

ADRIANO HENRIQUE DO NASCIMENTO RANGEL

**CANA-DE-AÇÚCAR NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS E NOVILHAS
LEITEIRAS EM CRESCIMENTO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2005

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

T

R196c
2005

Rangel, Adriano Henrique do Nascimento, 1962-
Cana-de-açúcar na alimentação de vacas e novilhas
leiteiras em crescimento / Adriano Henrique do
Nascimento Rangel. – Viçosa : UFV, 2005.
xiii, 69f. : il. ; 29cm.

Orientador: José Maurício de Souza Campos.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Ruminantes - Nutrição. 2. Ruminantes - Alimentação
e rações. 3. Cana-de-açúcar na nutrição animal. 4. Rumi-
nantes - Registros de desempenho. 5. Leite - Produção.
I. Universidade Federal de Viçosa. II.Título.

CDD 22.ed. 636.2085

ADRIANO HENRIQUE DO NASCIMENTO RANGEL

**CANA-DE-AÇÚCAR NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS E NOVILHAS
LEITEIRAS EM CRESCIMENTO**

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

APROVADA: 11 de novembro de 2005.

Prof. Sebastião de Campos V. Filho
(Conselheiro)

Prof^a Rilene Ferreira D. Valadares
(Conselheira)



Prof. Edenio Detmann

Dr. André Fonseca Brito

Prof. José Maurício de Souza Campos
(Orientador)

À minha amada filha,
Ana Augusta, fonte de
toda inspiração na
minha vida; à minha
tia, Edyra, modelo de
paciência e grandeza;
aos meus pais,
Antônio Rangel de
Araújo, Cleida Faria
Rangel de Araújo e
Jandira Augusto do
Nascimento Rangel (in
memoriam); aos meus
irmãos, Rochelle
Maria e Ricardo
Sérgio; ao casal
Josenilson Dantas de
Araújo e Terezinha
Lucena de Araújo,

pelo exemplo de
bondade, dedico.

AGRADECIMENTO

A Deus, eterna fonte de bondade e sabedoria no coração dos homens.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade para realização do Curso de Doutorado.

Ao professor José Maurício de Souza Campos, pela orientação, pelo respeito e pela paciência em momentos difíceis da minha vida.

Ao professor Sebastião de Campos Valadares Filho, pelo exemplo de simplicidade e pela capacidade transformadora, além de grande contribuição com ensinamentos.

Aos professores Edênio de Detmann, Rilene Ferreira Dias Valadares, pelas valiosas sugestões para conclusão deste trabalho.

Aos demais professores, pelos ensinamentos transmitidos, principalmente à professora Maria Ignês Leão, aos professores Odilon Gomes Pereira, Rogério de Paula Lana, Carlos Augusto e Mário Paulino.

Aos amigos de pós-graduação Anderson (Gaúcho), André Soares (Telelé) Analívia (Onça), Andrezão (*in memoriam*), Nominando (Chupacabra), Josué, Pedro Veiga (Band), Mário Chizotti, Shirley (Shilocaína), Amélia, Márcia, Robson, Karla Magalhães, Marinaldo, Fernando (Rufião), Marcone, André (Lagartixa), Rafael, Juliana e tantos outros, pelo convívio, pelo apoio e pela amizade.

A todos os estagiários, o meu muito obrigado, em especial à Shirley Motta durante a realização das análises laboratoriais.

Aos amigos da república e gole, Anderson (Gaúcho), Analívia (Onça), Hamilton, Pedro (Band), André (Lagartixa), Mário, Carlinha (Mandrúvá), Kibe, Rafael, Terrão e Monteiro, e à toda turma de quintaneja, pelos agradáveis momentos de convivência.

Aos amigos José Mariz e José Antônio, meu eterno agradecimento no transcorrer do trabalho e pelo apoio em momentos difíceis da vida.

Agradeço à Rita de Cássia Gomes de Carvalho Rangel, pela contribuição durante uma parte da realização desse trabalho.

À minha filha, Ana Augusta, razão de tudo na minha vida, dedico este trabalho.

A todos os familiares pelo incentivo e pela presença constante em minha vida.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia do Setor de Gado de Leite, do Laboratório de Nutrição de Ruminantes, pelo apoio e pela contribuição.

À CAPES, pelo financiamento.

A todos que, de alguma maneira, contribuíram para realização deste trabalho. De coração, o meu muito obrigado.

BIOGRAFIA

ADRIANO HENRIQUE DO NASCIMENTO RANGEL, filho de Antônio Rangel de Araújo e Jandira Augusto do Nascimento (*in memoriam*), nasceu em Natal, Rio Grande do Norte em 24 de junho d 1962.

Em março de 1982, ingressou no curso de graduação em agronomia na Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM) em Mossoró-RN, colando grau em julho de 1986.

Em março de 1990, iniciou o curso de mestrado em zootecnia na Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG, concentrando seus estudos na área de Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em dezembro de 1992.

Em abril de 2002, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de doutorado, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, concentrando seus estudos na área de nutrição e produção de ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em 11 de novembro de 2005.

CONTEÚDO

| | Página |
|---|---------------|
| RESUMO | viii |
| ABSTRACT | xi |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 9 |
| Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas recebendo de dietas com cana-de-açúcar corrigida com concentrado à base de farelo de soja ou diferentes níveis de uréia | 12 |
| Resumo..... | 12 |
| Abstract..... | 13 |
| Introdução | 14 |
| Material e Métodos..... | 16 |
| Resultados e Discussão..... | 19 |
| Conclusões | 27 |
| Referências Bibliográficas..... | 28 |
| Parâmetros do metabolismo de compostos nitrogenados de vacas lactantes alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar suplementadas com concentrado à base de farelo de soja ou diferentes níveis de uréia | 31 |
| Resumo..... | 31 |
| Abstract..... | 32 |

| | Página |
|---|---------------|
| Introdução | 32 |
| Material e Métodos..... | 34 |
| Resultados e Discussão..... | 38 |
| Conclusões | 45 |
| Referências Bibliográficas..... | 45 |
| | |
| Desempenho e parâmetros nutricionais de fêmeas leiteiras em crescimento alimentadas com silagem de milho ou cana-de-açúcar com níveis crescentes de concentrado | 48 |
| | |
| Resumo..... | 48 |
| Abstract..... | 49 |
| Introdução | 50 |
| Material e Métodos..... | 52 |
| Resultados e Discussão..... | 56 |
| Conclusões | 65 |
| Referências Bibliográficas..... | 66 |

RESUMO

RANGEL, Adriano Henrique do Nascimento, D.S., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2005. **Cana-de-açúcar na alimentação de vacas e novilhas leiteiras em crescimento**. Orientador: José Maurício de Souza Campos. Conselheiros: Sebastião de Campos Valadares Filho e Rilene Ferreira Diniz Valadares.

Objetivou-se avaliar o efeito de uma dieta à base de cana-de-açúcar corrigida com concentrado à base de farelo de soja (FS) para vacas de leite, sobre os consumos e as digestibilidades aparentes de nutrientes, a produção e composição do leite, economicidade de dietas, pH e a concentração de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) no líquido ruminal, a excreção de uréia na urina, a concentração de uréia no soro (NUS), o balanço de compostos nitrogenados e a síntese de proteína microbiana, comparada a três outras dietas à base de cana-de-açúcar com níveis crescentes da mistura de uréia e sulfato de amônia (9:1) (uréia), 0,4; 0,8 e 1,2 %, na base da matéria natural. Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa, puras e mestiças, arranjadas em três quadrados latinos 4 x 4, distribuídas de acordo com o período de lactação. Após análise de variância, procedeu-se à decomposição da soma dos quadrados para tratamentos em contrastes não ortogonais relativos à comparação entre concentrado à base de FS e os diferentes níveis de uréia, e os efeitos de ordem linear e quadrática relativos à variação dos níveis de uréia. As dietas

foram isonitrogenadas com aproximadamente 14% de proteína bruta, com base na matéria seca (MS). A quantidade de concentrado fornecida diariamente foi de 1 kg para cada 2 kg de leite produzido. Não observou-se diferença ($P>0,05$) nos consumos de MS, matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN) e MS $\text{g/kg}^{0,75}$ entre as dietas experimentais. Entre os diversos níveis de uréia constatou-se efeito linear decrescente para consumo de FDN kg/dia e FDN (%PV). Não houve diferença ($P>0,05$) para os coeficientes de digestibilidade aparente (CD) da MS, MO, PB, EE, FDN e CNF, quando se comparou a dieta com concentrado à base de FS e aquelas contendo diferentes níveis de uréia. Verificou-se efeito linear crescente entre os tratamentos com uréia para os CDCHO e NDTobs. Não houve diferença entre as dietas para produção de leite sem e com correção para 3,5% de gordura, e para a composição do leite quando se comparou a dieta com concentrado à base de FS com as dietas com diferentes níveis de uréia. As dietas contendo uréia quando comparadas com a que utilizou concentrado à base de FS, apresentaram um maior saldo, justificando economicamente a sua utilização para redução dos custos de alimentação, em dietas à base de cana-de-açúcar. O pH ruminal e N-NH_3 não diferiram ($P>0,05$) nos tempos de coleta, quando se comparou o concentrado à base de FS e os diferentes níveis de uréia. Entre as dietas com uréia, verificou-se efeito quadrático ($P<0,05$) para ambos os tempos de coleta. Foram observadas menores ($P<0,05$) excreções de uréia na urina para a dieta contendo FS, em relação aos níveis 0,8 e 1,2% de uréia. Não observou-se diferença para o NUS entre o tratamento à base de FS e uréia em seus diferentes níveis. O balanço de compostos nitrogenados (BN) não diferiu entre a dieta à base de concentrado de FS e as dietas com diferentes níveis de uréia. A síntese de compostos nitrogenados microbianos não diferiu entre os diversos tratamentos. A correção da cana-de-açúcar com 1,2% da mistura de uréia e sulfato de amônia (9:1) apresentou-se como melhor opção econômica, para vacas leiteiras produzindo 20 litros de leite por dia. Avaliou-se também, a resposta de novilhas leiteiras alimentadas com dieta à base de silagem de milho com 1,3 kg/dia de ração concentrada em comparação a três dietas à base de cana-de-açúcar corrigida com 1% da mistura de uréia e sulfato de amônia (9:1) (uréia), com 1,3; 2,0 e 2,7 kg/dia de ração concentrada. Foram

utilizadas 20 novilhas, sendo 12 da raça Holandesa e 8 da raça Pardo-Suíça, com peso médio inicial 176 kg. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com 5 blocos, sendo cada animal considerado uma unidade experimental e os blocos formados de acordo com o peso inicial e a raça dos animais. Os consumos de matéria seca (CMS) independente da forma de expressão, matéria orgânica (MO) e fibra detergente neutro (FDN) não diferiram entre a dieta de silagem de milho e as de cana-de-açúcar. Maior consumo de extrato etéreo (EE) ($P < 0,05$) foi observado para a dieta de silagem de milho quando comparada às dietas à base de cana-de-açúcar. Para os carboidratos totais (CHO) e os carboidratos não-fibrosos (CNF), verificou-se diferença nos consumos entre a dieta com silagem de milho e os tratamentos à base de cana-de-açúcar (1,3 e 2,0 kg de concentrado). Foi observado menor consumo de NDT entre a dieta à base de silagem de milho e a de cana-de-açúcar (2,0 kg de concentrado). Foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) entre as dietas para os coeficientes de digestibilidade da PB, EE, CHO e FDN. Não houve diferença significativa para o ganho de peso total (GPT/kg) e ganho médio diário (GMD/kg/dia) entre a dieta à base de silagem de milho e a de cana-de-açúcar com 2,7 kg de concentrado, em relação às dietas com cana-de-açúcar. O tratamento com silagem de milho apresentou maior saldo por animal (R\$/cab/dia) e por ganho de peso (R\$/kg). O pH ruminal não diferiu nos tempos de coleta entre as dietas experimentais. A $N-NH_3$ foi menor ($P < 0,05$) três horas após a alimentação para dieta à base de silagem de milho quando comparado aos tratamentos à base de cana-de-açúcar.

ABSTRACT

RANGEL, Adriano Enrique do Nascimento, D.S. Universidade Federal de Viçosa, November 2005. **Sugar-cane in the feeding of dairy cows and growing heifers.** Adviser: José Maurício de Souza Campos. Committee Members: Sebastião de Campos Valadares Filho and Rilene Ferreira Diniz Valadares.

The objective of this work was to evaluate the effect of a sugar cane-based diet supplemented with soybean meal-based concentrate (SM) for dairy cows, on the consumption and apparent nutrient digestibility, milk production and composition, diet economicity, pH, and the ammoniacal nitrogen (N-NH₃) concentration in the rumen fluid, urine urea excretion, serum urea nitrogen (SUN), nitrogen compound balance and microbial protein synthesis, compared to three other sugar cane-based diets with increasing levels of the mixture urea and ammonium sulphate (9:1) (urea), 0.4; 0.8 and 1.2 %, based on natural matter. A number of 12 pure and crossbred Holstein cows were arranged in three 4 x 4 Latin squares, distributed according to the lactation period. Following the analysis of variance, it was performed the decomposition of sums of squares for treatments into non-orthogonal contrasts related to the comparison between SM-based concentrate and the different urea levels, and the linear and quadratic effects related to the variation in urea levels. The diets were isonitrogenous with approximately 14% crude protein, based on dry matter (DM). The daily supply of concentrate was 1 kg per each 2 kg of produced milk.

There were no differences ($P > 0.05$) in the consumption of DM, organic matter (OM), ether extract (EE), total carbohydrates (CHO), non-fiber carbohydrates (NFC), neutral detergent fiber (NDF) and DM g/kg^{0.75} among the experimental diets. A decreasing linear effect was found for consumption of NDF kg/day and NDF (%PV) among the different urea levels. There were no differences ($P > 0.05$) for the apparent digestibility coefficients (ADC) of DM, OM, CP, EE, NDF and NFC, when the diet with SM-based concentrate was compared with those having different urea levels. An increasing linear effect was found for CDCHO and TDNobs among the treatments with urea. No difference was found among the diets for milk production with and without correction to 3.5% fat, neither for milk composition when the diet with SM-based concentrate was compared with the diets with different urea levels. The diets containing urea compared with the SM-based concentrate showed a higher balance, justifying economically its use to reduce feeding costs of sugar cane-based diets. Rumen PH and N-NH₃ did not differ ($P > 0.05$) at sample collection times, comparing SM-based concentrate with the different urea levels. A quadratic effect was found for both collection times ($P < 0.05$) among the urea diets. Urine urea excretion was lower ($P < 0.05$) for the diet containing SM than the diets with 0.8 and 1.2% urea levels. There was no difference for SUN between the SM-based treatment and the different levels of urea. Nitrogen compound balance (NB) did not differ between the SM-based diet and the diets with different urea levels. The synthesis of microbial nitrogen compounds did not differ among the treatments. The correction of the sugar cane diet with 1.2% of the mixture urea and ammonium sulphate (9:1) proved to be the best economic option for dairy cows producing 20 L milk/day. The responses of heifers fed with corn silage-based diet plus 1.3 kg/day of concentrate ration were also compared with the three sugar cane-based diets corrected with 1% of the mixture urea and ammonia sulphate (9:1) (urea), with 1.3; 2 and 2.7 kg/day of concentrate ration. A total of 20 animals were used, 12 Holstein and 8 Brown Swiss heifers, with average initial liveweight of 176 kg. The experiment was arranged in a randomised block design, with 5 blocks, considering each animal as an experimental unit and the blocks formed on the basis of initial liveweight and breed. The consumption of dry matter (DMC) independently of the form of expression, organic matter (OM) and neutral detergent fiber (NDF) did not differ between corn-silage diet and sugar-cane

diet. Higher consumption of ether extract (EE) ($P < 0.05$) was found for corn-silage diet compared to the sugar cane-based diets. There was difference in the consumption of total carbohydrates (CHO) and non-fiber carbohydrates (NFC) between the corn-silage diet and the sugar-cane based diets (1.3 and 2 kg of concentrate). Lower NDT consumption was found between the corn-silage diet and sugar-cane diet (2 kg concentrate). There was significant effect ($P < 0.05$) for coefficients of digestibility of CP, EE, CHO and NDF. No significant difference was found for total weight gain (TWG/kg) and average daily gain (ADG/kg/day) between the corn-silage based diet and the sugar-cane diet with 2.7 kg of concentrate, in relation to the sugar-cane diets. The treatment with corn silage showed the highest balance per animal (R\$/head/day) and per weight gain (R\$/kg). Rumen pH did not differ at the collection times among the experimental diets. N-NH₃ was lower ($P < 0.05$) three hours after feeding for corn silage-based diet compared to the sugar cane-based treatments.

1. INTRODUÇÃO

A globalização da economia mundial determina mudanças estratégicas nas organizações e nas estruturas de produção. A adequação destas estruturas às novas exigências do mercado constitui garantia de sobrevivência em ambientes de competição elevada. Estas mudanças vêm ocorrendo em todo cenário econômico nacional, do qual a agropecuária é parte integrante.

O agronegócio brasileiro tem importância fundamental na balança comercial, como gerador de renda e riqueza, sendo responsável por 33% do produto interno bruto, 42% da pauta de exportações e 37% dos empregos. No ano de 2004, as vendas externas de produtos agropecuários renderam ao Brasil US\$ 36 bilhões, com superávit de US\$ 25,8 bilhões (CEPEA, 2004).

Poucos países apresentaram um crescimento tão expressivo no comércio internacional do agronegócio quanto o Brasil. Os números comprovam: em 1993 as exportações do setor eram de US\$ 15,94 bilhões, com superávit de US\$ 11,7 bilhões. Em dez anos o país dobrou o faturamento com as vendas externas de produtos agropecuários e teve um crescimento superior a 100% no saldo comercial. Esses resultados levaram a Conferência das Nações Unidas para o Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD) a prever que o país será o maior produtor de alimentos nas próximas décadas.

O Brasil é o sexto maior produtor de leite, com produção anual de aproximadamente 22 bilhões de litros. O país tem apresentado taxa de crescimento da produção leiteira superior à de seus competidores e deve, nos

próximos anos, ganhar novas posições de países tradicionais em pecuária leiteira. Em menos de trinta anos, o crescimento da produção de leite no Brasil foi superior a 160%. Em parte, esse aumento esteve associado à expansão da área explorada, que ocorreu principalmente nos cerrados de Goiás, no Triângulo e na região do Alto Paranaíba em Minas Gerais. Além disso, novas fronteiras, concentradas nas regiões norte e centro-oeste deverão continuar dando suporte ao crescimento em área para a produção leiteira no país (Santos et al., 2005).

A produção de leite no Brasil passa por uma grande transformação em virtude da nova realidade econômica mundial, com adoção de modernas tecnologias que visam ao crescimento da produtividade. Esta modernização tem sido decisiva para que a atividade leiteira passe de um modelo extrativista para um modelo competitivo e sustentável.

Entender os sistemas de produção de leite apenas como modelo fornecedor de matéria-prima, desconectado dos outros processos de transformação, não mais se justifica. É imperativo adquirir a visão sistêmica de produção e comercialização, ser eficiente, e assim favorecer a relação custo/benefício e, desta forma, permanecer competitivo.

Em razão dos novos acontecimentos e conquistas na cadeia do leite no ano de 2004, em que o setor tenta colocar-se como exportador de produtos lácteos, é prioritário encarar a atividade como sistema de elos integrados, abrangendo itens como: pesquisa, insumos, tecnologia de produção, transporte, processamento, distribuição e preço.

A adequação de tecnologias às peculiaridades regionais e a busca incessante de métodos alternativos em que se tenha, não apenas a eficiência produtiva, mas acima de tudo a eficiência econômica, torna cada vez mais a pecuária de leite nacional competitiva no mercado internacional de lácteos. Neste contexto, os novos modelos de desenvolvimento são caracterizados por sistemas com tecnologias que se baseiam nos princípios de sustentabilidade.

Dentre as opções de volumosos suplementares, a cana-de-açúcar tem posição consolidada. Simulações comparando as fontes de forragem para o rebanho, freqüentemente sugerem a cana-de-açúcar como uma das alternativas que reúne condições mais interessantes. Poucas forrageiras receberam atenção especial como a cana, que foi estudada amplamente,

havendo grande investimento em pesquisa direcionada a cultura e nutrição de animais com vistas à formulação de rações contendo essa forragem (Nussio & Schmidt, 2005).

Conhecidas suas limitações nutricionais (Valdez et al., 1977; Preston & Leng, 1978; Preston, 1982), estimulou-se à condução de trabalhos objetivando superá-las e disponibilizar sua utilização para a produção animal. Entretanto, a maioria dos trabalhos de pesquisa limitou o seu uso para vacas de baixa produção (Castro et al., 1967; Naufel et al., 1969; Nogueira Filho et al., 1977; Boin et al., 1983; Paiva et al., 1991). Resultados mais animadores foram encontrados nos trabalhos de Peixoto (1992), Valvasori et al. (1995), Pires et al. (1999), e nos trabalhos de Magalhães et al. (2001), Mendonça et al. (2004), Souza (2003), Costa (2004) e Oliveira (2005).

Magalhães et al. (2004), avaliando o efeito de substituição de até 100% da silagem de milho por cana-de-açúcar, em dietas completas para vacas produzindo em média 24 kg de leite/dia, concluíram que a produção decresceu linearmente, com o nível de substituição. A relação volumoso:concentrado usada foi 60:40. Entretanto, após avaliarem a variação de peso e a economicidade da substituição, concluiu que o nível de 33% de substituição foi técnica e economicamente recomendável.

Mendonça et al. (2004), ao avaliarem diferentes formas de utilização da cana-de-açúcar, como volumoso exclusivo na dieta de vacas leiteiras produzindo 22 quilos de leite/dia, em relação à silagem de milho utilizada na relação 60:40, encontraram redução no consumo e na produção de leite. Entretanto, no tratamento em que utilizou cana-de-açúcar corrigida, na relação volumoso:concentrado de 50:50, a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura foi similar à produção obtida com dieta à base de silagem de milho, entretanto, embora com pequena variação negativa de peso vivo. Na avaliação da economicidade do uso da cana-de-açúcar corrigida este tratamento apresentou margem bruta semelhante à dieta à base de silagem de milho, indicando a necessidade de aumentar a participação do concentrado em dietas à base de cana-de-açúcar corrigida. O uso da cana-de-açúcar, fornecida à animais, na relação 60:40, resultou em o pior desempenho animal, inclusive com variação de peso corporal acentuadamente negativa.

De outra forma, Souza (2003), ao substituir 0%, 7% e 14% da cana-de-açúcar corrigida por caroço de algodão em dietas utilizadas com relação volumoso:concentrado 60:40, para vacas produzindo em média 22 kg/dia, apesar de menor consumo de MS, produção de leite e economicidade do uso das dietas, comparado à dieta à base de silagem de milho, o autor concluiu que a inclusão do caroço de algodão, nas dietas à base de cana-de-açúcar, promoveu melhoria da qualidade alimentar. O nível de 7% de inclusão de caroço de algodão mostrou-se viável economicamente pelo aumento da produção de leite e na variação de peso corporal em relação à dieta tendo a cana-de-açúcar como volumoso exclusivo, não atingindo, contudo produção de leite e variação de peso corporal semelhante ao tratamento à base de silagem de milho, de maior rentabilidade.

Por sua vez, Costa (2004), avaliando três relações volumoso:concentrado em dietas à base de cana-de-açúcar corrigida (60:40; 50:50; e 40:60), em relação a uma dieta à base de silagem de milho, utilizada na relação 60:40, para vacas produzindo 20 kg de leite/dia, encontrou que as vacas que receberam dieta à base de cana-de-açúcar corrigida na relação 40:60, atingiram o mesmo consumo de matéria seca e produziram a mesma quantidade de leite comparada à dieta à base de silagem de milho, com variação positiva de peso corporal. Entretanto, a substituição reduziu a margem bruta, que foi maior para as dietas à base de silagem de milho. Mais uma vez a cana-de-açúcar corrigida utilizada na relação 60:40, apresentou o pior desempenho animal. O resultado referenda Rodrigues (1999), o qual sugeriu que, a cana-de-açúcar, em dietas de vacas em lactação, deve ser utilizada em relações volumoso:concentrado de 40:60 a 45:55, na base seca, para garantir de 20 a 24 kg de leite/dia, sem que ocorra perda de peso.

O trabalho de Costa (2004) foi validado pelo trabalho de Oliveira (2005) que encontrou valores próximos de consumo de matéria seca, produção de leite, e a mesma variação positiva de peso corporal, entre vacas com produção de 20 kg de leite/dia, alimentadas com dieta à base de silagem de milho, na relação volumoso:concentrado de 60:40, e dietas à base de cana-de-açúcar corrigida, na relação 40:60, em que o fubá de milho foi parcialmente substituído por casca de café (10%) ou casca de soja (20%). Entretanto, nos dois trabalhos, o aumento na quantidade de ração fornecida reduziu a margem

bruta por litro de leite produzido, sendo o tratamento a base de silagem de milho o mais econômico. Vale ressaltar que o uso da cana-de-açúcar corrigida, na proporção de 40%, aumentou a margem bruta por hectare em relação ao uso da silagem de milho, indicando ser uma opção viável quando a terra é escassa ou cara.

Quando se compara a fibra em detergente neutro (FDN) da cana-de-açúcar com a da silagem de milho, encontra-se teor de aproximadamente 47 % contra 60%, respectivamente (Valadares Filho et al., 2002). Uma análise da maioria dos trabalhos que avaliaram a cana-de-açúcar como volumoso parcial ou total em dietas para vacas leiteiras mostra como principal limitação o baixo consumo de MS desta forrageira, menor em 20 a 25% quando expresso em relação ao peso corporal. Mostram ainda que este baixo consumo é devido principalmente, ao fato da baixa digestibilidade da sua fibra (Magalhães et al., 2004; Souza, 2003; Costa, 2004; Mendonça et al., 2004).

Utilizando um modelo dinâmico e mecanístico da digestão capaz de prever a absorção de nutrientes em bovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar, Pereira & Collao-Saenz (2004) simularam a resposta de novilhas de 200 e 300 kg de peso corporal à inclusão de uréia a dietas com teores dietéticos com 0 e 1 kg para cada 100 kg de cana *in natura*. Os autores concluíram que nada se ganha no fluxo de nutrientes absorvidos e disponíveis para o organismo animal, quando, a suplementação excede 50 g/dia, equivalente a 300 g de uréia para cada 100 kg de cana-de-açúcar *in natura*, isto é 1 % da matéria seca, considerando-se teor médio de 30 % de matéria seca.

Mendonça et al. (2004) além de avaliar o efeito da substituição da silagem de milho por cana-de-açúcar, avaliaram também dois níveis de uréia + sulfato de amônio (uréia+SA) (0,35 e 1 %) nas dietas à base de cana com relação volumoso:concentrado 60:40 e 1 % de uréia + SA na dieta à base de cana na relação 50:50. Não houve diferenças significativas na produção de leite, 18,99, 18,58 e 20,09 kg/dia, respectivamente, para os tratamentos à base de cana-de-açúcar nas relações 60:40 (0,35 e 1 %) e 50:50 (1%). Porém, houve diferença significativa quando comparadas à silagem de milho que foi de 22,00 kg/dia. Os autores verificaram que não houve diferença no consumo médio de matéria seca entre a dieta cuja relação foi de 50:50 e a dieta cuja

relação foi de 60:40, com adição de 0,35% de uréia+SA, que apresentou consumo maior que a dieta à base de cana-de-açúcar adicionada de 1 % da mistura uréia + SA utilizada na relação 60:40. Isto talvez se deva a composição das rações concentradas utilizadas onde o nitrogênio da uréia foi substituído pelo nitrogênio do farelo de soja que é muito solúvel.

Sucupira (1998), citado por Pereira & Collao-Saenz (2004), utilizando dietas isoprotéicas em que o nitrogênio oriundo da uréia foi totalmente substituído por nitrogênio proveniente de farelo de soja, verificou aumento no consumo de matéria seca e redução no déficit energético de vacas não gestantes e não lactantes quando a soja foi incluída, concluindo ainda, via simulação da fermentação ruminal, que parece não ser necessária a inclusão de uréia em dietas à base de cana suplementadas com farelo de soja. O principal limitante de inclusões mais altas seria a baixa palatabilidade deste alimento. Segundo este autor, em dietas à base de cana-de-açúcar para alto desempenho de vacas em lactação a utilização de uréia deve ser baseada em custo. O limite máximo de inclusão estaria em torno de 1% da matéria seca, aproximadamente 200 a 250 g/vaca/dia.

Entretanto, esta afirmação não foi comprovada no trabalho de Correa et al. (2003), que utilizaram vacas com produção média diária de 34,3 kg/leite/dia, alimentadas com duas dietas à base de silagem de milho e uma à base cana-de-açúcar sem uréia, apresentado na composição da ração concentrada, milho; glúten de milho; farelo de soja; farinha de carne e ossos; e farinha de carne. Esses autores encontraram produção 7% inferior para as vacas que receberam cana-de-açúcar sem uréia. A relação volumoso:concentrado utilizada foi de 45:55.

Como o açúcar da cana varia com a variedade, ano de colheita, estágio de maturidade, entre outros, Preston (1977) recomendou método simples de se estimar o nível de uréia a ser adicionado à cana pela fórmula: uréia na cana-de-açúcar (g uréia/ kg de cana *in natura*) = $0,6^{\circ} \text{Brix} (94,8 - 1,12^{\circ} \text{Brix}) / (100 - ^{\circ}\text{Brix})$. O nível de 1% corresponde a 17°Brix . Considerando a evolução no rendimento em açúcar das novas variedades de cana utilizadas pelas indústrias de açúcar (Barbosa, 2004), que estão disponíveis para uso pelos criadores de bovinos, talvez hoje, a necessidade de adição de uréia seria, não

menor, mas, maior que 1%, isto é, 1,15 a 1,25%. Se isto for verdade é economicamente benéfico aos criadores.

Considerando o preço do quilo de proteína bruta da uréia em relação do farelo de soja ou de qualquer outro concentrado protéico de origem animal ou vegetal a relação será, por muito tempo ainda, favorável à uréia. Analisando os preços médios no ano de 2003, corrigidos para abril de 2004 pelo IGP-DI, do farelo de soja e da uréia, o custo da unidade de proteína bruta foi quatro vezes menor para a uréia (CEPEA, 2004; FNP, 2004). Entretanto, o preço da uréia subiu muito nos últimos anos, 45,4% em valores reais, corrigidos pelo IGP-DI para abril de 2004 (FNP, 2004), representando, a adição de 1% da mistura uréia + sulfato de amônio (9:1) à cana-de-açúcar, 26,86% do custo total por tonelada de matéria seca da cana-de-açúcar corrigida no cocho (Nussio & Schimidt, 2005), indicando que o desperdício não seria recomendado.

Assim, se faz necessária uma avaliação no sentido de testar níveis de uréia em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas lactantes de maior potencial de produção. Sendo o desafio atual aumentar os níveis de participação da cana-de-açúcar para vacas com produção entre 20 a 25 litros. Para o total entendimento das vantagens e desvantagens de utilização de um alimento, são necessárias informações que vão além da produção e composição do leite, do consumo e da digestibilidade dos nutrientes.

Por outro lado, no contexto da pecuária de leite no Brasil, a criação de novilhas de reposição constitui um ponto de estrangulamento, principalmente porque o retorno do investimento nessa fase ocorre a médio e longo prazo. Na composição do custo total de cria e recria de fêmeas leiteiras confinadas, aproximadamente 70% é representado pelos gastos com alimentação (Oliveira, 1999 e Nussio, 2004, citados por Teixeira, 2005). De acordo com Nussio & Schimidt (2005), ocorre um aumento de 47% no custo de alimentação na fase que vai da inseminação ao parto, quando comparado com a fase que vai da desmama a inseminação, devido ao maior consumo individual de silagem, demonstrando a importância da escolha de volumosos alternativos de menor custo na fase de recria de novilhas de reposição. Sob esta ótica, tem crescido o interesse, entre técnicos e produtores do aproveitamento da cana-de-açúcar em sistemas de criação mais elaborados, visando seu aproveitamento na recria de animais leiteiros onde se projeta idade ao primeiro parto próxima a 24 meses.

Devido ao grande potencial produtivo por área da cana-de-açúcar, bem como sua utilização como fonte exclusiva de volumoso para vacas de leite de maior potencial produtivo, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de se avaliar o efeito de dietas à base de cana-de-açúcar cujos teores de PB foram corrigidos com concentrado à base de farelo de soja ou três diferentes níveis de uréia mais sulfato de amônia no volumoso (0,4, 0,8 e 1,2 % na base da matéria natural) para vacas de maior potencial de produção sobre o desempenho (produção e composição do leite, consumo e digestibilidade dos nutrientes e economicidade das dietas utilizadas); os parâmetros ruminais (pH e amônia) os parâmetros fisiológicos (uréia no plasma e urina; alantoína no leite e urina e ácido úrico); a síntese de proteína microbiana e o balanço de compostos nitrogenados.

Também foi realizada outra pesquisa, com o objetivo de verificar o efeito de três níveis de ração concentrada em dietas isoprotéicas à base de cana-de-açúcar corrigida com 1 % de uréia e sulfato de amônia (9:1) em comparação a silagem de milho e ração concentrada, para fêmeas leiteiras em crescimento, sobre os consumos, o desempenho, a digestibilidade dos nutrientes, os parâmetros ruminais e a economicidade das dietas experimentais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BOIN, C.; ALLEONI, G.F.; BIONDI, P. et al. Comparação entre silagens de milho e cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes: 1. Efeito do nível de concentrado na produção de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20., 1983, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1983, p.84.

CASTRO, A. C. G.; CAMPOS, J.; HILL, J. et al. Cana-de-açúcar “versus” silagem de milho na produção de leite. **Revista Ceres**, v. 14, n. 80, p. 203-223, 1967.

CEPEA (2004). Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/indicador/soja/grafico.php?graf=farelo>>. Acesso em: junho de 2004.

COSTA, M.G. **Cana-de-açúcar e concentrados em diferentes proporções para vacas leiteiras**. 2004. 66 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

CORREA, C. E. S; PEREIRA, M. N.; OLIVEIRA, S. G. et al. Performance of holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain testures. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 4, p. 621-529, Oct./Dec, 2003.

FNP (2004). Disponível em: <<http://www.fnp.com.br>>. Acesso em: junho de 2004.

MAGALHÃES, A. L. R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) em substituição à silagem de milho (*Zea mays*) em dietas para vacas em lactação.** 2001. 62 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Consumo, produção e composição de leite, variáveis ruminais de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 481-492, 2004.

NAUFEL, F.; GOEDMAN, E. F.; GUARAGNA, R. N. et al. Estudo comparativo entre cana-de-açúcar e silagem de milho, sorgo e capim napier na alimentação de vacas leiteiras. **Boletim da Indústria Animal**, v. 26, p. 9-22, 1969.

NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; LUCCI, C. S.; ROCHA, G. L. et al. Substituição parcial da silagem de sorgo por cana-de-açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. **Boletim da Indústria Animal**, v. 34, n. 1, p. 75-84, 1977.

OLIVEIRA, A.S. **Casca de café ou casca de soja em substituição ao milho em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras.** 2005. 97p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

PAIVA, J. A. J.; MOREIRA, H. A.; CRUZ, G. M. et al. Cana-de-açúcar associada à uréia/sulfato de amônio como volumoso exclusivo para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 20, n. 1, p. 90-99, 1991.

PEIXOTO, F. A. M. **Utilização do complexo ácido graxo-cálcio na dieta de vacas em lactação.** 1992. 121 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.

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

PIRES, A. V.; SIMAS, J. M. C.; ROCHA, M. H. M. et al. Efeito da substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar na 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...** SBZ 1999. Nutrição de Ruminantes. (CR-ROM)

PRESTON, T. R. Nutritive value of sugarcane for ruminants. **Tropical Animal Production**, v. 2, p. 125-142, 1977.

PRESTON, T. R.; LENG, R. A. La caña de azúcar como alimento para los bovinos. **Revista Mundial de Zootecnia**, n. 27, p. 7-12, 1978.

PRESTON, T. R. Nutritional limitations associated with the feeding of tropical forages. **Journal of Animal Science**, v. 54, n. 4, p. 877-883, 1982.

RODRIGUES, A. A. Potencial e limitações de dietas a base de cana-de-açúcar e uréia para recria de novilhas e para vacas em lactação. In: II SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1999, p. 65-75

SANTOS, F. A. P.; VOLTOLINI, T. V.; PEDROSO, A. M. Balanceamento de rações com cana-de-açúcar para rebanhos leiteiros: até onde possível ir? In: INTERLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE, 7., Uberlândia, 2005. **Anais...** Uberlândia, 2005. p.209-245.

SCHIMIDT, P.; NUSSIO, L.G. Produção e utilização de cana-de-açúcar para bovinos leiteiros: novas demandas. **Anais...** Bovinocultura de Leite: Nutrição, Reprodução e Fertilidade em Bovinos, 2005, p.

SOUZA, A. L. **Casca de café em substituição ao milho na dieta de ovinos, novilhas leiteiras e vacas em lactação.** 2003. 74 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

TEIXEIRA, R.M.A. **Desempenho, síntese de proteína microbiana e comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com casca de café em substituição à silagem de milho.** Viçosa, MG: UFV. 76p. Tese (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, 2005.

VALADARES FILHO, S. C.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos.** Viçosa: UFV/DZO/DPI, 2002. 297 p.

VALDEZ, R. E.; ALVAREZ, F. J.; FERREIRO, H. M. Rumen function in cattle given sugar cane. **Tropical Animal Production**, v. 2, n. 3, p. 260-272, 1977.

VALVASORI, E.; LUCCI, C. S. L.; ARCARO, J. R. P. et al. Avaliação da cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho para vacas leiteiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 32, n. 4, p. 224-228, 1995.

Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas recebendo de dietas com cana-de-açúcar corrigida com concentrado à base de farelo de soja ou diferentes níveis de uréia

Resumo: Objetivou-se avaliar o efeito de uma dieta à base de cana-de-açúcar corrigida com concentrado à base de farelo de soja (FS) para vacas de leite, sobre os consumos e as digestibilidades aparentes de nutrientes, a produção e composição do leite e economicidade de dietas, comparada a três outras dietas à base de cana-de-açúcar com níveis crescentes da mistura de uréia e sulfato de amônia (9:1) (uréia), 0,4; 0,8 e 1,2 %, na base da matéria natural. Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa, puras e mestiças, arranjadas em três quadrados latinos 4 x 4, distribuídas de acordo com o período de lactação. Após análise de variância, procedeu-se à decomposição da soma dos quadrados para tratamentos em contrastes não ortogonais relativos à comparação entre concentrado à base de FS e os diferentes níveis de uréia, e os efeitos de ordem linear e quadrática relativos à variação dos níveis de uréia. As dietas foram isonitrogenadas com aproximadamente 14% de proteína bruta, com base na matéria seca (MS). A quantidade de concentrado fornecida diariamente foi de 1 kg para cada 2 kg de leite produzido. Não houve diferença ($P>0,05$) para os consumos de MS, matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN) e MS ($\text{g/kg}^{0,75}$) entre as dietas. Entre os diversos níveis de uréia constatou-se efeito de forma linear decrescente para consumo de FDN kg/dia e FDN (%PV). Não houve diferença ($P>0,05$) para os coeficientes de digestibilidade aparente (CD) da MS, MO, PB, EE, FDN e CNF, quando se compararam as diferentes dietas. Verificou-se efeito linear crescente entre os tratamentos com uréia para os CDCHO e NDTobs. Não houve diferença entre as dietas para produção de leite sem e com correção para 3,5% de gordura, e para composição quando se comparou a dieta com concentrado à base de FS com as dietas com diferentes níveis de uréia. As dietas contendo uréia quando comparadas com a que utilizou concentrado à base de FS, apresentaram um maior saldo, justificando economicamente a sua utilização para redução dos custos de alimentação, em dietas à base de cana-de-açúcar.

Palavras-chave: alimentação de vacas leiteiras; economicidade na produção de leite; cana-de-açúcar.

Consumption, nutrient apparent digestibility, milk production and milk composition of cows fed diets with sugar-cane corrected with soybean meal concentrate or different urea levels

Abstract: The objective of this work was to evaluate the effect of a sugar cane-based diet corrected with soybean meal-based concentrate (SM) for dairy cows, on the consumption and apparent digestibility of nutrients, production and composition of milk, and diet economicity compared to three sugar cane-based diets with increasing levels of the mixture urea and ammonium sulphate (9:1) (urea), 0.4; 0.8 and 1.2%, based on natural matter. Twelve Holstein cows, pure and crossbred were arranged in three 4 x 4 Latin squares, distributed according to the lactation period. Following the analysis of variance, it was performed the decomposition of sums of squares for treatments into non-orthogonal contrasts related to the comparison between SM-based concentrate and the different urea levels, and the linear and quadratic effects related to the variation in urea levels. The diets were isonitrogenous with approximately 14% crude protein, based on dry matter (DM). The daily supply of concentrate was 1 kg per each 2 kg of produced milk. There were no differences ($P > 0.05$) in the consumption of DM, organic matter (OM), ether extract (EE), total carbohydrates (CHO), non-fiber carbohydrates (NFC), neutral detergent fiber (NDF) and $\text{DM g/kg}^{0.75}$ among the experimental diets. A decreasing linear effect was found for consumption of NDF kg/day and NDF (%PV) among the different urea levels. There were no differences ($P > 0.05$) for the apparent digestibility coefficients (ADC) of DM, OM, CP, EE, NDF and NFC, when the different diets were compared. An increasing linear effect was found for CDCHO and TDNobs among the treatments with urea. No difference was found among the diets for milk production with and without correction to 3.5% fat, neither for milk composition when the diet with SM-based concentrate was compared with the diets with different urea levels. The diets containing urea compared with the SM-based concentrate showed a higher balance, justifying economically its use to reduce feeding costs of sugar cane-based diets.

Keywords: feeding of dairy cows; economicity in milk production; sugar cane.

Introdução

O planejamento da atividade leiteira deve considerar que uma unidade de produção é composta pela produção de alimentos, criação de animais e produção de leite. Dessa forma, a avaliação dos resultados deve contemplar todas as peculiaridades de cada uma dessas submedidas. No que diz respeito ao setor agrícola da atividade leiteira, uma das mais importantes decisões a serem tomadas pelo produtor refere-se ao tipo de volumoso a ser utilizado. Para isso, deve-se considerar a característica do rebanho, a base física, o nível tecnológico adotado, as expectativas de preços transmitidas pelo mercado, a capacidade de investimentos do produtor, e o preço da terra.

Dentre as opções de volumosos suplementares, a cana-de-açúcar tem posição consolidada. Simulações comparando as fontes de forragem para o rebanho, freqüentemente sugerem a cana-de-açúcar como uma das alternativas que reúne condições mais interessantes. Poucas plantas forrageiras receberam atenção especial como a cana, que foi estudada amplamente, havendo grande investimento em pesquisa direcionada a cultura e nutrição de animais com vistas à formulação de rações contendo essa forragem (Schimidt & Nussio &, 2005). De acordo com Landell et al. (2002), aproximadamente 500 mil hectares de cana-de-açúcar são destinados para alimentação animal, principalmente para rebanhos leiteiros.

Utilizando um modelo dinâmico e mecanístico da digestão capaz de prever a absorção de nutrientes em bovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar, Pereira & Collao-Saenz (2004) simularam a resposta de novilhas de 200 e 300 kg de peso corporal à inclusão de uréia a dietas com teores dietéticos variando de 0 a 1 kg para cada 100 kg de cana *in natura*. Os autores concluíram que nada se ganha no fluxo de nutrientes absorvidos e disponíveis para o organismo animal quando a suplementação excede 50 gramas/dia, equivalente a 300 g de uréia para cada 100 kg de cana-de-açúcar *in natura*, isto é 1% da matéria seca, considerando-se teor de 30% de matéria seca.

Como o açúcar da cana varia com a variedade, ano de colheita, estágio de maturidade, entre outros, Preston (1977) recomendou um método simples de se estimar o nível de uréia a ser adicionado na cana pela fórmula: uréia na

cana-de-açúcar (g uréia/kg de cana *in natura*) = 0,6 Brix (94,8 - 1,12 Brix) / (100 - Brix). O nível de 1 % corresponde a 17° Brix. Considerando a evolução no rendimento em açúcar das novas variedades de cana utilizadas pelas indústrias de açúcar (Barbosa, 2004), que estão disponíveis para uso pelos criadores de bovinos, talvez hoje, a necessidade de adição de uréia seria, não menor, mas, maior que 1 %, isto é, 1,15 a 1,25 %. Se isto for passível de verificação, constituiria ferramenta economicamente benéfica aos criadores.

Considerando o preço do quilo de proteína bruta da uréia em relação do farelo de soja ou de qualquer outro concentrado protéico de origem animal ou vegetal a relação será, por muito tempo ainda, favorável à uréia. Analisando-se os preços médios no ano de 2003 corrigidos para abril de 2004 pelo IGP-DI, do farelo de soja e da uréia, o custo da unidade de proteína bruta foi quatro vezes menor para a uréia (CEPEA, 2004; FNP, 2004). Entretanto, o preço da uréia subiu muito nos últimos anos, 45,4% em valores reais, corrigidos pelo IGP-DI para abril de 2004 (FNP, 2004), representando, a adição de 1% da mistura uréia + sulfato de amônio (9:1) à cana-de-açúcar, 26,86% do custo total por tonelada de matéria seca da cana-de-açúcar corrigida no indicando que o desperdício não seria recomendado.

Assim, se faz necessária uma avaliação no sentido de testar níveis de uréia em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras de maior potencial de produção, cujos resultados ainda são, de forma geral, insuficientes no Brasil. Uma vez sendo um dos desafios atuais a ampliação os níveis de participação da cana-de-açúcar para vacas com produção entre 20 a 25 litros. Para o total entendimento das vantagens e desvantagens de utilização de um alimento, são necessárias informações que vão além da produção e composição do leite, do consumo e da digestibilidade dos nutrientes.

Desenvolveu-se o presente trabalho com o objetivo de se verificar o efeito de dietas à base de cana-de-açúcar, cujos teores de PB foram corrigidos com concentrado à base de farelo de soja ou diferentes níveis de uréia no volumoso (0,4; 0,8 e 1,2% na base da matéria natural) sobre o desempenho de vacas leiteiras.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia (DZO), na Universidade Federal de Viçosa (UFV), durante o período de junho a setembro de 2003.

A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata, Estado de Minas Gerais, a 649 m de altitude, geograficamente definida pelas coordenadas de 20°45'20" de latitude sul e 42°52'40" de longitude oeste. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação proposta por Köppen, tendo duas estações definidas: seca, de abril a setembro, e águas, de outubro a março. A precipitação média anual é de 1.341,2 mm. As médias de temperaturas máximas e mínimas são 26,1 e 14,0 °C, respectivamente (UFV, 1997).

Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa, puras e mestiças, distribuídas em três quadrados latinos 4 X 4, de acordo com o período de lactação. Os animais foram submetidos a quatro tratamentos, no quais se utilizou como volumoso a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L., variedade RB 73-9735), cujo teor protéico foi ajustado com concentrado à base de farelo de soja e três outras dietas com 0,4, 0,8 e 1,2 % da mistura uréia mais sulfato de amônia (9:1), com base na matéria natural do volumoso. Para todas as dietas foram adicionados aos concentrados bicarbonato de sódio e óxido (2:1). As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas, de acordo com o NRC (2001) para vacas leiteiras com 600 kg de peso corporal, produzindo 20 kg de leite/dia com 3,5% de teor de gordura no leite. A quantidade de concentrado fornecido foi de 1 kg para cada 2 kg de leite produzido, que correspondeu na dieta total à relação volumoso:concentrado de 45:55, ao início do experimento. O ajuste no fornecimento de concentrado foi feito no quinto e décimo dia de cada período de adaptação.

O experimento foi constituído por quatro períodos, com duração de 17 dias cada um, sendo os dez primeiros dias de adaptação às dietas e os demais para avaliação do consumo, da digestibilidade aparente dos nutrientes, da produção de leite e sua composição e a variação de peso.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), pela equação: $NDT (\%) = PBD + FDND + CNFD + 2,25EED$, em que

PBD = proteína bruta digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; CNFD = carboidratos não-fibrosos digestíveis; e EED = extrato etéreo digestível.

Na Tabela 1 são apresentadas as proporções dos ingredientes utilizados na mistura de concentrados. A composição química da cana-de-açúcar e dos concentrados utilizados pode ser observada na Tabela 2.

Os animais foram manejados em baias individuais, tipo *Tie Stall*, onde receberam alimentação fornecida *ad libitum* duas vezes ao dia, às 8 e às 17 horas. Diariamente, foram feitas pesagens das quantidades de alimentos fornecidos e da sobra do tratamento, para estimativa do consumo. Foi feito monitoramento diário do consumo, a fim de manter as sobras de alimento na ordem de 10% do total ofertado, com base na matéria natural. No momento da alimentação, durante o período experimental, foram tomadas amostras de alimentos e sobras, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para posteriores análises.

O preparo das amostras compostas dos alimentos fornecidos e das sobras diárias e as análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), compostos nitrogenados totais (NT), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) seguiram as especificações descritas em Silva & Queiróz (2002).

Os carboidratos totais (CT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992), em que $CHO = 100 - (\% \text{ de PB} + \% \text{ EE} + \% \text{ de cinzas})$, sendo CNF obtido pela fórmula, $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB_{uréia} + \%uréia) + \%EE + \%cinzas]$.

A quantidade total de MS fecal excretada, utilizada na avaliação da digestibilidade aparente dos alimentos, foi estimada por intermédio da fibra em detergente ácido indigestível (FDA_i), obtida após incubação ruminal dos alimentos, sobras e fezes em sacos Ankom (*filter bag 57*) por um período de 144 horas, segundo adaptação de técnica descrita por Cochran et al. (1986). As fezes foram coletadas no 13^o e 16^o dias de cada período experimental, sempre antes das ordenhas da manhã e da tarde, sendo acondicionadas em sacos plásticos, que foram armazenados em freezer à -15° C e ao final do período de coleta foi feita amostra composta por animal com base no peso seco ao ar.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes da ração concentrada, expressa em percentagem da matéria seca

| Ingrediente | Farelo de soja | Nível de uréia (%) na matéria natural na cana-de-açúcar | | |
|--------------------------|----------------|---|--------|--------|
| | | 0,4 | 0,8 | 1,2 |
| Fubá de milho | 37,58 | 37,71 | 45,48 | 53,05 |
| Farelo de soja | 31,45 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Farelo de algodão 38% | 0,00 | 31,28 | 23,24 | 15,40 |
| Farelo de trigo | 27,27 | 27,27 | 27,27 | 27,27 |
| Bicarbonato de Na/Óx. mg | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 |
| Mistura mineral | 2,60 | 2,65 | 2,92 | 3,19 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

¹ 67% de bicarbonato de sódio e 33% de óxido de magnésio; ² Fosfato bicálcico (22,99; 9,16; 11,91; 14,12%), calcário calcítico (42,81; 55,04; 50,03; 45,95%), sal comum (32,83; 34,24; 31,21; 28,73%), flor de enxofre (0,95; 1,10; 0,78; 0,52%), sulfato de zinco (0,3424; 0,3421; 0,3389; 0,3361%), sulfato de cobre (0,0515; 0,0981; 0,0999; 0,1012%), iodato de potássio (0,0037; 0,0038; 0,0035; 0,0033%).

Tabela 2 – Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG), obtidos para cana-de-açúcar e os concentrados experimentais

| Itens | Concentrados | | | | |
|----------------------|----------------|----------------|---------------------------------------|-------|-------|
| | Cana-de-açúcar | Farelo de soja | Nível de uréia (%) na matéria natural | | |
| | | | 0,4 | 0,8 | 1,2 |
| MS (%) ¹ | 29,29 | 87,95 | 87,83 | 88,75 | 88,34 |
| MO ¹ | 95,53 | 95,24 | 94,63 | 95,23 | 95,81 |
| PB ¹ | 2,47 | 23,34 | 21,58 | 18,79 | 16,07 |
| NIDN ² | 43,72 | 15,31 | 18,03 | 18,95 | 21,28 |
| NIDA ² | 25,12 | 6,31 | 6,02 | 5,06 | 4,92 |
| EE ¹ | 0,70 | 2,75 | 2,75 | 2,80 | 2,84 |
| CHO ¹ | 90,36 | 70,15 | 70,30 | 73,63 | 76,89 |
| FDN ¹ | 45,69 | 21,35 | 29,39 | 27,28 | 25,22 |
| CNF ¹ | 44,67 | 48,80 | 40,91 | 46,35 | 51,67 |
| FDA ¹ | 24,85 | 9,06 | 10,47 | 9,35 | 8,25 |
| Lignina ¹ | 7,10 | 1,93 | 2,50 | 2,25 | 2,00 |

¹ Valores em percentagem da MS.

² Valores em percentagem do nitrogênio total.

As vacas foram ordenhadas, mecanicamente, duas vezes ao dia, fazendo-se o registro da produção de leite. Através de dispositivo acoplado a ordenhadeira foi coletada amostra de leite, aproximadamente 300 mL, no 16^o dia, na ordenha da manhã e da tarde, fazendo-se amostras compostas proporcionais às respectivas produções, que foram acondicionadas em fracos plásticos com conservante (Bronopol®), mantidas entre 2^o e 6^o C, e encaminhadas para o Laboratório de Análises de Qualidade de Leite da Embrapa Gado de Leite, no município de Juiz de Fora-MG, para fins de análise dos teores de proteína bruta, gordura, lactose e extrato seco total, segundo métodos descritos pelo International Dairy Federation (1996).

A produção de leite corrigida (PLC) para 3,5 % de gordura, foi calculada segundo Sklan et al. (1992), pela fórmula: $PLC \text{ (kg/dia)} = (0,432 + 0,1625 \times \% \text{ gordura do leite}) \times \text{produção de leite kg/dia}$.

No 7^o dia de adaptação e no final de cada período experimental foram feitas pesagens individuais dos animais para avaliar a variação de peso. Os pesos dos animais corresponderam às médias de duas pesagens, feitas antes do fornecimento das alimentações e após as ordenhas. Para o cálculo da variação diária de peso (VP), foram considerados os pesos do sétimo dia de adaptação e do final de cada período experimental.

Após a análise de variância, procedeu-se à comparação da soma de quadrados para tratamentos em contrastes não ortogonais relativos ao concentrado à base de farelo de soja contra os níveis de uréia, e os efeitos de ordem linear e quadrática relativos à variação dos níveis de uréia, através do teste de Scheffé.

Para todos os procedimentos estatísticos adotou-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

Resultados e Discussão

Os consumos médios diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Médias e coeficientes de variação (CV) e contrastes obtidos para os consumos diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) obtidas para as dietas com cana-de-açúcar, suplementadas com concentrado à base de farelo de soja (FS) ou três níveis de uréia

| Itens | Dietas com cana-de-açúcar | | | | | Contrastes ^a | | | | |
|---------------------------------|---------------------------|---------------------|--------|--------|--------|-------------------------|------------|------------|----|----|
| | FS | Níveis de uréia (%) | | | CV (%) | FS vs 0,4% | FS vs 0,8% | FS vs 1,2% | L | Q |
| | | 0,4 | 0,8 | 1,2 | | | | | | |
| Consumo (kg/dia) | | | | | | | | | | |
| MS | 18,05 | 19,55 | 19,41 | 18,60 | 7,53 | ns | ns | Ns | ns | ns |
| MO | 17,30 | 18,51 | 18,34 | 17,52 | 7,48 | ns | ns | Ns | ns | ns |
| PB | 2,23 | 2,76 | 2,72 | 2,66 | 11,28 | ** | ** | ** | ns | ns |
| EE | 0,34 | 0,37 | 0,37 | 0,35 | 9,47 | ns | ns | Ns | ns | ns |
| CHO | 14,72 | 15,37 | 15,25 | 14,50 | 6,88 | ns | ns | ns | ns | ns |
| FDN | 5,83 | 7,01 | 6,79 | 6,30 | 7,02 | ** | ** | ns | ** | ns |
| CNF | 8,89 | 8,36 | 8,45 | 8,19 | 7,10 | ns | Ns | ns | ns | ns |
| NDT | 10,71 | 10,81 | 11,25 | 11,13 | 21,04 | ns | ns | ns | ns | ns |
| Consumo (% PV) | | | | | | | | | | |
| MS | 2,95 | 2,98 | 2,97 | 2,95 | 4,93 | ns | ns | ns | ns | ns |
| FDN | 0,98 | 1,17 | 1,11 | 1,02 | 7,90 | ** | ** | ns | ** | ns |
| Consumo (g/kg ^{0,75}) | | | | | | | | | | |
| MS | 145,67 | 147,82 | 147,71 | 146,97 | 4,68 | ns | ns | ns | ns | ns |

^{a/} FS vs U, L e Q = contrastes referentes à comparação entre farelo de soja e diferentes níveis de uréia e aos efeitos linear e quadrático associados ao nível de uréia, respectivamente.

^{ns} não-significativo.

** P<0,05.

Não houve diferença entre a dieta à base de concentrado com farelo de soja e os diferentes níveis de uréia e dentro destes para os consumos de MS expressos nas diferentes unidades, e para os consumos de MO, EE, CHO, CNF e NDT.

Em alguns trabalhos, quando o percentual do concentrado, em dietas à base de cana-de-açúcar chegou a 60%, na base seca, verificaram-se consumos de MS semelhantes aos encontrados nesta pesquisa (Costa, 2004; Oliveira, 2005). Também os valores preconizados pelo NRC (2001) para consumos de MS, 18,30 kg/dia e 3,05% do peso corporal, para uma vaca leiteira pesando 600 kg de peso corporal, produzindo 20 kg de leite corrigido para 3,5% de gordura e ganhando aproximadamente 0,300 kg/dia, são semelhantes aos valores médios encontrados nesta pesquisa, 18,90 kg/dia e 2,96% do peso corporal.

A ausência de diferença nos consumos de MO, EE, CHO, CNF e NDT, pode ser explicado, possivelmente, pelo consumo igual de MS e composição aproximadamente semelhante dos componentes das dietas.

O consumo de PB foi menor ($P < 0,05$) para a dieta com cana-de-açúcar corrigida com concentrado à base de farelo de soja, conseqüência do menor consumo numérico de MS.

Não houve diferença no consumo de PB entre os tratamentos em que a cana-de-açúcar foi corrigida com diferentes níveis de uréia, conseqüência do mesmo consumo de MS e composição das rações oferecidas aos animais.

Os consumos de FDN, em kg/dia e em porcentagem do peso corporal, foi menor ($P < 0,05$) para o tratamento com concentrado à base de farelo de soja, em relação aos tratamentos com os níveis 0,4 e 0,8% de uréia. Entre as dietas em que se utilizou uréia na sua composição, observou-se efeito linear decrescente ($P < 0,05$) à medida que se elevou o nível de uréia.

O consumo médio, expressos em porcentagem de peso corporal, foi menor que o preconizado por Mertens (1985) de $1,25 \pm 0,1\%$, para otimizar a ingestão de MS e energia de vacas em lactação recebendo dietas mistas. Valores inferiores, mas semelhantes ao encontrado nesta pesquisa, foram observados por Valvasori et al. (1995), Costa (2004) e Mendonça et al. (2004), que atribuíram esse fato ao alto teor de lignina nas dietas com cana-de-açúcar. A maior participação desse componente na cana-de-açúcar reduz a taxa e a extensão de digestão da FDN, conferindo uma elevação no tempo de retenção da digesta no retículo-rúmen, afetando de forma negativa o consumo de FDN.

Na Tabela 4, encontram-se os valores estimados de exigências em proteína e energia para vacas lactantes com peso corporal médio de 600 kg e produções médias diárias de 20 kg com 3,5% de gordura e ganho de peso de 0,30 kg/dia, segundo o NRC (2001).

Os valores mostrados na tabela evidenciam um déficit de proteína na dieta, em que se utilizou o concentrado à base de farelo de soja para correção da cana-de-açúcar. Podendo ser explicado pelo menor consumo de PB na dieta à base de farelo de soja, quando comparada aos tratamentos com níveis diferentes de uréia. Contudo, as quantidades de NDT ingeridas foram suficientes para a produção de 20 kg de leite.

Tabela 4 – Valores observados e exigências de proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), segundo o NRC (2001) de vacas lactantes com 600 kg de peso corporal, produzindo 20 kg/dia em média com 3,5% de gordura, com ganho de peso de 0,30 kg/dia, expressas em kg/dia

| Itens | Exigências | Dietas com cana-de-açúcar | | | |
|--------------|------------|---------------------------|--------------------|-------|--------|
| | | Farelo de Soja | Nível de uréia (%) | | |
| | | | 0,4% | 0,8% | 1,2% |
| PB (kg/dia) | 2,62 | 2,23 | 2,76 | 2,72 | 2,66 |
| Diferença | | -0,39 | + 0,14 | +0,10 | + 0,04 |
| NDT (kg/dia) | 10,55 | 10,72 | 10,82 | 11,25 | 11,14 |
| Diferença | | +0,17 | +0,27 | +0,70 | +0,59 |

Nesta pesquisa, a variação de peso corporal (PV) foi de 0,270, 0,373, 0,321 e 0,311 para dieta com farelo de soja e 0,4, 0,8 e 1,2 % de uréia, respectivamente.

Variação corporal positiva tem sido verificada em vacas alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar, utilizada na relação volumoso:concentrado de 40: 60, semelhante a utilizada neste trabalho (Costa, 2004; Oliveira, 2005).

As digestibilidades dos nutrientes não diferiram entre as dietas com concentrado à base de farelo de soja quando comparadas às dietas contendo níveis diferentes de uréia, para MS, MO, PB, EE, FDN e CNF. Os coeficientes de digestibilidade aparente dos carboidratos totais (CDCHO) e os nutrientes digestíveis totais observados (NDTobs) foram maiores ($P < 0,05$) para a dieta contendo farelo de soja em relação à dieta com 0,4% de uréia. Para as dietas em que se utilizou uréia em sua composição, verificou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) com o incremento dos níveis de uréia para CDCHO e NDTobs (Tabela 5).

Mendonça et al. (2004) não observaram aumento no CDFDN ao elevarem o nível de uréia de 0,35 % para 1 %, em dietas à base de cana-de-açúcar utilizada na relação volumoso:concentrado de 60:40. Costa (2004), trabalhando com dietas à base de cana-de-açúcar corrigida com 1 % de uréia e sulfato de amônia (9:1), encontrou CDFDN maior do que os encontrados neste trabalho, para a dieta utilizada na relação 40:60.

Tabela 5 – Médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes obtidos para coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), carboidratos totais (CDCHO), fibra detergente neutro (CDFDN) e carboidratos não-fibrosos (CDCNF), obtidas para as dietas suplementadas com concentrado à base de farelo de soja (FS) ou três níveis de uréia

| Itens | Dietas com cana-de-açúcar | | | | | Contrastes ^a | | | | |
|--------------------|---------------------------|---------------------|-------|-------|--------|-------------------------|------------|------------|----|----|
| | FS | Níveis de uréia (%) | | | CV (%) | FS vs 0,4% | FS vs 0,8% | FS vs 1,2% | L | Q |
| | | 0,4 | 0,8 | 1,2 | | | | | | |
| CDMS | 58,54 | 51,31 | 58,01 | 58,88 | 12,36 | ns | ns | ns | ns | Ns |
| CDMO | 58,72 | 54,15 | 57,51 | 59,18 | 18,06 | ns | ns | ns | ns | Ns |
| CDPB | 55,60 | 50,96 | 53,59 | 56,73 | 19,61 | ns | ns | ns | ns | Ns |
| CDEE | 81,80 | 77,23 | 76,72 | 79,47 | 12,87 | ns | ns | ns | ns | Ns |
| CDCHO | 58,65 | 54,13 | 57,74 | 59,11 | 20,28 | ** | ns | ns | ** | Ns |
| CDFDN | 26,80 | 26,24 | 26,26 | 23,63 | 51,15 | ns | ns | ns | ns | Ns |
| CDCNF | 79,82 | 77,31 | 78,03 | 86,55 | 23,13 | ns | ns | ns | ns | Ns |
| NDT _{obs} | 59,28 | 54,72 | 57,98 | 59,69 | 17,58 | ** | ns | ns | ** | Ns |

^{a/} FS vs U, L e Q = contrastes referentes à comparação entre farelo de soja e diferentes níveis de uréia e aos efeitos linear e quadrático associados ao nível de uréia, respectivamente.

^{ns} não-significativo.

** P<0,05.

O NDT_{obs}, foi maior (P<0,05) quando se comparou o concentrado à base de farelo de soja com o nível de 0,4% de uréia. Entre os tratamentos com uréia constatou-se efeito linear (P<0,05) crescente à medida que se elevaram os níveis desta.

Nas dietas à base de cana-de-açúcar corrigida com uréia o aumento no consumo de NDT_{obs} pode ser explicado pela melhoria na qualidade alimentar, à medida que se aumentou o nível de uréia, verificada pela melhoria numérica na digestibilidade de todos os componentes não-fibrosos, o que vai de encontro a sugestão de Pereira & Collao-Saenz (2004), segundo a qual nada se ganha no fluxo de nutrientes absorvidos e disponíveis para o organismo animal quando a suplementação excede ao equivalente a 300 g de uréia para cada 100 kg de cana-de-açúcar, *in natura*, com 30 % de MS.

Os valores médios obtidos para a produção de leite e os respectivos coeficientes de variação para produção de leite diária (PL), produção de leite corrigida para 3,5 % de gordura (PLC), teores no leite de proteína bruta (PB),

gordura (GL), lactose (LAC), extrato seco total (EST) e extrato seco desengordurado (ESD), são apresentados na Tabela 6. Não houve diferença para nenhuma das variáveis estudadas, quando se comparou a dieta contendo concentrado à base de FS e os tratamentos em que se utilizou diferentes níveis de uréia.

Tabela 6 – Médias, coeficiente de variação (CV) e contrastes obtidas para produções diárias de leite sem (PL) e com correção para 3,5% de gordura (PLC), gordura (%), proteína (%), lactose (%), extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado (ESD) do leite de vacas obtidas para dietas suplementadas com concentrado à base de farelo de soja ou três níveis de uréia

| Itens | Dietas com cana-de-açúcar | | | | | Contrastes ^a | | | | |
|-------------------|---------------------------|---------------------|-------|-------|--------|-------------------------|------------|------------|----|----|
| | FS | Níveis de uréia (%) | | | CV (%) | FS vs 0,4% | FS vs 0,8% | FS vs 1,2% | L | Q |
| | | 0,4 | 0,8 | 1,2 | | | | | | |
| PL (kg/vaca/dia) | 19,82 | 19,58 | 19,68 | 20,38 | 4,23 | ns | ns | ns | ns | ns |
| PLC (kg/vaca/dia) | 20,18 | 19,80 | 19,74 | 20,54 | 5,25 | ns | ns | ns | ns | ns |
| Gordura (%) | 3,55 | 3,48 | 3,46 | 3,51 | 7,51 | ns | ns | ns | ns | ns |
| Proteína (%) | 3,42 | 3,38 | 3,38 | 3,44 | 2,11 | ns | ns | ns | ns | ns |
| Lactose (%) | 4,18 | 4,16 | 4,18 | 4,26 | 3,88 | ns | ns | ns | ns | ns |
| EST (%) | 11,31 | 11,69 | 11,53 | 11,39 | 5,29 | ns | ns | ns | ns | ns |
| ESD (%) | 7,77 | 8,28 | 8,12 | 7,92 | 7,78 | ns | ns | ns | ns | ns |

^{a/} FS vs U, L e Q = contrastes referentes à comparação entre farelo de soja e diferentes níveis de uréia e aos efeitos linear e quadrático associados ao nível de uréia, respectivamente.

^{ns} não-significativo.

^{**} P<0,05.

Observa-se que o farelo de soja como única fonte de proteína pode substituir a uréia em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas produzindo 20 kg de leite/dia, o que valida a sugestão de Pereira & Collao-Saenz (2004). A ausência de diferença entre o tratamento com concentrado à base de farelo de soja e os demais tratamentos em que se utilizou uréia, pode ser possivelmente explicada pelo fato do consumo de MS e NDT não ter diferido entre as dietas. Também o fornecimento de proteína verdadeira degradável no rúmen e, conseqüentemente suprimento de esqueletos carbônicos para a síntese microbiana e aumento do fluxo de proteína metabolizável para o intestino, pode

ser os prováveis fatores da ausência de diferença na produção entre as dietas com concentrado à base de farelo de soja ou de uréia, mesmo considerando um pequeno déficit no fornecimento de PDR (Valadares Filho et al., 2002) no tratamento com concentrado à base de farelo de soja.

Resultado contrário foi encontrado por Correia et al. (2003) que, trabalhando com vacas de produção média de 34,3 kg/leite/dia, alimentadas com dietas à base de silagem de milho e uma à base de cana-de-açúcar sem utilização de uréia, apresentando na composição da ração concentrada milho, glúten de milho, farelo de soja, farinha de carne e ossos e farinha de carne encontraram uma produção menor em 7 % para as vacas que receberam cana-de-açúcar sem uréia, sendo a relação volumoso:concentrado utilizada de 45:55.

Quando se compararam os níveis de inclusão da uréia, não se evidenciou efeito na produção de leite. Resultado semelhante foi encontrado por Mendonça et al. (2004) que não encontraram efeito na produção de leite, quando aumentaram o nível de uréia de 0,35 % para 1 %, na base natural, em dietas à base de cana-de-açúcar utilizada na relação volumoso:concentrado de 60:40.

A composição do leite não foi afetada pelas diferentes dietas experimentais e os constituintes do leite encontram-se na faixa normal de teores preconizados para a raça holandesa e vacas mestiças holandês/zebu (Fonseca & Santos, 2001). Também Mendonça et al. (2004) não encontraram efeito na composição do leite, quando aumentaram o nível de uréia de 0,35 % para 1%, na base natural, em dietas à base de cana-de-açúcar, utilizada na relação volumoso:concentrado de 60:40.

Na Tabela 7 estão apresentados os preços do leite, dos concentrados e do volumoso em função das dietas experimentais. Verificou-se um maior saldo por vaca e por litro de leite produzido para as dietas com uréia.

Nos tratamentos com uréia, apesar do aumento do gasto com volumoso, observou-se redução nos custos de alimentação com a diminuição dos níveis protéicos dos concentrados, tendo em vista que as dietas foram isoprotéicas. Neste sentido, a participação da uréia na formulação das dietas mostrou-se uma melhor opção econômica em relação à dieta com farelo de soja, em função da redução dos gastos com concentrado na alimentação e conseqüente aumento nas margens de ganho.

Tabela 7 – Custo com alimentação e saldo por litro e por vaca, com e sem variação de peso vivo (PV) para as dietas experimentais

| Itens | Dietas com cana-de-açúcar | | | |
|---|---------------------------|--------------------|-------|-------|
| | Farelo de Soja | Nível de uréia (%) | | |
| | | 0,4 | 0,8 | 1,2 |
| 1.0 Desempenho | | | | |
| 2.1 Produção de leite (L/dia) | 19,82 | 19,58 | 19,68 | 20,38 |
| 2.2 Variação de peso (kg/dia) | 0,270 | 0,373 | 0,321 | 0,311 |
| 2.0 Consumo da dieta (base na matéria natural) | | | | |
| 2.1 Volumoso (kg/vaca/dia) | 29,87 | 32,33 | 31,99 | 31,58 |
| 2.2 Concentrado (kg/vaca/dia) | 10,57 | 11,48 | 11,31 | 10,58 |
| 2.3 Relação produção de leite/consumo de concentrado | 1,87 | 1,71 | 1,74 | 1,93 |
| 3.0 Preço dos produtos e alimentos | | | | |
| 3.1 Preço do leite (R\$/L) | 0,53 | 0,53 | 0,53 | 0,53 |
| 3.2 Preço do peso corporal (R\$/kg) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| 3.3 Preço do concentrado (R\$/kg) | 0,546 | 0,460 | 0,454 | 0,447 |
| 3.4 Preço da cana-de-açúcar corrigida (R\$/kg) | 0,020 | 0,024 | 0,028 | 0,032 |
| 4.0 Valor da produção por vaca | | | | |
| 4.1 Produção de leite - R\$/vaca/dia (1.1 x 2.1) | 10,50 | 10,38 | 10,43 | 10,80 |
| 4.2 Variação de peso (R\$/vaca/dia) | 0,41 | 0,56 | 0,48 | 0,47 |
| 4.3 Total (R\$/vaca/dia) | 10,91 | 10,94 | 10,91 | 11,27 |
| 5.0 Valor da produção por litro | | | | |
| 5.1 Produção de leite (R\$/litro) | 0,53 | 0,53 | 0,53 | 0,53 |
| 5.2 Variação de peso (R\$/litro) | 0,020 | 0,029 | 0,024 | 0,023 |
| 5.3 Total (R\$/litro) | 0,550 | 0,559 | 0,554 | 0,553 |
| 6.0 Gasto com alimentação por vaca | | | | |
| 6.1 Volumoso (R\$/vaca/dia) | 0,597 | 0,781 | 0,905 | 1,024 |
| 6.2 Concentrado (R\$/vaca/dia) | 5,78 | 5,28 | 5,13 | 4,73 |
| 6.3 Total (R\$/vaca/dia) | 6,38 | 6,06 | 6,04 | 5,76 |
| 7.0 Gasto com alimentação por litro | | | | |
| 7.1 Volumoso (R\$/litro) | 0,030 | 0,040 | 0,046 | 0,050 |
| 7.2 Concentrado (R\$/litro) | 0,292 | 0,270 | 0,261 | 0,232 |
| 7.3 Total (R\$/litro) | 0,322 | 0,310 | 0,307 | 0,283 |
| 8.0 Saldo sem variação de peso | | | | |
| 8.1 Por vaca (R\$/dia) | 4,13 | 4,31 | 4,39 | 5,04 |
| 8.2 Por litro (R\$/litro) | 0,208 | 0,220 | 0,248 | 0,247 |
| 9.0 Saldo com variação de peso | | | | |
| 9.1 Por vaca (R\$/dia) | 4,53 | 4,87 | 4,87 | 5,51 |
| 9.2 Por litro (R\$/litro) | 0,229 | 0,249 | 0,248 | 0,270 |
| 10.0 Gastos em relação ao valor da produção de leite | | | | |
| 10.1 Volumoso (%) | 5,7 | 7,5 | 8,7 | 9,5 |
| 10.2 Concentrado (%) | 55,1 | 50,9 | 49,2 | 43,8 |
| 10.3 Total (%) | 60,7 | 58,4 | 57,9 | 53,3 |

¹ Preço do leite médio praticado em Minas Gerais durante o ano de 2004.

² Preços médios dos ingredientes durante o ano de 2004 em Minas Gerais.

No presente trabalho optou-se por fazer análise econômica levando-se em consideração também a variação do peso vivo (PV). A não consideração do peso vivo pode induzir uma subestimação das dietas, tendo em vista que as variações negativas de peso indicam ocorrência de mobilização das reservas corporais, o que leva ao comprometimento do desempenho reprodutivo e produtivo dos animais. As dietas à base de cana-de-açúcar suplementadas com uréia apresentaram saldo superior à dieta com farelo de soja.

Verificou-se que a dieta composta por 1,2 % de uréia foi a que proporcionou o melhor saldo para as vacas, levando ou não em consideração, a variação do peso vivo. Segundo Costa (2004) e Oliveira (2005), a cana-de-açúcar pode ser competitiva economicamente mesmo exigindo uma maior quantidade de concentrado para suprir suas deficiências. Tomando-se a decisão de utilizá-la como único volumoso para dietas de vacas com alto potencial produtivo, deve-se considerar não apenas índices produtivos, mas também resultados financeiros.

Os resultados de desempenho econômico estão na dependência da produtividade, dos fatores de produção e da relação de troca entre o preço do produto e o custo de produção, sendo assim, sob mesmas condições de produtividade animal verificadas no presente trabalho, a relação de troca define a melhor opção de utilização. Sob esta ótica, a escolha do farelo de soja ou uréia na composição de dietas com cana-de-açúcar, vai depender do custo relativo do equivalente protéico da uréia ou proteína do farelo de soja.

Conclusões

Não é necessária a inclusão de uréia em dietas à base de cana-de-açúcar corrigida com concentrado à base de farelo de soja, para vacas de leite.

A correção da cana-de-açúcar com 1,2% da mistura de uréia e sulfato de amônia (9:1) apresentou-se como melhor opção econômica, para vacas leiteiras produzindo 20 litros de leite por dia.

Referências Bibliográficas

- BARBOSA, M. H. P. **Programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar**. Departamento de Fitotecnia – Universidade Federal de Viçosa. Consultado em junho de 2004.
- CEPEA (2004). Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/indicador/soja/grafico.php?graf=farelo>>. Acesso em: junho de 2004.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v. 63, p.1476-1483, 1986.
- CORREA, C. E. S; PEREIRA, M. N.; OLIVEIRA, S. G. et al. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 4, p. 621-529, Oct./Dec, 2003.
- COSTA, M. G. **Cana-de-açúcar e concentrados em diferentes proporções para vacas leiteiras**. 2004. 66 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- FNP (2004). Disponível em: <<http://www.fnp.com.br>>. Acesso em: junho de 2004.
- IDF – INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Whole milk determination of milkfat, protein and lactose content. Guide fir the operation of mid-infrared instuments**. Bruxelas: 1996. 12p. (IDF Standard 141 B).
- LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; RODRIGUES, A. A. et al. A variedade IAC86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal. **Boletim Técnico IAC**, n. 193, 2002. 36 p.
- MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Consumo, produção e composição de leite, variáveis ruminais de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 481-492, 2004.
- MERTENS, D. R. Factors influencing feed intake in lactating cows: From theory to application using neutral detergent fiber. In: GA NUTRITION CONFERENCE, 46, 1985, Athens. **Proceedings...** Athens: University of Georgia. 1985. p. 1-18.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, DC: National Academic Press, 2001. 381 p.

OLIVEIRA, A. S. **Casa de café ou casa de soja em substituição ao milho em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras**. 2005. 97 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

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

PRESTON, T. R. Nutritive value of sugarcane for ruminants. **Tropical Animal Production**, v. 2, p. 125-142, 1977.

SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2463-2472, 1992.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.S. et. al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SILVA, J. D.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235 p.

SCHIMIDT, P.; NUSSIO, L.G. Produção e utilização de cana-de-açúcar para bovinos leiteiros: novas demandas. **Anais... Bovinocultura de Leite: Nutrição, Reprodução e Fertilidade em Bovinos**, 2005.

VALADARES FILHO, S. C.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: UFV/DZO/DPI, 2002. 297 p.

VALVASORI, E.; LUCCI, C. S. L.; ARCARO, J. R. P. et al. Avaliação da cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho para vacas leiteiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 32, n. 4, p. 224-228, 1995.

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

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação meteorológica. **Dados climáticos**. Viçosa, MG:UFV. 1997b.

Parâmetros do metabolismo de compostos nitrogenados de vacas lactantes alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar suplementadas com concentrado à base de farelo de soja ou diferentes níveis de uréia

Resumo: Desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de avaliar dietas à base de cana-de-açúcar com diferentes níveis de uréia ou cujo teor protéico foi corrigido com concentrado à base de farelo de soja (FS) para vacas de leite, sobre o pH e a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no líquido ruminal, a excreção de uréia na urina, a concentração de uréia no soro (NUS), o balanço de compostos nitrogenados e a síntese de proteína microbiana. Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa puras e mestiças arranjadas em três quadrados latinos 4x4, distribuídas de acordo com o período de lactação. As dietas foram isonitrogenadas, com 14% de proteína bruta, com base na matéria seca (MS). O concentrado foi fornecido na base de 1 kg para cada 2 kg de leite produzido. O pH ruminal e N-NH₃ não diferiram ($P>0,05$) nos tempos de coleta, quando se comparou o concentrado à base de FS e os diferentes níveis de uréia. Entre as dietas com uréia, verificou-se efeito quadrático ($P<0,05$) para ambos os tempos de coleta. Foram observadas menores ($P<0,05$) excreções de uréia na urina para a dieta contendo FS, em relação aos níveis de 0,8 e 1,2% de uréia. Não observou-se diferença para o NUS entre o tratamento à base de FS e uréia em seus diferentes níveis. Os balanços de compostos nitrogenados (BN) não apresentou efeito significativo entre a dieta à base de concentrado de FS e as dietas com diferentes níveis de uréia. A síntese de compostos nitrogenados microbianos não diferiu entre os diversos tratamentos. O farelo de soja pode substituir a uréia em dietas de cana-de-açúcar, apresentando-se como boa alternativa para síntese de compostos nitrogenados microbianos e eficiência dos microrganismos ruminais.

Palavras-chave: eficiência de compostos nitrogenados; parâmetros ruminais; uréia.

Parameters of nitrogen compound metabolism of lactating dairy cows fed sugar cane-based diets supplemented with soybean meal concentrate or different urea levels

Abstract: This work aimed at evaluating sugar cane-based diets with different urea levels or diets whose protein content was corrected with soybean meal concentrate (SM) for dairy cows, on the pH and ammoniacal nitrogen concentration (N-NH₃) in the rumen fluid, urine urea excretion, serum urea nitrogen (SUN), nitrogen compound balance and microbial protein synthesis. A number of 12 pure and crossbred Holstein cows were arranged in three 4 x 4 Latin squares, distributed according to the lactation period. The diets were isonitrogenous with approximately 14% crude protein, based on dry matter (DM). The daily supply of concentrate was 1 kg per each 2 kg of produced milk. Rumen PH and N-NH₃ did not differ ($P > 0.05$) at sample collection times, comparing SM-based concentrate with the different urea levels. A quadratic effect was found for both collection times ($P < 0.05$) among the urea diets. Urine urea excretion was lower ($P < 0.05$) for the diet containing SM than the diets with 0.8 and 1.2% urea levels. There was no difference for SUN between the SM-based treatment and the different levels of urea. Nitrogen compound balance (NB) did not differ between the SM-based diet and the diets with different urea levels. The synthesis of microbial nitrogen compounds did not differ among the treatments. The synthesis of microbial nitrogen compounds did not differ among the treatments. Soybean meal can replace urea in sugar cane diets, proving to be a good alternative for synthesis of microbial nitrogen compounds and efficiency of rumen microorganisms.

Keywords: efficiency of nitrogen compounds; rumen parameters; urea

Introdução

O aumento no potencial genético de animais destinados à produção de leite vem exigindo dietas com maior densidade energética e protéica, e conseqüentemente, adequação da fração fibrosa, importante na manutenção da saúde animal (Simas & Nussio, 2001).

Os ruminantes são caracterizados pela presença de uma população microbiana ativa no rúmen-retículo, a qual degrada grande parte da proteína e outros compostos nitrogenados do alimento, além de utilizar compostos nitrogenados não-protéicos, como a uréia para a síntese de suas próprias proteínas. As principais conseqüências da fermentação ruminal, relativa aos compostos nitrogenados são: síntese de proteína microbiana e a produção de amônia no interior do rúmen (Van Soest, 1994).

O crescimento microbiano no rúmen é influenciado pela interação entre fatores nutricionais, fisiológicos e químicos. Dentre os principais modificadores da fermentação ruminal estão o pH e a taxa de diluição, sendo ambos afetados pela dieta e outras características relacionadas nutricionalmente, tais como: nível de consumo, estratégia de alimentação, comprimento e qualidade de forragem e proporção volumoso:concentrado (Hoove & Stokes, 1991).

A faixa de pH para que haja atividade normal no rúmen é de $6,7 \pm 0,5$ (Van Soest, 1994). A fermentação ruminal em dietas à base de cana-de-açúcar corrigida caracteriza-se por apresentar pH considerado alto e estável, variando de 6,8 a 7,3, o que é atribuído à intensa salivação dos animais (Leng & Preston, 1976) e a ação regulatória dos protozoários sobre a disponibilidade dos carboidratos solúveis (Minor et al., 1997; citados por Oliveira, 1999; Costa, 2004).

Em dietas à base de cana-de-açúcar sem suplementação com fontes de nitrogênio não-protéico ou proteína degradável no rúmen, os níveis de nitrogênio amoniacal encontram-se na faixa de 1,0 a 4,0 mg/dL (Leng & Preston, 1976), portanto abaixo do valor mínimo de 5,0 mg/dL recomendado por Satter & Slyter (1974), para obtenção de crescimento microbiano, e muito inferior ao valor de 23 mg/dL determinado por Mehrez et al. (1977) para se obter taxas máximas de fermentação ruminal; sua concentração é indicador da eficiência nos processos de síntese microbiana e de sincronização entre as taxas de digestão de carboidratos e proteína (Poppi & McLennan, 1995).

A quantificação da contribuição da proteína microbiana para os bovinos, tem sido importante área de estudo na nutrição protéica de ruminantes e a estimativa desta contribuição, no fluxo intestinal de proteína, esta incorporada aos diversos sistemas de avaliação de proteína já utilizados em vários países. O NRC (2001) expressa a eficiência de síntese microbiana como produção de proteína bruta microbiana (Pmic), em função dos nutrientes digestíveis totais (NDT) consumidos, admitindo valor médio de 13 g Pmic/100 g NDT.

Pesquisas têm demonstrado uma estreita relação entre produção de proteína microbiana e excreção urinária de derivados de purina (DP), constituindo-se um método menos invasivo; de menos custo e relativamente simples para estimar a produção de biomassa microbiana (Valadares et al., 1999; Martin Orúe et al., 2000; Rennó et al., 2000; Orellana Boero et al., 2001). A técnica da determinação da excreção urinária de DP preconiza que os ácidos nucleicos no duodeno são de origem predominantemente microbiana e, após digestão intestinal e absorção, os DP são prontamente recuperados na urina, principalmente na forma de alantoína, mas também como hipoxantina, xantina e ácido úrico (Perez et al., 1996). O método para estimar a produção microbiana baseado na excreção urinária de derivados de purina, tem como ponto negativo o fato de requerer coleta total de urina. Trabalhos recentes têm apresentado resultados que permitem a simplificação da metodologia, através da coleta de uma única amostra de urina, chamada de urina *spot*, podendo a mesma ser utilizada como alternativa para estimativa da produção microbiana, em nível de campo, em função da redução de tempo e trabalho no processo de coleta. De acordo com Valadares et al. (1999), Oliveira et al (2001), Silva et al. (2001) e Valadares Filho & Valadares (2001), é possível a utilização de creatinina como indicador do volume urinário, o que permite estimar a excreção de DP e de outros compostos sem coleta total de urina.

Objetivou-se no presente trabalho avaliar os parâmetros ruminais (pH e concentração de N-amoniaco), as concentrações de (uréia no plasma e urina; alantoína no leite e urina; e ácido úrico na urina), a síntese de proteína microbiana e o balanço dos compostos nitrogenados em vacas leiteiras alimentadas com dieta à base de cana-de-açúcar, cujos teores de proteína bruta foram corrigidos com concentrado à base de farelo de soja ou diferentes níveis de uréia no volumoso (0,4, 0,8, e 1,2 %, na base da matéria natural).

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia (DZO), na Universidade Federal de Viçosa (UFV), durante o período de junho a setembro de 2003.

A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata, Estado de Minas Gerais, a 649 m de altitude geograficamente definida pelas coordenadas de 20° 45' 20" de latitude sul e 42° 52'40" de longitude oeste. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação proposta por KÖPPEN, tendo duas estações definidas: seca de abril a setembro e águas de outubro a março. A precipitação média anual é de 1.341,2 mm. As médias de temperaturas máximas e mínimas são 26,1 e 14,0° C, respectivamente (UFV, 1997).

Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa Malhada de Preto, puras e mestiças, distribuídas em três quadrados latinos 4 X 4, arranjados de acordo com o período de lactação. Os animais foram submetidos a quatro tratamentos, sendo utilizada como volumoso a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L; variedade RB 73-9735) com diferentes níveis de uréia (0,4, 0,8 e 1,2 da mistura uréia mais sulfato de amônia (9:1), com base na matéria natural) ou cujo teor protéico foi corrigido com concentrado à base de farelo de soja. Para todas as dietas foram adicionados aos concentrados bicarbonato de sódio e óxido de magnésio (2:1). As dietas foram isoprotéicas sendo formuladas de acordo com o NRC (2001) para vacas leiteiras com 600 kg de corporal, produzindo 20 kg de leite/dia com 3,5% de teor de gordura. A quantidade de concentrado fornecido foi de 1 kg para cada 2 kg de leite produzido, que correspondeu a uma relação volumoso:concentrado de 45:55, no início do experimento. O ajuste no fornecimento de concentrado foi feito no quinto e décimo dia de cada período de adaptação.

O experimento foi constituído por quatro períodos, com duração de 17 dias cada um, sendo os dez primeiros dias de adaptação às dietas e os demais para as coletas fisiológicas (uréia no soro e uréia na urina; alantoína no leite e urina no ácido úrico), síntese de proteína microbiana e balanço de compostos nitrogenados.

A proporção dos ingredientes da ração concentrada e a composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar e das rações concentradas utilizadas podem ser observadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes da ração concentrada, expressa em percentagem da matéria seca

| Ingrediente | Farelo de soja | Nível de uréia (%) na matéria natural | | |
|--------------------------|----------------|---------------------------------------|--------|--------|
| | | 0,4 | 0,8 | 1,2 |
| Fubá de milho | 37,58 | 37,71 | 45,48 | 53,05 |
| Farelo de soja | 31,45 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Farelo de algodão 38% | 0,00 | 31,28 | 23,24 | 15,40 |
| Farelo de trigo | 27,27 | 27,27 | 27,27 | 27,27 |
| Bicarbonato de Na/Óx. mg | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 |
| Mistura mineral | 2,60 | 2,65 | 2,92 | 3,19 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

¹ 67% de bicabornato de sódio e 33% de óxido de magnésio; ² Fosfato bicálcico (22,99; 9,16;11,91; 14,12%), calcário calcítico (42,81; 55,04; 50,03; 45,95%), sal comum (32,83; 34,24; 31,21; 28,73%), flor de enxofre (0,95; 1,10; 0,78; 0,52%), sulfato de zinco (0,3424; 0,3421; 0,3389; 0,3361%), sulfato de cobre (0,0515; 0,0981; 0,0999; 0,1012%), iodato de potássio (0,0037; 0,0038; 0,0035; 0,0033%).

Tabela 2 – Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), obtidos para cana-de-açúcar e os concentrados experimentais

| Itens | Concentrados | | | | |
|----------------------|----------------|----------------|---------------------------------------|-------|-------|
| | Cana-de-açúcar | Farelo de Soja | Nível de uréia (%) na matéria natural | | |
| | | | 0,4 | 0,8 | 1,2 |
| MS (%) ¹ | 29,29 | 87,95 | 87,83 | 88,75 | 88,34 |
| MO ¹ | 95,53 | 95,24 | 94,63 | 95,23 | 95,81 |
| PB ¹ | 2,47 | 23,34 | 21,58 | 18,79 | 16,07 |
| NIDN ² | 43,72 | 15,31 | 18,03 | 18,95 | 21,28 |
| NIDA ² | 25,12 | 6,31 | 6,02 | 5,06 | 4,92 |
| EE ¹ | 0,70 | 2,75 | 2,75 | 2,80 | 2,84 |
| CHO ¹ | 90,36 | 70,15 | 70,30 | 73,63 | 76,89 |
| FDN ¹ | 45,69 | 21,35 | 29,39 | 27,28 | 25,22 |
| CNF ¹ | 44,67 | 48,80 | 40,91 | 46,35 | 51,67 |
| FDA ¹ | 24,85 | 9,06 | 10,47 | 9,35 | 8,25 |
| Lignina ¹ | 7,10 | 1,93 | 2,50 | 2,25 | 2,00 |

^{1/} Valores em percentagem da MS.

^{2/} Valores em percentagem do nitrogênio total.

O líquido ruminal foi coletado, utilizando-se sonda esofágica, segundo Ortolani (1981), para determinação do pH e da concentração de amônia, nos tempos antes da alimentação (tempo zero) e três horas após a alimentação matinal do 17^o dia de cada período experimental. Amostras de 50 mL de líquido ruminal foram retiradas para leitura imediata do pH, utilizando-se potenciômetro. Após a leitura, as amostras foram acondicionadas em frascos de plásticos contendo 1 mL de ácido sulfúrico 50 % (v/v), e armazenadas em congelador à -15° C para posteriores análises de nitrogênio amoniacal (N-NH₃).

Para determinação de N-NH₃, foram retiradas alíquotas de 8 mL de líquido ruminal das amostras descongeladas e adicionado 2 mL de ácido tricloroacético à 25 % (p/v). Após repouso de 30 minutos, foram levadas à centrífuga durante 15 minutos, a 5.000 rpm. Do sobrenadante, retirou-se 4 mL para destilação com 10 mL de KOH 2N, segundo o método micro Kjeldahl, descrito em Silva & Queiroz (2002).

As amostras de leite, aproximadamente 300 mL, foram coletadas no 16^o dia de cada período experimental, nas ordenhas da manhã e da tarde, para realizar as análises de compostos nitrogenados totais, alantoína e uréia.

Amostras spot de urina foram obtidas de todas as vacas no 16^o dia de cada período experimental, quatro horas após a alimentação matinal, durante micção estimulada por massagem na vulva. A urina foi filtrada e alíquotas de 10 mL foram retiradas e diluídas imediatamente em 40 mL de ácido sulfúrico a 0,036 N, para evitar destruição bacteriana dos derivados de purinas e a precipitação do ácido úrico, e armazenadas a -15 °C para posteriores análises de compostos nitrogenados (N), uréia, alantoína, ácido úrico e creatinina.

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

Foram coletadas amostras de sangue de todas as vacas no 16^o dia de cada período experimental, quatro horas após a alimentação matinal, utilizando seringas e agulhas descartáveis e tubo com acelerador de coagulação. Logo após a coleta, as amostras foram centrifugadas (5.000 rpm por 15 minutos) e o soro sanguíneo acondicionado em recipientes de vidro e congelado -15 °C para posteriores análises de uréia.

As análises de alantoína na urina e no leite foram feitas pelo método colorimétrico, segundo Fujihara et al. (1987), descrito por Chen & Gomes (1992). As determinações de creatinina, ácido úrico e uréia foram realizadas por meio de kits comerciais (Labtest).

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

A excreção total de DP foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina e da quantidade de alantoína excretada no leite, expressas em mmol/dia.

As purinas absorvidas (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de DP (Y, mmol/dia), por meio da equação $Y = 0,85X + 0,385 PV^{0,75}$, em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas e $0,385 PV^{0,75}$ a contribuição endógena para excreção de purinas (Verbic et al., 1990).

A síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen (Y, g N/dia) foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), por meio da equação $Y = (70X) / (0,83 \times 0,116 \times 1.000)$, em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol); 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116, a relação N-purina:N total nas bactérias (Chen & Gomes, 1992).

O experimento foi analisado segundo delineamento em quadrado latino 4 x 4 com agrupamento de três quadrados. Os quadrados latinos foram definidos em função do período médio de lactação das vacas.

Após a análise de variância, procedeu-se à comparação da soma de quadrados para tratamentos em contrastes não ortogonais relativos ao concentrado à base de farelo de soja contra os níveis de uréia, e os efeitos de ordem linear e quadrática relativos à variação dos níveis de uréia, através do teste de Scheffé.

Para todos os procedimentos estatísticos adotou-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

Resultados e Discussão

São apresentados na Tabela 3 os dados referentes às médias para a excreção urinária de uréia (EU-urina) e as concentrações de nitrogênio uréico no soro (NUS). Observou-se menor ($P < 0,05$) excreção urinária de uréia para a dieta com concentrado à base de farelo de soja quando comparado com as dietas contendo uréia com os níveis 0,8 e 1,2%.

A menor EU-urina no tratamento à base de concentrado com farelo de soja pode ser, possivelmente, devido ao menor fornecimento de PDR em relação aos tratamentos com 0,8% e 1,2% de uréia.

A concentração de NUS é um indicativo do status protéico e energético da dieta de ruminantes, apresentando alta correlação positiva com os teores protéicos da dieta e proteína degradável no rúmen (Broderick & Clayton, 1997; Chizzotti, 2004). Os valores de NUS não apresentaram diferenças entre as dietas com cana-de-açúcar suplementada com níveis deferentes de uréia.

O valor médio de NUS do presente trabalho de 12,16 mg/dl está abaixo do proposto por Oliveira et al. (2001) para vacas leiteiras (19 a 20 mg/dl), como limite acima dos quais passaria a ocorrer perdas de nitrogênio dietético.

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios de pH e as concentrações de amônia ($N-NH_3$) do líquido ruminal correspondentes ao horário de início da alimentação (hora 0) e três horas após (hora 3). Não foi observado efeito significativo entre os diferentes tratamentos para o pH ruminal em ambos os tempos de coleta. Os níveis de pH encontrados estão de acordo com os valores considerados ideais de $6,7 \pm 0,5$ para atividade normal do rúmen segundo Van Soest (1994).

Não foi observado efeito no pH ruminal das dietas à base de concentrado de farelo de soja e os diferentes níveis de uréia. Isto pode ter sido decorrente do tamponamento das dietas e da alta taxa de fluxo salivar (Leng e Preston, 1976) decorrente do considerável tempo de mastigação em dietas formuladas com cana-de-açúcar, mantendo o pH do líquido ruminal alto e estável. Entre os tratamentos com diferentes níveis de uréia foi observado efeito quadrático ($P < 0,05$).

Tabela 3 – Médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes para a excreção urinária de uréia (uréia-urina) e concentração de nitrogênio uréico no plasma (NUP) obtidas para as dietas com cana-de-açúcar suplementadas com concentrado à base de farelo de soja (FS) ou três níveis de uréia

| Itens | Dietas com cana-de-açúcar | | | | | Contrastes ^a | | | | |
|------------------------|---------------------------|---------------------|--------|--------|--------|-------------------------|------------|------------|----|----|
| | FS | Níveis de uréia (%) | | | CV (%) | FS vs 0,4% | FS vs 0,8% | FS vs 1,2% | L | Q |
| | | 0,4 | 0,8 | 1,2 | | | | | | |
| Uréia-urina (mg/kg PV) | 237,18 | 324,80 | 377,74 | 409,82 | 26,98 | ns | ** | ** | ns | ns |
| NUS (mg/dL) | 11,08 | 13,11 | 13,54 | 14,11 | 26,90 | ns | ns | ns | ns | ns |

^a/ FS vs U, L e Q = contrastes referentes à comparação entre farelo de soja e diferentes níveis de uréia e aos efeitos linear e quadrático associados ao nível de uréia, respectivamente.

^{ns} não-significativo.

** P<0,05.

Tabela 4 – Médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes para pH e concentração de N-NH₃ do líquido ruminal na hora da alimentação (hora 0) e três horas após a alimentação (hora 3) obtidas para as dietas com cana-de-açúcar suplementadas com concentrado de farelo de soja (FS) ou três níveis de uréia

| Tempo | Dietas com cana-de-açúcar | | | | | Contrastes ^a | | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------|-------|-------|--------|-------------------------|------------|------------|----|----|
| | FS | Níveis de uréia (%) | | | CV (%) | FS vs 0,4% | FS vs 0,8% | FS vs 1,2% | L | Q |
| | | 0,4 | 0,8 | 1,2 | | | | | | |
| pH | | | | | | | | | | |
| 0 | 7,05 | 6,97 | 7,22 | 6,79 | 3,16 | ns | ns | ns | ns | ** |
| 3 | 6,64 | 6,55 | 6,86 | 6,71 | 2,93 | ns | ns | ns | ns | ** |
| N-NH ₃ (mg/dL) | | | | | | | | | | |
| 0 | 12,49 | 10,31 | 11,17 | 6,48 | 62,02 | ns | ns | ns | ns | ns |
| 3 | 19,90 | 22,43 | 22,82 | 21,17 | 35,81 | ns | ns | ns | ns | ns |

^a/ FS vs U, L e Q = contrastes referentes à comparação entre farelo de soja e diferentes níveis de uréia e aos efeitos linear e quadrático associados ao nível de uréia, respectivamente.

^{ns} não-significativo.

^{**} P<0,05.

As concentrações de amônia ruminal antes e 3 horas após a alimentação, não diferiram significativamente quando se comparou a dieta à base de farelo de soja quando comparada com aquelas que utilizaram uréia. Os valores apresentados estão acima do mínimo sugerido de 5 mg/dL por Satter & Slyter (1974) e do mínimo de 15 mg/dL por Leng & Nolan (1984) para maximização do crescimento microbiano.

São apresentados na Tabela 5 os dados referentes às médias diárias das excreções de alantoína na urina (ALU), ácido úrico na urina (ACU), e secreção de alantoína no leite (ALL), purinas absorvidas (PA), purinas totais (PT), síntese de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e eficiência microbiana (Emic) obtidos para as dietas. Verificou-se que apenas ACU na urina foi reduzido ($P < 0,05$), com concentrado à base de FS em comparação ao nível de 0,4% de uréia na correção da cana-de-açúcar. A alantoína secretada no leite representou em média 3,19% do total dos derivados de purinas excretados, estando abaixo dos valores descritos por Valadares et al. (1999) que obtiveram secreção de alantoína no leite de 4,2 a 5,7%.

A excreção da alantoína na urina correspondeu a 87,96 % do total dos derivados de purinas sendo este valor semelhante ao encontrado por Vagnoni et al (1997), Oliveira et al. (2001), Mendonça (2002), Souza (2003) e Costa (2004), de 86,6, 87,8, 90,83, 86,21 e 90,08 %, respectivamente. Gisecke et al. (1993) relataram alta correlação ($r^2 = 0,84$) entre a excreção urinária de alantoína e a ingestão de energia em vacas lactantes. O valor médio encontrado no presente trabalho para eficiência microbiana de 123,31 PBmic/kg de NDT, foi próximo do sugerido pelo NRC (2001), que é de 130 g de PB microbiana/kg de NDT.

Com relação à produção microbiana nas dietas com cana-de-açúcar corrigida com uréia, não houve diferença entre tratamentos nem efeito de níveis de uréia ($P > 0,05$). Pode-se atribuir esse efeito a não diferença do consumo de MS, disponibilizando de forma semelhante quantidades de substratos fermentáveis, refletindo assim, no fluxo de microorganismos no rúmen. Segundo Van Soest (1994), em maiores taxas de passagem, a idade média dos microorganismos é reduzida, sendo utilizado menos substratos para manutenção microbiana e diminuindo a predação e a reciclagem de nutrientes, aumentando a eficiência microbiana.

Tabela 5 – Médias, coeficientes de variação (CV) e contrastes para excreções de alantoína (ALU) e ácido úrico (ACU) na urina e secreção de alantoína no leite (ALL), purinas absorvidas (PA), purinas totais (PT), síntese de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e eficiência microbiana (Emic), obtidas para as dietas suplementadas com concentrado à base de farelo de soja (FS) ou três níveis de uréia

| Itens | Dietas com cana-de-açúcar | | | | | Contrastes ^a | | | | |
|---------------------|---------------------------|---------------------|--------|--------|--------|-------------------------|------------|------------|----|----|
| | FS | Níveis de uréia (%) | | | CV (%) | FS vs 0,4% | FS vs 0,8% | FS vs 1,2% | L | Q |
| | | 0,4 | 0,8 | 1,2 | | | | | | |
| ALU (mmol/dia) | 239,72 | 279,31 | 300,63 | 296,95 | 27,22 | ns | ns | ns | ns | ns |
| ALL (mmol/dia) | 10,48 | 9,40 | 12,50 | 8,15 | 44,15 | ns | ns | ns | ns | ns |
| ACU (mmol/dia) | 24,49 | 36,40 | 25,75 | 25,58 | 33,64 | ** | ns | ns | ns | ns |
| PT (mmol/dia) | 274,65 | 325,13 | 338,86 | 330,70 | 24,31 | ns | ns | ns | ns | ns |
| PA (mmol/dia) | 323,05 | 382,40 | 398,60 | 389,00 | 24,32 | ns | ns | ns | ns | ns |
| Nmic (g/dia) | 234,85 | 278,05 | 289,82 | 282,80 | 24,32 | ns | ns | ns | ns | ns |
| Emic (Pbmic/kg NDT) | 101,42 | 134,05 | 134,74 | 123,05 | 34,26 | ns | ns | ns | ns | ns |

^a/ FS vs U, L e Q = contrastes referentes à comparação entre farelo de soja e diferentes níveis de uréia e aos efeitos linear e quadrático associados ao nível de uréia, respectivamente.

^{ns} não-significativo.

** P<0,05.

Os valores médios e coeficientes de variação para os consumos de compostos nitrogenados totais (NT), excreção de compostos nitrogenados nas fezes (N-fecal), na urina (N-urina), secreção no leite (N-leite) e balanço de compostos nitrogenados (BN) obtidos para as dietas, estão apresentados na Tabela 6.

A secreção de N no leite, expressa em g/dia não diferiu ($P>0,05$) entre os tratamentos e também não houve efeito dos níveis de uréia. Isto possivelmente se explica pela ausência de diferença na produção de leite.

Não observou-se diferença ($P>0,05$) entre as dietas com concentrado à base de farelo de soja ou uréia, para excreção N na urina expressa em g/dia, comportamento semelhante foi observado nos tratamentos que se utilizou uréia para correção da cana-de-açúcar. Pesquisa desenvolvida por Chizzotti (2004) para estimar a excreção de nitrogênio na urina a partir dos níveis de nitrogênio uréico no leite (NUL), como forma de monitorar o balanço protéico da dieta, na qual desenvolveu as seguintes equações: $N\text{-urina (g/dia)} = 0,0135 * NUL \text{ (mg/dL)} * PV \text{ (Kg)}$ ($R^2=0,69$) e $N\text{-urina (g/dia)} = 0,0151 * NUP \text{ (mg/dL)} * PV \text{ (kg)}$ ($R^2 = 0,69$), que subestimaram em 18,6% e 9,0% respectivamente, o valor médio observado em N-urina.

Apesar de não ter ocorrido diferença entre os diversos tratamentos no balanço de nitrogênio (BN), conseqüência do alto coeficiente de variação, valor negativo foi observado para a dieta à base de FS, refletindo o déficit de proteína consumida. Os tratamentos contendo uréia apresentaram valores positivos, indicando que o consumo de proteína atendeu as exigências protéicas das vacas.

Tabela 6 – Médias, coeficientes de variação (CV) em contrastes para os compostos nitrogenados totais ingeridos (NT), excreção de compostos nitrogenados nas fezes (N-fecal), na urina (N-urina) e secreção no leite (N-leite) e balanço de nitrogênio (BN), obtidos para as dietas de cana-de-açúcar suplementadas com concentrado à base de farelo de soja ou três níveis de uréia

| Itens | Dietas com cana-de-açúcar | | | | | Contrastes ^a | | | | |
|-----------------|---------------------------|---------------------|--------|--------|----------|-------------------------|------------|------------|----|----|
| | FS | Níveis de uréia (%) | | | CV (%) | FS vs 0,4% | FS vs 0,8% | FS vs 1,2% | L | Q |
| | | 0,4 | 0,8 | 1,2 | | | | | | |
| NT (g/dia) | 357,24 | 441,55 | 435,52 | 429,32 | 11,09 | ** | ** | ** | ns | ns |
| N-fecal (g/dia) | 158,82 | 215,34 | 201,10 | 175,75 | 27,84 | ns | ns | ns | ns | ns |
| N-urina (g/dia) | 110,55 | 109,89 | 122,53 | 139,96 | 24,19 | ns | ns | ns | ns | ns |
| N-leite (g/dia) | 104,66 | 103,16 | 103,61 | 108,47 | 6,38 | ns | ns | ns | ns | ns |
| BN (g/dia) | -16,80 | 13,16 | 8,28 | 5,15 | 2.209,87 | ns | ns | ns | ns | ns |

^a/ FS vs U, L e Q = contrastes referentes à comparação entre farelo de soja e diferentes níveis de uréia e aos efeitos linear e quadrático associados ao nível de uréia, respectivamente.

^{ns} não-significativo

** P<0,05

Conclusões

O farelo de soja pode substituir a uréia em dietas de cana-de-açúcar, apresentando-se como boa alternativa para síntese de compostos nitrogenados microbianos e eficiência dos microrganismos ruminais.

Referências Bibliográficas

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.

CHEN, X. B.; GOMES, M. J. *Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details*. In: INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Bucksburnd, Aberdeen: Rowett Research Institute, 1992. 21 p. (Occasional publication).

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

COSTA, M. G. **Cana-de-açúcar e concentrados em diferentes proporções para vacas leiteiras**. 2004. 66 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

GIESECKE, D.; EHRENTREICH, L.; STANGASSINGER, M. Mammary and renal excretion of purine metabolites in relation to energy intake and milk yield in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 8, p. 2376–2381, 1994.

HOOVER, W. H.; STOKES, S. R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3630-3644, 1991.

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

LENG, R. A.; PRESTON, T. R. Sugar cane for cattle production; present constraints, perspectives and research priorities. **Tropical Animal Production**, v. 1, n. 1, p. 1-26, 1976.

MARTÍN-ÓRUE, S. S.; BALCELLS, J.; GUADA, J. A. et al. Microbial nitrogen production in growing heifers: direct measurement of duodenal flow of purine bases versus urinary excretion of purine derivatives as estimation procedures. **Animal Feed Science Technology**, v. 88, p. 171-188, 2000.

MEHREZ, A. Z.; ØRSKOV, E. R.; Mc DONALD, J. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v. 38, n. 3, p. 437-443, 1977.

MENDONÇA, S. S. **Desempenho, síntese de proteína microbiana e comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2002. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 381 p.

OLIVEIRA, A. S.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1621-1629, 2001.

OLIVEIRA, M. D. S. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos**. Jaboticabal, SP: UNESP-FUNEP, 1999. 128 p.

ORELLANA BOERO, P.; BALCELLS, J.; MARTÍN-ORÚE, S. M. et al. Excretion of purine derivatives in cows: endogenous contribution and recovery of exogenous purine bases. **Livestock Production Science**, v. 68, p. 243-250, 2001.

ORTOLONI, E. L. Considerações técnicas sobre o uso da sonda esofágica na colheita do suco de rumen de bovinos para mensuração do pH. **Arq. Esc. Vet.**, v. 33, n. 2, p. 269-275, 1981.

PEREZ, J. F.; BALCELLS, J.; GUADA, J. A. et al. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using ¹⁵N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenum. **British Journal of Nutrition**, v. 75, p. 699-709, 1996.

POPPI, D. P.; Mc LENNAN, S. R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal Animal Science**, v. 73, p. 278-290, 1995.

RENNÓ, L. N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO S. C. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1223-1234, 2000.

SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v. 32, p. 199-208, 1974.

SILVA, R. M. N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; RENNÓ, L. N.; SILVA, J. M. Uréia para vacas em lactação. 2. Estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1948-1957, 2001.

SILVA, J. D.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235 p.

SIMAS, J. M., NUSSIO, C. M. Uso de aditivos para vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., Lavras. **Anais...** Lavras, p.285-298, 2001.

SOUZA, D. P. **Desempenho, síntese de proteína microbiana e comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com caroço de algodão em substituição à cana-de-açúcar corrigida**. 2003a. 79 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação meteorológica. **Dados climáticos**. Viçosa, MG:UFV. 1997.

VAGNONI, D. B.; BRODERICK, G. A.; CLAYTON, M. K. et al. Excretion of purine derivatives by holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1695-1702, 1997.

VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. D. F. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001. Lavras. **Anais...** Lavras, p.229-247, 2001.

VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 12, p. 2686-2696, 1999.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2. ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p.

VERBIC, J.; CHEN, X. B.; MACLEOD, N. A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v. 114, n. 3, p. 243-248, 1990.

Desempenho e parâmetros nutricionais de fêmeas leiteiras em crescimento alimentadas com silagem de milho ou cana-de-açúcar com níveis crescentes de concentrado

Resumo – Avaliou-se a resposta de novilhas leiteiras alimentadas com dieta à base de silagem de milho com 1,3 kg/dia de ração concentrada em comparação a três dietas à base de cana-de-açúcar corrigida com 1% da mistura de uréia e sulfato de amônia (9:1) (uréia), com 1,3; 2,0 e 2,7 kg/dia de ração concentrada. Foram utilizadas 20 novilhas, sendo 12 da raça Holandesa e 8 da raça Pardo-Suíça, com peso médio inicial 176 kg. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com 5 blocos, sendo cada animal considerado uma unidade experimental e os blocos formados de acordo com o peso inicial e a raça dos animais. Os consumos de matéria seca (CMS) independente da forma de expressão, matéria orgânica (MO) e fibra detergente neutro (FDN) não diferiram entre a dieta de silagem de milho e as de cana-de-açúcar. Maior consumo de extrato etéreo (EE) ($P < 0,05$) foi observado para a dieta de silagem de milho quando comparadas às dietas à base de cana-de-açúcar. Para carboidratos totais (CHO) e carboidratos não-fibrosos (CNF) verificou-se diferença nos consumos entre a dieta com silagem de milho e os tratamentos à base de cana-de-açúcar (1,3 e 2,0 kg de concentrado). Foi observada menor consumo de NDT entre a dieta à base de silagem de milho e a de cana-de-açúcar (2,0 kg de concentrado). Foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) entre as dietas para os coeficientes de digestibilidade da PB, EE, CHO e FDN. Não houve diferença significativa para o ganho de peso total (GPT/kg) e ganho médio diário (GMD/kg/dia) entre a dieta à base de silagem de milho e a de cana-de-açúcar com 2,7 kg de concentrado, em relação às dietas com cana-de-açúcar. O tratamento com silagem de milho apresentou maior saldo por animal (R\$/cab/dia) e por ganho de peso (R\$/kg). O pH ruminal não diferiu nos tempos de coleta entre as dietas experimentais. A $N-NH_3$ foi menor ($P < 0,05$) três horas após a alimentação para dieta à base de silagem de milho quando comparado aos tratamentos à base de cana-de-açúcar.

Palavras-chave: novilhas leiteiras; pH ruminal.

Performance and nutritional parameters of growing heifers fed corn silage or sugar cane diets with increasing levels of concentrate

Abstract –This study evaluated the response of dairy heifers fed corn silage-based diet with 1.3 kg/day of concentrate ration in comparison with three sugar cane-based diets corrected with 1% of the mixture urea and ammonium sulphate (9:1) (urea), with 1.3; 2 and 2.7 kg/day of concentrate ration. A total of 20 animals were used, 12 Holstein and 8 Brown Swiss heifers, with average initial liveweight of 176 kg. The experiment was arranged in a randomised block design, with 5 blocks, considering each animal as an experimental unit and the blocks formed on the basis of initial liveweight and breed. The consumption of dry matter (DMC) independently of the form of expression, organic matter (OM) and neutral detergent fiber (NDF) did not differ between corn-silage diet and sugar-cane diet. Higher consumption of ether extract (EE) ($P < 0.05$) was found for corn-silage diet compared to the sugar cane-based diets. There was difference in the consumption of total carbohydrates (CHO) and non-fiber carbohydrates (NFC) between the corn-silage diet and the sugar cane-based diets (1.3 and 2 kg of concentrate). Lower NDT consumption was found between the corn-silage diet and sugar-cane diet (2 kg concentrate). There was significant effect ($P < 0.05$) for coefficients of digestibility of CP, EE, CHO and NDF among the diets. No significant difference was found for total weight gain (TWG/kg) and average daily gain (ADG/kg/day) between the corn-silage based diet and the sugar-cane diet with 2.7 kg of concentrate, in relation to the sugar-cane diets. The treatment with corn silage showed the highest balance per animal (R\$/head/day) and per weight gain (R\$/kg). Rumen pH did not differ at the collection times among the experimental diets. N-NH₃ was lower ($P < 0.05$) three hours after feeding for corn silage-based diet compared to the sugar cane-based treatments.

Keywords: dairy heifers; rumen pH.

Introdução

A criação de fêmeas leiteiras constitui um dos pontos mais importantes no estabelecimento de um sistema de produção de leite, estando diretamente relacionada com a sua sustentabilidade, pois representa o futuro material genético de reposição do rebanho. Portanto, estes animais deverão apresentar potencial de produção de leite e longevidade superior à média do rebanho, a um custo de criação inferior ao preço de mercado (Campos & Assis, 2005). A elevada idade ao primeiro parto conduz ao aumento no custo de criação de fêmeas leiteiras que, em grande parte dos sistemas de produção de leite, chegam a ser maior que os preços praticados no mercado (Gomes et al., 2001).

Segundo Machado (1993), ao analisar dados de peso e altura de 2.197 novilhas provenientes de 24 rebanhos com produção média de 7.000 kg por vaca, que participaram em 1992 do “Sistema Diagnose de Gerenciamento de Rebanhos Leiteiros (ABCBRH)”, mesmo em sistemas de produção mais tecnificados, que exploram gado puro, cerca de 75% das fazendas conseguiam que as novilhas atingissem peso de cobertura aos 15 meses, o que projeta uma idade ao primeiro parto de 24 meses, no entanto, somente 17% conseguiram que as novilhas atingissem peso para o parto aos 24 meses de idade. Heinrichs & Losinger (1997), citados por James (2001), observaram que 75% das novilhas atingiram peso corporal e altura menor que 621 kg e 139 cm, respectivamente, recomendado por Hoffman (1997) como ideal para os 24 meses de idade. Mostrando que, mesmo em países com grande oferta de alimentos concentrados, somente uma pequena parcela dos animais em recria conseguem atingir o desenvolvimento recomendado, isto porque outros itens como manejo e ambiente podem retardar o crescimento dos animais (Campos & Assis, 2005).

De acordo com Hoffman (1997), apenas a mensuração do peso corporal não é satisfatória para avaliar desenvolvimento corporal, pois não incorpora variações genéticas e da fase de crescimento, além de não diferenciar animais de mesmo peso e com composição de carcaça diferente.

O uso da cana-de-açúcar na alimentação animal, principalmente de ruminantes, tem tido importância cada vez maior no Brasil, com o objetivo de

reduzir o custo da alimentação, sem perdas expressivas de desempenho animal. Sistemas de produção bovina, tanto de leite quanto de corte, vêm adotando a cana-de-açúcar em substituição às silagens de milho e sorgo, que são as fontes de alimentos volumosos mais utilizados. Entretanto, as limitações nutricionais dessa forrageira, destacando-se o baixo teor de proteína, fibra de baixa degradação ruminal, aumento na quantidade de protozoários no rúmen e desbalanço de minerais, têm limitado o seu uso para sistemas de produção de leite de maior nível de manejo e alimentação. Assim, a sua utilização em sistemas de menor nível de manejo e alimentação tem sido prática corriqueira de suplementação, durante o período da seca (Preston, 1982; Balsalobre et al., 1999).

Neste contexto tem crescido o interesse, entre técnicos e produtores, do aproveitamento desta forrageira em sistemas de produção mais elaborados, com maior produtividade em leite e em recria de animais leiteiros onde se projeta idade ao primeiro parto próxima dos 24 meses. Resultados favoráveis à utilização da cana-de-açúcar foram encontrados nos trabalhos de Magalhães et al. (2001); Mendonça et al. (2004); Corrêa et al. (2003); Souza (2003); Costa (2004) e Oliveira (2005) com vacas leiteiras e Andrade & Pereira (1999) e Gallo et al. (2000) com novilhas leiteiras, caracterizando o enorme potencial que a cana-de-açúcar apresenta em dietas adequadamente formuladas para ruminantes. Desta forma, quebrando um antigo paradigma quanto à utilização dessa forrageira para animais de alto desempenho e, estabelecendo assim, um desafio na condução de novos trabalhos, utilizando-se a cana-de-açúcar como fonte exclusiva de volumosos para animais de desempenho superior.

Neste sentido desenvolveu-se o presente trabalho com os objetivos de avaliar o consumo, a digestibilidade aparentes dos nutrientes, os parâmetros ruminais, a concentração de uréia no soro, o desempenho e a economicidade das dietas contendo cana-de-açúcar com diferentes níveis de concentrados (1,3; 2,0 e 2,7 kg/dia) em relação a uma dieta à base de silagem de milho com 1,3 kg/dia de concentrado, fornecidas para fêmeas leiteiras em crescimento.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em gado de leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de março a junho de 2004.

A cidade de Viçosa localiza-se na Região da Zona da Mata no Estado de Minas Gerais e tem como coordenadas geográficas a posição 20° 45' 20" de latitude sul e 45° 52' 40" de longitude oeste de Greenwich e altitude de 651 m. O clima é do tipo Cwa (mesotérmico), segundo a classificação de Köppen, apresentando duas estações bem definidas, com verões quentes e úmidos e invernos frios e secos. A precipitação pluviométrica média é de 1.341,2 mm anuais. As médias de temperaturas máximas e mínimas são 26,1 e 14,0 °C, respectivamente (UFV, 1997b).

Foram utilizadas 20 novilhas leiteiras, sendo doze da raça Holandesa e oito da raça pardo suíça, com peso médio inicial de 176 kg. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com cinco blocos, sendo cada animal considerado uma unidade experimental e os blocos formados de acordo com o peso inicial e a raça dos animais.

Os tratamentos experimentais foram constituídos de uma dieta à base de silagem de milho com 1,3 kg /dia de concentrado, em comparação a três dietas à base de cana-de-açúcar corrigida com 1% da mistura de uréia e sulfato de amônia (9:1) (uréia), com 1,3; 2,0; e 2,7 kg/dia de concentrado. A relação volumoso:concentrado correspondeu, no início do experimento, a 75:25, 60:40 e 45:55, respectivamente, para cada nível de fornecimento da ração concentrada adicionada à cana-de-açúcar corrigida e a 75:25 na dieta à base de silagem de milho. As dietas foram isoprotéicas e formuladas para atender as exigências de novilhas leiteiras para ganho de peso corporal de 0,800 kg/dia, segundo o NRC (2001).

As dietas foram ofertadas duas vezes ao dia, metade por volta das 8 horas e metade por volta das 15 horas, na forma de mistura completa efetuada no momento do fornecimento da alimentação. As proporções dos ingredientes da ração concentrada (%MS) são apresentadas na Tabela 1. Na Tabela 2 são mostradas as composições químico-bromatológicas da silagem de milho (SM), cana-de-açúcar (CA) e dos concentrados.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes nos concentrados, expressa na base da matéria seca (%MS)

| Ingrediente | Concentrado (kg/animal/dia) | | | |
|---------------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|
| | 1,3 SM | 1,3 CA | 2,0 CA | 2,7 CA |
| Farelo de algodão 38% | 49,87 | 41,66 | 18,48 | 8,04 |
| Farelo de trigo | 42,30 | 53,60 | 78,32 | 89,42 |
| Uréia + sulfato de amônio (9:1) | 3,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mistura mineral ¹ | 4,20 | 4,74 | 3,20 | 2,53 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

^{1/} Sal comum; fosfato bicálcico; calcário calcítico; flor de enxofre; sulfato de zinco; sulfato de manganês; iodato de potássio, sulfato de cobre; sulfato de cobalto.

Tabela 2 – Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG), obtidos para a silagem de milho (SM), cana-de-açúcar (CA) e para os concentrados

| Itens | Silagem de Milho | Cana-de-açúcar sem correção | Concentrados (kg/animal/dia) | | | |
|----------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|--------|--------|--------|
| | | | 1,3 SM | 1,3 CA | 2,0 CA | 2,7 CA |
| MS (%) | 28,41 | 27,24 | 87,90 | 88,59 | 87,74 | 87,21 |
| MO ¹ | 95,93 | 93,71 | 92,46 | 92,35 | 92,59 | 92,70 |
| PB ¹ | 7,41 | 3,54 | 38,48 | 27,28 | 21,53 | 18,94 |
| NIDN ² | 44,80 | 31,64 | 4,94 | 10,12 | 11,19 | 10,98 |
| NIDA ² | 22,13 | 19,21 | 1,87 | 3,89 | 4,27 | 4,07 |
| EE ¹ | 1,66 | 0,95 | 1,56 | 1,85 | 2,47 | 2,75 |
| CHO ¹ | 86,86 | 89,22 | 75,73 | 76,46 | 68,59 | 71,01 |
| FDN ¹ | 61,59 | 53,95 | 38,04 | 39,68 | 41,20 | 41,88 |
| CNF ¹ | 25,27 | 35,27 | 37,67 | 36,77 | 27,39 | 29,13 |
| FDA ¹ | 28,32 | 28,42 | 14,79 | 14,80 | 14,40 | 14,22 |
| LIGNINA ¹ | 2,67 | 6,03 | 3,40 | 3,21 | 3,36 | 3,32 |

^{1/} Valores em percentagem da MS.

^{2/} Valores em percentagem do nitrogênio total.

O experimento constou de 21 dias de adaptação às dietas, onde os animais receberam tratamento contra endo e ectoparasitas e vitamina ADE injetável, e três períodos experimentais de 28 dias cada, perfazendo um total de 84 dias para a coleta de dados e avaliação do desenvolvimento dos animais. No início e no final do experimento e a cada período de 28 dias, após jejum de sólidos de 12 horas, os animais foram submetidos à pesagem individual. Para uma melhor caracterização do desenvolvimento corporal aferiu-se também a cada período, o perímetro torácico e a altura de cernelha e de garupa.

As novilhas foram alojadas em baias individuais cobertas, com comedouros individuais de concreto e bebedouros automáticos, com 8,0 m² de área, sendo que 5,6 m² com piso cimentado e 2,4 m² de área para descanso, na qual foi utilizada cepilha de madeira como cama. As baias foram limpas diariamente, sendo as camas trocadas sempre que necessário.

Diariamente foram feitas pesagens das quantidades dos alimentos fornecidos e das sobras de cada animal para estimativa do consumo de matéria seca. Durante o período experimental, foram feitas amostragens dos alimentos e sobras que foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para posteriores análises. Ao final de cada período de 28 dias, essas amostras foram misturadas e feita uma amostra composta por animal.

Na metade do segundo período experimental foi feita a coleta de fezes durante seis dias consecutivos, de 26 em 26 horas, efetuadas diretamente no reto, sendo as fezes acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetados, e guardados em congelador. Ao final do período de coletas, as amostras de fezes foram pré-secas, moídas e então elaborou-se uma amostra composta por animal, com base no peso seco de cada subamostra. Também foram retiradas amostras de sobras e alimentos fornecidos durante esse período de coleta de fezes.

A estimativa da excreção fecal foi efetuada, utilizando-se a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador interno, segundo adaptação da técnica descrita por Cochran et al. (1986). Neste procedimento as amostras de alimentos, sobras e fezes foram colocadas em sacos de *Ankon (Filter bag F57)*, sendo incubadas no rúmen por um período de 144 horas, em vez da digestibilidade *in vitro*, sugerida no protocolo original. O material remanescente da incubação foi previamente lavado com água e em seguida

submetido à extração com detergente ácido, sendo o resíduo considerado a FDAi.

As amostras de cana-de-açúcar, silagem de milho, ração concentrada, sobras e fezes foram pré-secas em estufas de ventilação forçada a 65°C, durante 72 horas. Em seguida, foram homogeneizadas e moídas em moinho tipo Willey, utilizando peneira com malha de 1 mm. As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), compostos nitrogenados totais, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, extrato etéreo (EE), compostos nitrogenados (N) insolúveis em detergente neutro (NIDN) e N insolúveis em detergente ácido (NIDA) foram realizadas segundo os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). Os compostos nitrogenados não protéicos foram determinados segundo Licitra et al. (1996), enquanto os teores de carboidratos totais (CHO) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992): $CHO = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$, sendo os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF), obtidos pela fórmula $CNF = CHO - FDN$.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), pela equação: $NDT (\%) = PBD + FDND + CNFD + 2,25 EED$, em que PBD = proteína bruta digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; CNFD = carboidratos não-fibrosos digestíveis e EED = extrato etéreo digestível.

No 83^o dia de experimento, aproximadamente quatro horas após a alimentação matinal, foram coletadas amostras de sangue de todos os animais por punção na veia coccígea, utilizando-se tubo de ensaio com gel separador e acelerador de coagulação. Logo após a coleta, as amostras de sangue foram centrifugadas (2.000 rpm por 15 minutos), sendo obtidas amostras de soro sanguíneo, que foram acondicionadas em recipientes de vidros, devidamente identificados e congelados para posteriores análises de uréia.

A determinação da uréia no soro sanguíneo (NUS) foi realizada segundo o método diacetil modificado (kits comerciais Labtest).

O líquido ruminal foi coletado utilizando-se sonda esofágica, segundo Ortolani (1981), para determinação do pH e da concentração de amônia, nos tempos zero (imediatamente antes da alimentação) e três horas após a alimentação matinal do 84^o dia de experimento. O líquido ruminal foi filtrado em gaze, e o pH medido imediatamente por meio de peagâmetro digital. Após a

determinação do pH, retirou-se uma alíquota de 40 mL de líquido ruminal, que foi transferida para um recipiente de vidro devidamente identificado, contendo 1 mL de HCl (1:1). A amostra foi congelada a -20 °C, para posterior análise de N amoniacal.

Os compostos nitrogenados amoniacais do líquido ruminal foram determinados por adaptação do método de Kjeldahl, tendo sido omitida a fase de digestão. O líquido de rúmen foi descongelado e centrifugado a 1.000 x g, por 15 minutos. Retirou-se uma alíquota de 2 mL, do sobrenadante, transferiu-se para tubo de ensaio, adicionando-se em seguida água destilada e 15 mL de hidróxido de potássio (2N). Após a adição de KOH, o tubo foi levado imediatamente ao aparelho destilador. A amostra de líquido de rúmen foi destilada em 20 mL de ácido bórico, sendo o volume do destilado de aproximadamente 100 mL. Posteriormente, procedeu-se à titulação com HCl (0,005 N), conforme técnica de Fenner (1965), adaptada por Vieira (1980).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de média (Tukey) utilizando-se o programa SAEG, versão 8.1 (UFV, 2000), utilizando um nível de 5% de significância.

Resultados e Discussão

Na Tabela 3 estão apresentadas as médias e os coeficientes de variação para os consumos dos nutrientes. Observa-se que os consumos de MS (em kg/dia; % PV e $g/kg^{0,75}$), MO, PB e FDN (kg/dia) não diferiram para as dietas experimentais.

Os consumos médios de MS (% PV) dos tratamentos estão próximos aos valores médios de 2,55% do PV preconizado pelo National Research Council (NRC, 2001). Alguns trabalhos têm evidenciado diminuição no consumo de MS à medida que se eleva a participação da cana-de-açúcar nas dietas de novilhas e vacas em lactação (Pires et al, 1999; Correa et al., 2003 e Mendonça et al., 2004), o que pode ser explicado pela maior quantidade de FDN indigestível e menor taxa de digestão da fração fibrosa potencialmente digestível aumentando o tempo de permanência da fibra não digerida no rúmen, reduzindo assim, a taxa de passagem pela trato gastrointestinal e interferindo negativamente no consumo de MS (Allen, 2000 e Landell et al., 2002).

Tabela 3 – Médias e coeficientes de variação (CV) para os consumos médios diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHO), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) obtidas para dietas à base de silagem de milho e cana-de-açúcar

| Itens | Dietas | | | | CV (%) |
|-------|---------------------------------|----------------|---------|---------|--------|
| | Silagem de Milho 1,3 | Cana-de-açúcar | | | |
| | | 1,3 | 2,0 | 2,7 | |
| | Consumo (kg/dia) | | | | |
| MS | 5,38 | 4,85 | 4,89 | 5,39 | 10,38 |
| MO | 5,14 | 4,40 | 4,46 | 4,93 | 10,27 |
| PB | 0,76 | 0,88 | 0,86 | 0,92 | 11,06 |
| EE | 0,09 a | 0,05 b | 0,03 bc | 0,03 c | 12,85 |
| CHO | 4,42 a | 3,46 b | 3,56 b | 3,97 ab | 10,66 |
| FDN | 3,02 | 2,60 | 2,53 | 2,72 | 11,69 |
| CNF | 1,39 a | 0,85 b | 1,02 b | 1,25 a | 9,10 |
| NDT | 3,62 a | 3,13 ab | 2,89 b | 3,40 ab | 10,84 |
| | Consumo (% Peso Vivo) | | | | |
| MS | 2,53 | 2,44 | 2,39 | 2,64 | 6,03 |
| FDN | 1,41 a | 1,30 ab | 1,23 b | 1,32 ab | 11,69 |
| | Consumo (g/kg ^{0,75}) | | | | |
| MS | 96,20 | 96,86 | 90,18 | 99,26 | 5,62 |

Médias seguidas de mesmas letras na mesma linha não diferem ($P>0,05$) pelo teste Tukey.

Nos tratamentos à base de cana-de-açúcar apesar de não apresentarem diferença estatística para o consumo de MS, independente da forma que foi expresso, observa-se uma elevação numérica à medida que se aumentou participação do concentrado na dieta.

Segundo Rodrigues (1999), o aumento do uso de ração concentrada em dietas à base de cana-de-açúcar, através da mudança na relação volumoso: concentrado pode proporcionar maior aporte de matéria orgânica digestível, aumentando a concentração de energia, diminuindo a concentração de fibra e conseqüentemente maior consumo de matéria seca para atender seus requerimentos energéticos.

Foi observado maior consumo de E.E. ($P < 0,05$), para as dietas contendo silagem de milho, como volumoso, o que provavelmente ocorreu devido ao baixo percentual de extrato etéreo na composição das dietas à base de cana-de-açúcar.

Os consumos de CHO e CNF foram maiores ($P < 0,05$) para a dieta de silagem de milho em relação às dietas com cana-de-açúcar (1,3 e 2,0 kg/concentrado), mas não diferiu da dieta com cana-de-açúcar (2,7 kg/concentrado).

O consumo médio de FDN foi maior ($P < 0,05$) para a dieta contendo silagem de milho, o que possivelmente, pode ser justificado pelo maior teor de FDN médio da silagem de milho em relação à cana-de-açúcar.

Com relação ao FDN expresso em porcentagem de peso corporal (%PV), foi observado menor consumo ($P < 0,05$) para a dieta à base de cana-de-açúcar (2,0 kg/concentrado). Independente do tratamento, o consumo de FDN observado neste experimento ficou acima do valor proposto por Mertens (1985), para capacidade ótima de consumo de FDN para animais em crescimento, que é de 1% do PV. Outros autores também encontraram consumo de FDN superior ao proposto por Mertens (1985), para fêmeas leiteiras em crescimento (Teixeira, 2005).

Na Tabela 4 encontram-se os valores obtidos e as exigências em proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) para novilhas com peso médio corporal de 220 kg e com ganhos de peso diário de 0,800 kg/dia, segundo o NRC (2001).

Observa-se que todas as dietas com cana-de-açúcar atenderam as exigências de proteína bruta, no entanto, a dieta à base de silagem de milho apresentou um pequeno déficit.

Quanto ao consumo de NDT os tratamentos com cana-de-açúcar apresentaram déficit de -0,42, -0,66 e -0,15 kg, respectivamente, para o fornecimento de 1,3, 2,0 e 2,7 kg de ração. Na dieta em que se utilizou 2,7 kg/concentrado/dia, apesar do déficit de 4,2% em relação ao valor estimado de exigência de NDT, foi alcançado o objetivo proposto de ganhos de peso diário de 0,800 kg/dia.

Tabela 4 – Valores observados e exigências de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT), segundo o NRC (2001) para novilhas com 220 kg de peso corporal com ganhos de peso diário de 0,800 kg/dia, expressos em kg/dia

| Itens | Exigências | Dietas | | | |
|--------------|------------|----------------------|----------------|--------|--------|
| | | Silagem de milho 1,3 | Cana-de-açúcar | | |
| | | | 1,3 | 2,0 | 2,7 |
| NRC (2001) | - | - | - | - | - |
| PB (kg/dia) | 0,77 | 0,76 | 0,88 | 0,86 | 0,92 |
| Diferença | - | - 0,01 | + 0,11 | + 0,09 | + 0,15 |
| NDT (kg/dia) | 3,55 | 3,62 | 3,13 | 2,89 | 3,40 |
| Diferença | - | + 0,07 | - 0,42 | - 0,66 | - 0,15 |

Os coeficientes de digestibilidade aparente de MS, MO, PB, EE, CHO, FDN e CNF e os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) são apresentados na Tabela 5. Não foram verificadas diferenças entre as dietas ($P>0,05$) nos coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, CNF e no teor de NDT_{obs} .

Tabela 5 – Coeficientes médios de digestibilidade aparente e coeficiente de variação (CV) para matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), carboidratos totais (CDCHO), fibra em detergente neutro (CDFDN), carboidratos não-fibrosos (CDCNF), e teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) obtidos para as dietas à base de silagem de milho (SM) e cana-de-açúcar (CA)

| Itens | Dietas | | | | CV (%) |
|-------------|----------------------|----------------|---------|----------|--------|
| | Silagem de milho 1,3 | Cana-de-açúcar | | | |
| | | 1,3 | 2,0 | 2,7 | |
| CDMS | 65,02 | 63,91 | 59,28 | 62,37 | 5,99 |
| CDMO | 66,89 | 63,85 | 59,55 | 62,73 | 6,34 |
| CDPB | 62,93 b | 77,07 a | 74,13 a | 74,11 a | 6,56 |
| CDEE | 81,07 a | 65,66 ab | 58,80 b | 52,27 b | 17,89 |
| CDCHO | 67,12 a | 60,37 ab | 56,01 b | 60,16 ab | 7,65 |
| CDFDN | 64,38 a | 55,90 ab | 50,65 b | 56,06 ab | 8,73 |
| CDCNF | 72,96 | 73,87 | 68,87 | 69,34 | 14,87 |
| NDT_{obs} | 67,20 | 63,88 | 59,54 | 62,64 | 6,32 |

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem ($P>0,05$) pelo teste de Tukey.

Não foram observadas diferenças nos CDPB das dietas à base de cana-de-açúcar, que foram maiores ($p < 0,05$) que o CDPB da dieta à base de silagem de milho. Também Carvalho et al. (1997) não encontraram efeito de diferentes níveis de concentrado sobre o CDPB, em dietas à base de cana-de-açúcar.

As dietas à base de cana-de-açúcar não apresentaram diferença para o CDEE. O CDEE para silagem de milho foi maior ($P < 0,05$) do que as dietas de cana-de-açúcar com 2,0 e 2,7 kg/concentrado. Isto provavelmente ocorreu em função do maior consumo de extrato etéreo na dieta com silagem de milho.

O coeficiente de digestibilidade da FDN foi maior ($P < 0,05$) para dieta à base de silagem de milho em relação à dieta à base de cana-de-açúcar com 2,0 kg/concentrado/dia. Apesar de não ter sido observado efeito significativo entre o tratamento com silagem de milho e os tratamentos com cana-de-açúcar com 1,3 e 2,7 kg/concentrado, observou-se diferença numérica menor de 8,48 e 8,32, respectivamente nas digestibilidades. Reduções no CDFDN nas dietas com cana-de-açúcar podem ser atribuídas a uma maior participação da lignina na FDN da cana-de-açúcar em relação à silagem de milho, contribuindo assim para redução do CDFDN. Segundo Van Soest (1994), a lignina é o principal componente da parede celular que limita a digestão dos carboidratos estruturais no rúmen.

Na Tabela 6 estão mostradas às médias e os coeficientes de variação para o peso inicial (PVI) e peso vivo final (PVF), ganhos de peso total (GPT), ganhos médios diários (GMD), ganhos médios diários de altura de cernelha (AC), altura de garupa (AG) e perímetro torácico (PT) para dietas experimentais.

Verifica-se que à dieta à base de cana-de-açúcar com o maior nível de fornecimento de ração (2,7 kg/concentrado) proporcionou ganho de peso médio diário igual ao tratamento com silagem de milho. Resultado semelhante tem sido observado em trabalhos com vacas leiteiras, quando se aumenta o fornecimento de concentrado em dietas à base de cana-de-açúcar (Costa, 2004; Oliveira, 2005). Quando se comparam as dietas à base de cana-de-açúcar não se observou diferença no GMD (kg/dia), entretanto, biologicamente não se pode desconsiderar o maior ganho de peso para o fornecimento de 2,7 kg de concentrado. Maior GMD (kg/dia) ($P < 0,05$) foi observado para o tratamento com silagem de milho em relação às dietas à base de cana-de-açúcar (1,3 e 2,0 kg/concentrado/dia).

Tabela 6 – Médias e coeficientes de variação (CV) para peso inicial e final, ganhos de peso total (GPT), ganhos médios diários (GMD), ganhos médios diários de altura de cernelha total (AC), altura de garupa (AG), perímetro torácico (PT), altura de cernelha (kg/cm), altura de garupa (kg/cm) e perímetro torácico (kg/cm) obtidas para as dietas à base de silagem de milho (SN) e cana-de-açúcar (CA)

| Itens | Concentrado (kg/animal/dia) | | | | CV (%) |
|-----------------|-----------------------------|----------------|---------|----------|--------|
| | Silagem de milho 1,3 | Cana-de-açúcar | | | |
| | | 1,3 | 2,0 | 2,7 | |
| PV inicial (kg) | 178,00 | 179,00 | 178,4 | 175,80 | 11,95 |
| PV final (kg) | 253,0 | 229,4 | 233,6 | 243,2 | 11,24 |
| GPT (kg) | 75,00 a | 50,50 b | 55,25 b | 67,44 ab | 16,76 |
| GMD (kg/dia) | 0,892 a | 0,601 b | 0,657 b | 0,802 ab | 16,76 |
| AC (cm/dia) | 0,107 | 0,104 | 0,097 | 0,102 | 19,45 |
| AG (cm/dia) | 0,123 a | 0,090 a | 0,097 a | 0,118 a | 17,94 |
| PT (cm/dia) | 0,157 a | 0,121 b | 0,114 b | 0,157 a | 13,20 |
| AC (kg/cm) | 8,64 | 6,11 | 6,87 | 8,03 | 21,68 |
| AG (kg/cm) | 7,41 | 6,95 | 6,92 | 6,88 | 18,70 |
| PT (kg/cm) | 5,73 | 5,13 | 6,34 | 5,26 | 26,68 |

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem ($P>0,05$) pelo teste de Tukey.

Destaca-se entre os tratamentos com cana-de-açúcar o ganho médio diário dos animais suplementados com 1,3 kg/dia de concentrado, de 0,60 kg/dia, que projeta uma idade ao primeiro parto próxima de 27 meses, o que é satisfatório para as condições de criação semi-intensiva no Brasil.

Com relação AC, AG e PT, expressos em cm/dia não houve diferença ($P>0,05$) entre as dietas experimentais. Os valores de AC e AG estão próximos dos encontrados por Teixeira (2005) com fêmeas leiteiras em crescimento. Os resultados de AC (cm) ao final do experimento no presente trabalho (117,07 cm) ficam na faixa de valores médios de 117,0 cm preconizados por James (2001) para raça Pardo Suíça, da mesma idade, em pesquisa de padrões de desenvolvimento e requerimento de nutrientes em novilhas leiteiras nos EUA.

Quanto ao ganho de peso vivo em kg/cm de altura de cernelha, altura da garupa e perímetro torácico, não foi observada diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos. A Associação Brasileira de Criadores de Gado da Raça

Holandesa estabelece padrões de crescimento diferenciados, sendo maior nos rebanhos de maior potencial de produção de leite. Entretanto, a relação AC (kg/cm) é igual para todos os rebanhos, 6 kg de peso corporal/cm de ganho de altura de cernelha, para que os animais não fiquem baixos e gordos. No presente trabalho a relação AC (kg/cm) encontrada para a dieta à base de cana-de-açúcar com 1,3 e 2,0 de concentrado é próxima à proposta da ABCGH, com tendência de aumentar à medida que se elevou o fornecimento de concentrado nas dietas à base deste volumoso. Este comportamento também foi observado na dieta à base de silagem de milho. Resultados semelhantes têm sido encontrados por outros autores, com o aumento de nitrogênio não protéico ou pelo aumento na relação energia/proteína na dieta (NRC, 2001).

Na Tabela 7 são apresentados os valores da produção, os preços dos concentrados e dos volumosos em função das dietas experimentais. Quando se comparou a dieta contendo silagem de milho com as que utilizaram cana-de-açúcar em sua formulação, verificou-se um maior saldo por animal e por ganho de peso, para dieta com silagem de milho.

Nas dietas com cana-de-açúcar apesar do aumento crescente dos gastos com concentrado à medida que se elevava à participação do mesmo, observou-se um maior saldo por animal (R\$/cab./dia). Quando se comparou a dieta com silagem de milho e as demais com cana-de-açúcar em sua composição, verificou-se um maior saldo por animal (R\$/cab./dia) e por ganho de peso (R\$/kg). Resultados semelhantes foram encontrados por Costa (2004), Oliveira (2005) e Santos et al. (2005), trabalhando com vacas leiteiras. Entretanto, segundo Oliveira (2005), o maior gasto com concentrado em dietas à base de cana-de-açúcar não deve ser um obstáculo à sua adoção, pois ao simular o impacto econômico da substituição da silagem de milho por cana-de-açúcar, durante o período da “seca”, em um sistema de produção de leite, em Viçosa-MG, encontrou aumento na taxa de retorno do capital com a terra, que segundo alguns economistas é o índice que melhor caracteriza a atratividade de uma atividade (Campos & Assis, 2005).

Na Tabela 8 são apresentados os valores de pH e a concentração de amônia (N-NH₃) do líquido ruminal antes da alimentação e três horas após, para as dietas experimentais. Não houve diferença entre a dieta à base de

Tabela 7 – Custo com alimentação e saldo por ganho de peso e por animal para as dietas experimentais

| Itens | Dietas | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|
| | SM 1,3 | CA 1,3 | CA 2,0 | CA 2,7 |
| 1.0 Desempenho | | | | |
| 1.1 Ganho de peso (kg/cab./dia) | 0,892 | 0,601 | 0,657 | 0,802 |
| 2.0 Consumo da dieta (base na matéria natural) | | | | |
| 2.1 Volumoso (kg/animal/dia) | 13,856 | 12,806 | 10,848 | 10,396 |
| 2.2 Concentrado (kg/animal/dia) | 1,300 | 1,300 | 2,000 | 2,700 |
| 3.0 Preço dos produtos e alimentos | | | | |
| 3.1 Preço do peso corporal (R\$/kg) | 3,333 | 3,333 | 3,333 | 3,333 |
| 3.2 Preço do concentrado (R\$/kg) | 0,506 | 0,467 | 0,406 | 0,378 |
| 3.3 Preço da cana-de-açúcar (R\$/kg) | | 0,028 | 0,028 | 0,028 |
| 3.4 Preço da silagem de milho (R\$/kg) | 0,050 | | | |
| 4.0 Valor da produção | | | | |
| 4.1 Por animal (R\$/cab./dia) | 2,973 | 2,003 | 2,333 | 2,593 |
| 5.0 Gasto com alimentação | | | | |
| 5.1 Volumoso (R\$/cab./dia) | 0,693 | 0,359 | 0,304 | 0,291 |
| 5.2 Concentrado (R\$/cab./dia) | 0,658 | 0,607 | 0,811 | 1,022 |
| 5.3 Total por animal (R\$/cab./dia) | 1,351 | 0,966 | 1,115 | 1,313 |
| 5.4 Total por ganho de peso (R\$/kg) | 1,514 | 1,607 | 1,593 | 1,687 |
| 6.0 Saldo | | | | |
| 6.1 Por animal (R\$/cab./dia) | 1,622 | 1,038 | 1,219 | 1,281 |
| 6.2 Por ganho de peso (R\$/kg) | 1,819 | 1,727 | 1,741 | 1,646 |
| 6.3 Relativo por ganho de peso | 100 | 95 | 96 | 90 |
| 7.0 Gastos em relação ao valor da produção | | | | |
| 7.1 Volumoso (%) | 23,3 | 17,9 | 13,0 | 11,2 |
| 7.2 Concentrado (%) | 22,1 | 30,3 | 34,8 | 39,4 |
| 7.3 Total (%) | 45,4 | 48,2 | 47,8 | 50,6 |

^{1/} Preços médios dos ingredientes durante o ano de 2004 em Minas Gerais.

Tabela 8 – Valores e coeficientes de variação (CV) para o pH e a concentração de N-NH₃ do líquido ruminal nos tempos zero e três horas após a alimentação, obtidos para as dietas experimentais

| Tempo | Concentrado (kg/animal/dia) | | | | CV (%) |
|-------------------------|-----------------------------|----------------|---------|---------|--------|
| | Silagem de milho 1,3 | Cana-de-açúcar | | | |
| | | 1,3 | 2,0 | 2,7 | |
| pH | | | | | |
| 0 | 7,06 | 7,13 | 7,08 | 7,05 | 2,01 |
| 3 | 6,61 | 6,57 | 6,47 | 6,31 | 3,02 |
| NH ₃ (mg/dL) | | | | | |
| 0 | 4,87 | 6,08 | 4,31 | 5,44 | 20,55 |
| 3 | 9,75 b | 18,73 a | 20,14 a | 23,75 a | 16,60 |

Médias seguidas de mesma letra na mesma linha não diferem ($P>0,05$) pelo teste de Tukey.

silagem de milho e aquelas contendo cana-de-açúcar, e nem entre as dietas à base de cana-de-açúcar, para os valores de pH antes da alimentação e 3 horas após. Observa-se que os valores de pH em ambos os tempos de coleta encontram-se dentro da faixa de atividade normal do rúmen, $6,7 \pm 0,5$ (Van Soest, 1994).

A concentração de amônia ruminal, imediatamente antes da alimentação não diferiu entre a dieta com silagem de milho e aquelas com cana-de-açúcar em sua composição. Nas dietas à base de cana-de-açúcar, os resultados observados nesta pesquisa são superiores aos valores encontrados por Costa (2004) e Oliveira (2005) com dietas à base de cana-de-açúcar para vacas de leite.

As concentrações de amônia ruminal três horas após a alimentação foram menores para a dieta ($P<0,05$) à base de silagem de milho, que numericamente apresentou um menor consumo de proteína. Resultado contrário foi observado com vacas leiteiras por Pires et al. (1999), que encontraram maiores valores de N-NH₃ para dieta com silagem de milho, quando da substituição pela cana-de-açúcar e atribuíram o resultado à maior utilização de nitrogênio não-protéico para síntese microbiana, nas dietas com cana em virtude do maior teor de carboidratos rapidamente fermentáveis no rúmen.

Os resultados apresentados no presente trabalho para a concentração ruminal de N-NH₃, três horas após a alimentação estão acima do mínimo sugerido de 5mg/dl por Satter & Slyter (1974) e para as dietas com cana-de-açúcar acima do mínimo de 15 mg/dL por Leng & Nolan (1984) para maximização do crescimento microbiano.

A concentração de NUS é um indicativo do status protéico e energético da dieta de ruminantes, apresentando alta correlação positiva com os teores protéicos da dieta e proteína degradável no rúmen (Broderick & Clayton, 1997; Chizzotti, 2004). A concentração plasmática de uréia em animais recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado tem grande importância, pois o consumo de compostos nitrogenados pode variar nos diferentes níveis de concentrado, podendo levar a perdas de proteína, já que esse nutriente é o de maior custo na composição de ração, além do aumento do custo energético para o animal. No presente estudo, o menor valor de NUS obtido para a dieta à base de silagem de milho não pode ser justificado biologicamente.

Conclusões

A cana-de-açúcar corrigida, com uma maior participação de ração concentrada, próxima da relação volumoso: concentrado de 45:55, na base seca da dieta, pode ser utilizada em substituição a silagem de milho em sistemas de produção de leite que projetam idade ao parto próxima dos 24 meses.

Nas dietas com cana-de-açúcar o nível 1,3 kg de concentrado/dia, correspondente a uma relação volumoso: concentrado de 75:25, na base seca da dieta, apresentou-se como uma opção bastante viável para as condições de criação semi-intensiva no Brasil, que projetam idade ao primeiro parto dos 27 meses.

Referências Bibliográficas

- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. v.83, p.1598-1624, 2000.
- ANDRADE, M. A. F.; PEREIRA, M. N. Performance of Holstein heifers on fresh sugarcane as the only dietary forage. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 91, 1999. (Suppl. 1),
- BALSALOBRE, M. A. A.; FERNANDES, R. A. T.; SANTOS, P. M. Corte e transporte da cana-de-açúcar para consumo animal. In: PEIXOTO et al. (Ed.) SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., Piracicaba, 1999. Alimentação Suplementar. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 7-26.
- 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.
- CAMPOS, J. M. S.; ASSIS, A. J. Alimentação de novilhas leiteiras. In: III Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite, 3., Belo Horizonte, 2005. **Anais...** Belo Horizonte, 2005. p.155-176.
- CARVALHO, A.U.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C., et al.. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos.1.Consumo e digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.986-995, 1997.
- CHIZZOTTI, M. L. **Avaliação da casca de algodão para novilhas de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção microbiana em novilhas e vacas leiteiras**. 2004. 132 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v. 63, p.1476-1483, 1986.
- CORREA, C. E. S.; PEREIRA, M. N.; OLIVEIRA, S. G. et al. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 4, p. 621-529, Oct./Dec. 2003.
- COSTA, M. G. **Cana-de-açúcar e concentrados em diferentes proporções para vacas leiteiras**. 2004. 66 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- GALLO, P. C. S.; PEREIRA, M. N.; ANDRADE, M. A. F. Effect of dietary sugarcane concentration on heifer growth. **Journal Dairy Science**, v. 83, p. 144, 2000. (Suppl. 1).

- GOMES, T. G. **Economia da produção leiteira**. Belo Horizonte: Itambé, 2001. 132 p.
- HOFFMAN, P. C. Optimum body Size of Holstein replacements heifers. **Jornal Animal Science**, v. 75, p. 836-845, 1997.
- JAMES, R. E. Growth standards and nutrient requirements for dairy heifers – weaning to calving. **Advances in Dairy Technology**, v. 13, p. 63, 2001.
- LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; RODRIGUES, A. A. et al. A variedade IAC-862480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal. **Boletim Técnico IAC**, n. 193, 36 p. 2002
- LENG, R. A.; NOLAN, J. V. Nitrogen-metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 67, n. 5, p. 1072-1089, 1984.
- LENG, R. A., PRESTON, T. R. Sugar cane for cattle production: present constraints perspectives and research priorities. **Tropical Animal Production**, Santo Domingo, n. 1, p. 1-22, 1976.
- LICITRA, G., HERNANDEZ, T.M., VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, v.57, p.347-358. 1996.
- MACHADO, P. F. Criação de novilhas – Padrões de crescimento e necessidades nutricionais. **Gado Holandês**, n. 416, p. 19-21, 1993.
- MAGALHÃES, A. L. R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) em substituição à silagem de milho (*Zea mays*) em dietas para vacas em lactação**. 2001. 62 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- MENDONÇA, S. S. **Desempenho, síntese de proteína microbiana e comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2002. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.
- MERTENS, D. R. Factors influencing feed intake in lactating cows: From theory to application using neutral detergent fiber. In: GA NUTRITION CONFERENCE, 46, 1985, Athens. **Proceedings...** Athens: University of Georgia. 1985. p. 1-18.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 381 p.

OLIVEIRA, A. S. **Casca de café ou casca de soja em substituição ao milho em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras**. 2005. 97 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

ORTOLONI, E. L. Considerações técnicas sobre o uso da sonda esofágica na colheita do suco de rúmen de bovinos para mensuração do pH. **Arq. Esc. Vet.**, v. 33, n. 2, p. 269-275, 1981.

PIRES, A. V.; SIMAS, J. M. C.; ROCHA, M. H. M. et al. Efeito da substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar na 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...** SBZ 1999. Nutrição de Ruminantes. (CD-ROM).

PRESTON, T. R. Nutritional limitations associated with the feeding of tropical forages. **Journal of Animal Science**, v. 54, n. 4, p. 877-883, 1982.

RODRIGUES, A. A. Potencial e limitações de dietas a base de cana-de-açúcar e uréia para recria de novilhas e para vacas em lactação. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 2., 1999. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1999, p. 65-75

SANTOS, F. A. P.; VOLTOLINI, T. V.; PEDROSO, A. M. Balanceamento de rações com cana-de-açúcar para rebanhos leiteiros: até onde possível ir? In: INTERLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE, 7., 2005, Uberlândia, **Anais...** Uberlândia, 2005, p.209-245.

SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v. 32, p. 199-208, 1974.

SILVA, J. D.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235 p.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577. 1992.

SOUZA, D. P. **Desempenho, síntese de proteína microbiana e comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com caroço de algodão em substituição à cana-de-açúcar corrigida**. 2003a. 79 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.

TEIXEIRA, R. M. A. **Desempenho, síntese de proteína microbiana e comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com casca de café em substituição à silagem de milho.** 2005. 54 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação meteorológica. **Dados climáticos.** Viçosa, MG:UFV. 1997.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas.** Versão 8.0, Viçosa, MG, 2000, 142p. (manual do usuário).

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2. ed. Ithaca: Cornell, 1994. 476 p.

VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes.** Viçosa, MG: UFV, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.

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