2001) superestimou a exigência de PM para vacas com produções ao redor de 18 kg de leite/d; 2) o NRC subestimou a síntese de proteína microbiana na ração com cana-de-açúcar com teor alto de uréia (controle).

**TABELA 4.** Produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC-3,5%), composição de leite, nitrogênio uréico no plasma (NUP) e no leite (NUL) de vacas de maior produção alimentadas com teores crescentes de proteína metabolizável em dietas à base de cana-de-açúcar

| Componentes          | Tratamentos |             |               |                  |                |
|----------------------|-------------|-------------|---------------|------------------|----------------|
|                      | Controle    | PM adequada | PM em excesso | EPM <sup>1</sup> | P <sup>2</sup> |
| Leite, kg/d          | 18,07       | 17,19       | 17,42         | 0,46             | 0,40           |
| PLC-3,5%, kg/d       | 18,33       | 17,61       | 17,53         | 0,40             | 0,30           |
| Gordura, %           | 3,59        | 3,65        | 3,54          | 0,09             | 0,60           |
| Gordura, kg/d        | 0,65        | 0,63        | 0,62          | 0,07             | 0,50           |
| Proteína, %          | 3,22        | 3,20        | 3,18          | 0,07             | 0,44           |
| Proteína, kg/d       | 0,58        | 0,55        | 0,55          | 0,06             | 0,38           |
| Lactose, %           | 4,25        | 4,14        | 4,13          | 0,09             | 0,53           |
| Lactose, kg/d        | 0,77        | 0,71        | 0,72          | 0,05             | 0,42           |
| Sólidos totais, %    | 12,3        | 12,0        | 12,0          | 0,09             | 0,24           |
| Sólidos totais, kg/d | 2,22        | 2,06        | 2,09          | 0,11             | 0,35           |
| NUL, mg/dL           | 13,42       | 13,26       | 14,03         | 0,34             | 0,60           |
| NUP, mg/dL           | 19,03       | 19,22       | 20,02         | 1,32             | 0,54           |

<sup>1</sup> Erro-padrão da média; <sup>2</sup> probabilidade.

**TABELA 5.** Produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC-3,5%), composição de leite, nitrogênio uréico no plasma (NUP) e no leite (NUL) de vacas de menor produção alimentadas com teores crescentes de proteína metabolizável em dietas à base de cana-de-açúcar

| Componentes          | Tratamentos |             |               |                  |                |
|----------------------|-------------|-------------|---------------|------------------|----------------|
|                      | Controle    | PM adequada | PM em excesso | EPM <sup>2</sup> | P <sup>1</sup> |
| Leite, kg/d          | 10,00       | 10,24       | 10,12         | 0,44             | 0,92           |
| PLC-3,5%, kg/d       | 10,32       | 10,65       | 10,53         | 0,44             | 0,90           |
| Gordura, %           | 3,70        | 3,75        | 3,75          | 0,07             | 0,20           |
| Gordura, kg/d        | 0,37        | 0,38        | 0,38          | 0,05             | 0,18           |
| Proteína, %          | 3,02        | 3,15        | 3,17          | 0,07             | 0,60           |
| Proteína, kg/d       | 0,30        | 0,30        | 0,32          | 0,04             | 0,43           |
| Lactose, %           | 4,32        | 4,39        | 4,07          | 0,06             | 0,50           |
| Lactose, kg/d        | 0,43        | 0,45        | 0,41          | 0,04             | 0,40           |
| Sólidos totais, %    | 11,56       | 12,29       | 11,81         | 0,08             | 0,67           |
| Sólidos totais, kg/d | 1,16        | 1,26        | 1,20          | 0,10             | 0,52           |
| NUL, mg/dL           | 13,62       | 13,48       | 14,12         | 0,28             | 0,51           |
| NUP, mg/dL           | 19,23       | 19,32       | 20,12         | 1,26             | 0,48           |

<sup>1</sup> Erro-padrão da média. <sup>2</sup> probabilidade

Não houve efeito dos tratamentos sobre os valores de NUL e de NUP ( $P > 0,05$ ). Os teores de NUP são afetados principalmente pelos teores de PB da ração, principalmente pelos teores de PDR (BRODERICK & CLAYTON, 1997). No presente estudo, o esperado era que o tratamento-controle apresentasse maiores concentrações de NUP que os demais tratamentos, o que não ocorreu. Os valores de NUP relatados foram to-

mados quatro horas após a alimentação matinal (horário de pico), os quais não podem ser comparados com valores médios obtidos ao longo de 24 horas, relatados na maioria dos estudos.

As concentrações médias de NUL estão de acordo com os relatados na literatura (BRODERICK & CLAYTON, 1997; FERGUSSON, 1997). Concentrações de NUL ao redor de 13 a 14 mg/dL são considerados relativamente altos



para vacas com produções de leite de 18 kg/d. Neste estudo, é provável que os teores de PB das rações pudessem ser inferiores, sem resultar prejuízos no desempenho das vacas. Valores similares aos deste estudo foram relatados por SCHWAB (1994) para vacas produzindo acima de 37 kg de leite/d.

Os resultados referentes à produção de leite, de sólidos do leite e da concentração de NUL sugerem que o N das três rações experimentais foi usado com a mesma eficiência, seja ele proveniente de farelo de soja ou de uréia.

## CONCLUSÃO

Para vacas com produções entre 10 a 18 kg de leite/d, a recomendação tradicional de adicionar 1% de uréia, ou da mistura de nove partes de uréia com uma parte de sulfato de amônia na cana-de-açúcar fresca, é adequada. Não houve vantagem em aumentar o suprimento de proteína metabolizável por meio da adição extra de farelo de soja na ração, conforme preconizado pelo NRC (2001), sugerindo que o NRC (2001) possa superestimar as exigências de proteína metabolizável ou subestimar a síntese microbiana em rações com cana-de-açúcar como volumoso.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, S.S.C.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX Jr., J.C.B.; MELO, J.N.; FARIAS, I. Utilização de três fontes de nitrogênio associadas à palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill).cv. gigante na suplementação de vacas leiteiras mantidas em pasto diferido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1314-1324, 2002.
- ALVAREZ, F.J.; PRESTON, T.R. Amônia/molasses and urea/molasses as additives for ensiled sugar cane. **Tropical Animal Production**, Edinburg, v. 1, p. 98-104, 1976.
- AROEIRA, L.J.M.; LOPES, F.C.F.; DAYRELL, M.S.; LIZIERE TORRES, M.P. Digestibilidade, degradabilidade e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais uréia e do farelo de algodão em vacas mestiças holandês x zebu em lactação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 46, n. 6, p.1016-1026, 1995.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12<sup>th</sup>ed. Washington, 1975. 1117 p.
- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutrition factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 80, n.11, p. 2964-2971, 1997.
- FERGUSON, J.D.; THONSEN, N.; SLESSER, D.; BURRIS, D. Pennsilvannia DHIA milk urea testing. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 80, suppl. 1, p. 161, 1997.
- FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; LANA, R.P.; PEREIRA, J.C.; CABRAL, L.S.; VITTORI, A.; PEREIRA, E.S. Estimativas de produção de leite por vacas holandesas mestiças segundo o sistema CNCPS, em dietas contendo cana-de-açúcar com diferentes valores nutritivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p.1778-1785, 2003.
- LIMA, M.L.P.; SILVA, D.N.; NOGUEIRA, J.R. Produção de leite e consumo de matéria seca de vacas alimentadas com cana-de-açúcar forrageira IAC-86-2480. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais ... Campo Grande: SBZ**, 2004. 1 CD-ROM.
- MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1292-1302, 2004.
- MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. Consumo, digestibilidade aparente, produção, composição do leite e variáveis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 481-492, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7<sup>th</sup>ed. Washigton: National Academic Press, 2001. 381 p.
- OLIVEIRA, M.D.S. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 1999. 128 p.
- PEREIRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ARRUDA, A.M.V.; CABRAL, L.S.; MIRANDA, L.F.; FERNANDES, A.M. Dinâmica dos nutrientes no trato gastrointestinal de novilhos holandeses alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p.1516-1524, 2003.

- PEREIRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; PAULINO, M.F. Fontes nitrogenadas e uso de *Sacharomyces cerevisiae* em dietas baseadas em cana-de-açúcar para novilhos: consumo, digestibilidade, balanço nitrogenado e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 563-572, 2000.
- PIRES, A.V.; SIMAS, J.M.C.; ROCHA, M.H.M. Efeito da substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar no consumo de matéria seca, parâmetros ruminais, produção e composição do leite de vacas holandesas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: SBZ, 1999. 1 CD ROM.
- ROLIM, F.A. Estacionalidade de produção de forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1980, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1980. p. 243-270.
- SANTOS, F.A.P.; VOLTOLINI, T.V.; PEDROSO, A.M. Balanceamento de dietas com cana-de-açúcar para rebanhos leiteiros: até onde é possível ir? In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE, 7., 2005, Uberlândia. **Anais ...** Uberlândia, 2005. p. 208-245.
- SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C.; VOLTOLINI, T.V.; NUSSIO, C.M.B. Utilização da suplementação com concentrado para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO GIOANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 5., 2003, Goiânia. **Anais ...** Goiânia: CBNA, 2003. p. 289-346.
- SANTOS, F.A.P.; SANTOS, J.E.P.; THEURER, C.B.; HUBER, J.T. Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: A 12-year literature review. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 81, p. 3182-3213, 1998.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics, version 8. Cary: SAS Institute, 1999. 965 p.
- SCHWAB, C.G. Optimizing amino acid nutrition for optimum yields of milk and milk protein. In: SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE, 1994, Tucson. **Proceedings...** Tucson: University of Arizona, 1994. p. 114-129.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSEL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 70, n.11, p. 3562-3577, 1992.
- SOUSA, D.P.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. Síntese de proteína microbiana de vacas leiteiras alimentadas com caroço de algodão em substituição à cana-de-açúcar corrigida. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.
- STACCHINI, P.F. **Efeito dos teores de uréia e do farelo de soja sobre a digestibilidade e balanço de nitrogênio em vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar**. 1998. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
- TYRRELL, H.F.; REID, J.T. Prediction of energy value of cow's milk. **Journal of Dairy Science**, Albany, v. 48, p. 1215-1223, 1965.
- VALVASORI, E.; LUCCHI, C.S.; PIRES, F.; ARCARO, J.R.P.; ARCARO JUNIOR, I. Silagem de cana-de-açúcar em substituição à silagem de sorgo granífero para vacas leiteiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p.224-228, 1998.
- VAN SOEST, P.J. Integrated feeding systems. In: NUTRITIONAL ECOLOGY OF THE RUMINANT, 2., 1994, Ithaca. **Anais...** Ithaca: Cornell University Press, 1994. p.140-155.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583, 1991.
- VILELA, M.S. Avaliação de diferentes suplementos para vacas mestiças em lactação alimentadas com cana-de-açúcar: desempenho e qualidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 3, 768-777, 2003.
- VOLTOLINI, T.V.; SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C.; IMAIZUMI, H.; PENATI, M.A. Teores de proteína bruta para se atingir a adequação em proteína metabolizável na dieta de vacas em lactação mantidas em pastagens de capim-elefante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Anais ...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.
- WALLI, T.K.; MUDGAL, V.D. Nitrogen and sulphur balance studies in cattle and buffalo fed urea-based diet with or without sulphur supplementation. **Indian Journal of Animal Science**, New Delhi, v. 52, n. 11, p. 1019-1023, 1981.

Protocolado em: 2 maio 2007. Aceito em: 10 mar. 2008.