

# BICARBONATO DE SÓDIO E LEVEDURAS COMO ADITIVOS DE DIETAS PARA VACAS LEITEIRAS MISTIÇAS

EDUARDO RODRIGUES DE CARVALHO,<sup>1</sup> SANDRO DE CASTRO SANTOS,<sup>2</sup> TÚLIO FERREIRA CAETANO,<sup>3</sup> VINÍCIUS NUNES DE GOUVÊA,<sup>4</sup> MILTON LUIZ MOREIRA LIMA<sup>5</sup> E JULIANO JOSÉ DE RESENDE FERNANDES<sup>5</sup>

1. Doutorando em Ciência Animal, Escola de Veterinária, UFG (GO)

2. Mestre em Ciência Animal, Escola de Veterinária, UFG (GO)

3. Aluno de Graduação de Agronomia, UFG (GO)

4. Aluno de Graduação de Medicina Veterinária, UFG (GO)

5. Professor do Departamento de Produção Animal, Escola de Veterinária, UFG (GO)

## RESUMO

No Experimento 1, avaliou-se o efeito do aumento do pH da silagem de sorgo pela adição de bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) sobre a produção e composição do leite de vacas mestiças primíparas F1 ( $\frac{1}{2}$  Holandesa  $\frac{1}{2}$  Jersey). A duração desse experimento foi de trinta dias, divididos em dois períodos de quinze dias. Utilizaram-se dois tratamentos: silagem de sorgo com adição de  $\text{NaHCO}_3$  na proporção de 1,3% (base na MS) e silagem de sorgo sem aditivo. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema de reversão simples. Fez-se uso de doze vacas agrupadas em dois grupos experimentais de seis animais cada um, que ao início do experimento apresentavam produção média de 15,7 litros de leite/dia  $\pm$  2,4 e DEL (dias em lactação) médio de 122 dias  $\pm$  60. Procedeu-se à avaliação da produção e da composição do leite do 13º ao 15º dia dos dois períodos experimentais, em quatro ordenhas consecutivas. No Experimento 2, analisou-se a adição de  $\text{NaHCO}_3$  (2,2% da MS), ou leveduras (20 g/vaca/dia ou 0,2% da MS), ou sua associação a uma mesma dieta (silagem de sorgo + concentrados), oferecida a vacas não lactantes fistuladas no rúmen. Efetuou-se a avaliação do CMS, CMO, CFDN, DRMS e DRFDN (a trinta horas), pH ruminal, Kd e Kt da MS, MO e FDN da digesta ruminal e frações sólida, líquida e total da digesta ruminal. A duração desse experimento foi de 56 dias, divididos em quatro períodos de quatorze dias. Os tratamentos utilizados foram os seguintes: T1 = silagem de sorgo + concentrados; T2 = silagem de sorgo + concentrados +  $\text{NaHCO}_3$  (2,2% da MS); T3 = silagem de sorgo + concentrados + leveduras (20 g/animal/dia ou 0,2% da MS) e T4 = silagem de sorgo + concentrados +  $\text{NaHCO}_3$  (2,2% da MS) + leveduras (20 g/animal/dia ou

0,2% da MS). O delineamento experimental empregado foi o Quadrado Latino 4x4. Fez-se uso de quatro vacas não lactantes fistuladas no rúmen sem padrão racial definido. No Experimento 1, não houve diferença ( $P>0,05$ ) na produção de leite, produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, teor e produção de gordura, teor e produção de proteína, teor e produção de lactose e teor e produção de extrato seco total. Concluiu-se que a adição de 1,3% de  $\text{NaHCO}_3$  à silagem de sorgo (base na MS) não contribuiu para melhorar a produção e composição do leite de vacas mestiças com produção média de 15,7 litros de leite/dia  $\pm$  2,4 e DEL médio de 122 dias  $\pm$  60. No Experimento 2, não houve efeito da adição de  $\text{NaHCO}_3$  (2,2% da MS) ou leveduras (20 g/vaca/dia ou 0,2% da MS), comparado à dieta-controle, sobre o CMS, CMO, CFDN, DRMS e DRFDN (30 horas), Kd e Kt da MS, MO e FDN da digesta ruminal, pH do fluido ruminal e frações sólida, líquida e total da digesta ruminal ( $P>0,05$ ). Da mesma forma, a associação  $\text{NaHCO}_3$  (2,2% da MS) + leveduras (20 g/vaca/dia ou 0,2% da MS) não proporcionou diferença sobre o CFDN, DRMS e DRFDN (30 horas), Kd e Kt de FDN da digesta ruminal, pH do fluido ruminal e frações sólida, líquida e total da digesta ruminal ( $P>0,05$ ), comparando-se às dietas com adição de  $\text{NaHCO}_3$  ou leveduras separadamente. No entanto, houve diferença da associação  $\text{NaHCO}_3$  + leveduras sobre o CMS, CMO, Kd e Kt da MS e MO da digesta ruminal, comparada às dietas com adição de  $\text{NaHCO}_3$  ou leveduras em separado ( $P<0,05$ ). Concluiu-se que a associação  $\text{NaHCO}_3$  (2,2% da MS) + leveduras (20 g/vaca/dia ou 0,2% da MS) foi superior aos dois aditivos adicionados separadamente, com o aumento no CMS.

PALAVRAS-CHAVES: Consumo, desaparecimento, digesta, fibra, leite, matéria seca.

## ABSTRACT

## SODIUM BICARBONATE AND YEAST AS DIET ADDITIVES FOR CROSSBRED DAIRY COWS

The objective in Experiment 1 was to evaluate the effect of the pH rise in sorghum silage through adding  $\text{NaHCO}_3$  on the milk yield and composition of crossbred primiparous cows ( $\frac{1}{2}$  Holandesa  $\frac{1}{2}$  Jersey). The Experiment lasted 30 days divided in two periods of 15 days. The two treatments were sorghum silage plus 1.3%  $\text{NaHCO}_3$  (dry matter basis) and sorghum silage without additive. The experimental design was completely randomized in a single crossing-over scheme. Twelve lactating cows were assigned in two groups of six animals each, with average production of 15.7 liters/day  $\pm$  2.4 and 122 days  $\pm$  60 days in milking. The milk yield and composition were evaluated from the 13<sup>th</sup> to 15<sup>th</sup> days of each experimental period in four consecutive milkings. The objective in Experiment 2 was to study the addition of 2.2%  $\text{NaHCO}_3$  (dry matter basis), or yeast (20 g/cow/day or 0.2% dry matter basis) or the association of both in the same diet (sorghum silage + concentrates) offered to rumen cannulated dry cows. The following parameters were evaluated: dry matter intake, organic matter intake, NDF intake, dry matter *in situ* degradability, NDF *in situ* degradability (both at 30 hours), rumen pH, ruminal digesta dry matter, organic matter and NDF disappearance (Kd), ruminal digesta dry matter, organic matter and NDF turnover (Kt) and solid, liquid and total ruminal digesta. The Experiment lasted 56 days divided in four periods of 14 days. The treatments were the following: T1 = sorghum silage + concentrates; T2 = sorghum silage + concentrates +  $\text{NaHCO}_3$  (2.2% dry matter basis), T3 = sorghum silage + concentrates + yeast (20 g/cow/day or 0.2% dry matter basis) and T4 = sorghum silage + concentrates +  $\text{NaHCO}_3$  (2.2% dry matter basis) + yeast (20 g/cow/day or 0.2% dry matter basis). The experimental design was a 4x4 Latin Square and four crossbred rumen cannulated dry cows were utilized. In

Experiment 1, there was no difference ( $P>0.05$ ) on the milk yield, 3.5% fat corrected milk yield, milk fat content and production, protein content and production, lactose content and production and total solids content and production. It was concluded that the addition of 1.3%  $\text{NaHCO}_3$  (dry matter basis) in sorghum silage did not contribute to improve both milk production and composition of crossbred cows with average production of 15.7 liters/day  $\pm$  2.4 and 122 days  $\pm$  60 days in milking. In Experiment 2, there was no effect of the addition of  $\text{NaHCO}_3$  (2.2% dry matter basis) or yeast (20 g/cow/day or 0.2% dry matter basis) on the dry matter intake, organic matter intake, NDF intake, dry matter *in situ* degradability, NDF *in situ* degradability (both at 30 hours), ruminal digesta dry matter, organic matter and NDF disappearance rates (Kd), ruminal digesta dry matter, organic matter and NDF turnovers (Kt), rumen pH, and solid, liquid and total ruminal digesta fractions ( $P>0.05$ ), compared to the control diet. Likewise, the association  $\text{NaHCO}_3$  (2.2% dry matter basis) + yeast (20 g/cow/day or 0.2% dry matter basis) did not have effect on the NDF intake, dry matter *in situ* degradability, NDF *in situ* degradability (both at 30 hours), ruminal digesta NDF Kd and Kt, rumen pH, and solid, liquid and total ruminal digesta fractions ( $P>0.05$ ), compared to the diets with addition of  $\text{NaHCO}_3$  or yeast separately. On the other hand, there was difference of the association  $\text{NaHCO}_3$  + yeast on the dry matter intake, organic matter intake and ruminal digesta dry matter and organic matter Kd and Kt, compared to the diets with addition of  $\text{NaHCO}_3$  or yeast separately ( $P<0.05$ ). It was concluded that the association  $\text{NaHCO}_3$  (2.2% dry matter basis) + yeast (20 g/cow/day or 0.2% dry matter basis) was superior to each additive added separately due to increase on dry matter intake.

KEY WORDS: Digesta, disappearance, dry matter, fiber, intake, milk.

## INTRODUÇÃO

No Brasil Central, as silagens representam a principal forma de conservação de plantas forrageiras, sendo que o seu valor nutritivo é determinado principalmente pela associação entre digestibilidade dos nutrientes e ingestão de matéria seca (MS). A menor ingestão de silagens pode decorrer da baixa palatabilidade, da reduzida taxa de passagem pelo rúmen e do desbalanceamento

no suprimento de aminoácidos e de energia aos tecidos animais (HUHTANEN et al., 2002).

É fundamental conhecer como vacas leiteiras regulam o consumo de MS, pela sua influência direta na produção de leite, assim como pela estreita correlação entre o consumo de MS, nível de aptidão leiteira e estágio da lactação dos animais. Alguns fatores que regulam o consumo de MS das silagens são as seguintes: palatabilidade, balanço de nutrientes essenciais, resistência à degradação

estrutural pela mastigação e digestão, teor de água, eletrólitos e outros componentes secundários. O aumento na ingestão de MS de uma determinada silagem depende, fundamentalmente, do aumento na taxa de passagem e da digestibilidade dos nutrientes (WESTON, 1996).

A ingestão de MS das silagens apresenta correlação positiva com os seus teores de MS, nitrogênio e ácido láctico. Todavia, correlaciona-se negativamente com o teor de ácido acético e amônia. Quando avaliado isoladamente, o pH da silagem não é responsável por uma variação significativa na ingestão de MS, porém, nas análises de regressão em que o pH foi avaliado juntamente com uma das medidas do padrão de fermentação das silagens, os resultados foram significativos, e o pH correlacionou-se positivamente com a ingestão de MS (NUSSIO et al., 2003).

O bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) é um aditivo inorgânico e também considerado tamponante, ou seja, um composto que em solução aquosa resiste às mudanças do pH daquela solução quando outro ácido ou base é adicionado ao meio (ERDMAN, 1988a). Já as leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) são classificadas como aditivo microbiano. Ambos têm como principal propriedade melhorar as condições fisiológicas do rúmen, porém apresentam modos de ação distintos.

Vacas leiteiras dispõem de três maneiras básicas de tamponar os ácidos orgânicos ingeridos da silagem ou aqueles produzidos pela fermentação ruminal: capacidade tamponante presente na saliva, capacidade tamponante dos alimentos ingeridos e adição voluntária de tamponantes (ERDMAN, 1988a). WEST et al. (1987) avaliaram a adição de  $\text{NaHCO}_3$  e carbonato de potássio ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) a uma dieta contendo 40% de silagem de milho e 60% de concentrados (base na MS), observando que o pH ruminal pós-prandial de todos os tratamentos atingiu o menor valor quatro horas após a alimentação, sendo 5,65 na dieta controle e 6,0 na dieta com  $\text{NaHCO}_3$ , comprovando, assim, a eficácia desse aditivo como tamponante. MERTENS (1979) afirmou que a digestibilidade da fração fibrosa da dieta é máxima quando o pH ruminal está em 6,8; e declina rapidamente à medida que esse também decresce.

Os resultados encontrados na literatura sobre o consumo de MS de dietas adicionadas com  $\text{NaHCO}_3$  para vacas leiteiras não são consistentes. ERDMAN et al. (1980) e KILMER et al. (1980), em avaliação da adição de 1,5% e 0,72% de  $\text{NaHCO}_3$  (base na MS), respectivamente, em dietas à base de silagem de milho, verificaram aumento no consumo de MS das dietas adicionadas com  $\text{NaHCO}_3$ .

Resultados contrários aos de ERDMAN et al. (1980) e KILMER et al. (1980) foram obtidos por ERDMAN et al. (1982), SNYDER et al. (1983), ROGERS et al. (1985) e ERDMAN & SHARMA (1989), que adicionaram, respectivamente, 1%; 1,2%; 1,2% e 0,75% de  $\text{NaHCO}_3$  em dietas tendo a silagem de milho como única fonte de volumoso, não observando respostas da adição de  $\text{NaHCO}_3$  sobre o consumo de MS.

SHAYER et al. (1984), ERDMAN (1988b) e NDWIGA et al. (1990) realizaram experimentos em que a silagem de milho foi oferecida separadamente do concentrado. Nesses trabalhos, mediou-se o consumo de MS da silagem de milho, ao contrário dos estudos feitos por ERDMAN et al. (1980), KILMER et al. (1980), ERDMAN et al. (1982), SNYDER et al. (1983), ROGERS et al. (1985) e ERDMAN & SHARMA (1989), em que se mediu o consumo de MS das dietas.

SHAYER et al. (1984) avaliaram quatro níveis de inclusão de  $\text{NaHCO}_3$  (0%, 2%, 4% e 6%, base na MS) e concluíram que o maior consumo ocorreu com 4% de adição, havendo efeito quadrático entre os tratamentos. ERDMAN (1988b) avaliou a adição de 4% de  $\text{NaHCO}_3$  (base na MS) e constatou aumento no consumo de MS da silagem de milho adicionada com  $\text{NaHCO}_3$ . SHAYER et al. (1984) e ERDMAN (1988b) concluíram que as melhores respostas no consumo de MS ocorreram quando o pH da silagem de milho foi elevado para valores entre 5,62 a 5,94 após a adição de  $\text{NaHCO}_3$ . Nessa faixa de pH, as condições fisiológicas ruminais se tornaram mais equilibradas para a digestibilidade da fibra, resultando no aumento do consumo de MS. No entanto, NDWIGA et al. (1990) obtiveram resultados distintos de SHAYER et al. (1984) e ERDMAN (1988b), pois não notaram diferença

no consumo de MS da silagem de milho adicionada com 5,5%  $\text{NaHCO}_3$  (base na MS), comparado à silagem sem aditivo. NDWIGA et al. (1990) reportaram que o pH da silagem de milho após a adição de  $\text{NaHCO}_3$  atingiu 5,1 (aquém, portanto, da faixa ideal afirmada por SHAVER et al. (1984) e ERDMAN (1988b).

A revisão realizada por ERDMAN (1988a) mostrou que, nos dezessete experimentos em que a silagem de milho foi a única fonte de volumoso oferecida a vacas leiteiras no início da lactação, a adição de  $\text{NaHCO}_3$  aumentou em média 0,5 kg no consumo de MS e 1,1 kg na produção de leite corrigida para 4% de gordura e 0,16 pontos percentuais no teor de gordura.

Os aditivos alimentares microbianos, definidos como fontes de microorganismos vivos (viáveis), incluem bactérias, fungos e leveduras. Os dois últimos são considerados os mais importantes e comumente utilizados nas dietas de vacas leiteiras. Porém, são frequentemente citados como sinônimos, apesar de serem distintos. Dentre as culturas de leveduras, destaca-se particularmente a espécie *Saccharomyces cerevisiae* (TONISSI & GOES, 2004).

Basicamente, as destilarias de álcool e as cervejarias são as indústrias que fornecem leveduras para a alimentação de vacas leiteiras. Nas usinas de álcool, durante a fase de fermentação alcoólica do melaço, são utilizadas leveduras, que posteriormente são recuperadas pelo processo de centrifugação. Após secagem e moagem, as leveduras podem ser então utilizadas como aditivos para vacas leiteiras. Em média, cada litro de álcool origina doze litros de vinhaça que, por sua vez, apresenta 1% de células de *Saccharomyces cerevisiae* (TONISSI & GOES, 2004).

*Saccharomyces cerevisiae* tem grande afinidade por oxigênio ( $\text{O}_2$ ), melhorando as condições do rúmen para os microorganismos anaeróbicos. O conteúdo ruminal é essencialmente anaeróbico, mas pequenas concentrações de  $\text{O}_2$  dissolvido podem ser encontradas. O  $\text{O}_2$  entra no rúmen (entre 60 a 100  $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{L}$ ) através do alimento e da saliva, e é tóxico às bactérias anaeróbicas, além de reduzir a adesão das bactérias celulolíticas à celulose, uma das fontes de energia

para vacas leiteiras. Como a atividade respiratória de *Saccharomyces cerevisiae* (200 a 300  $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}$ ) é maior que a concentração de  $\text{O}_2$  que entra no fluido ruminal, pequenas quantidades de leveduras (até 20 g/animal/dia) podem trazer resultados satisfatórios no desempenho de vacas leiteiras (NEWBOLD et al., 1996).

O pH ideal para o crescimento das leveduras é cerca de 4,5. Em condições normais, o rúmen apresenta pH ente 6,4 a 7,0, o que reduz a taxa de crescimento e multiplicação das leveduras. É por isso que as leveduras devem ser suplementadas continuamente, em virtude de estarem constantemente fora da faixa ideal do pH (NEWBOLD et al., 1996; ROSE, 1997).

Os resultados encontrados na literatura sobre o consumo de MS de dietas adicionadas com leveduras para vacas leiteiras são inconsistentes. ERDMAN & SHARMA (1989) adicionaram 1% de leveduras (base na MS) em uma dieta contendo 40% de silagem de milho e 60% de concentrados (base na MS) e não observaram diferença no consumo de MS. KUNG JR et al. (1997) realizaram dois experimentos: no primeiro, as vacas se encontravam no terço médio da lactação e apenas uma dosagem de leveduras foi empregada (10 g/vaca/dia). No segundo ensaio, os animais se encontravam no terço inicial da lactação e houve dois níveis de inclusão de leveduras (10 e 20 g/vaca/dia). Em ambos os experimentos não houve diferença no consumo de MS das dietas. SANTOS et al. (2006), por sua vez, estudaram a suplementação com leveduras (0,5 g/vaca/dia) em uma dieta em que a silagem de milho foi a única fonte de volumoso e não observaram efeito da suplementação com leveduras sobre o consumo de MS.

Resultados contrários aos obtidos por ERDMAN & SHARMA (1989), KUNG JR. et al. (1997) e SANTOS et al. (2006) foram relatados por WOHLT et al. (1991), que suplementaram 10 g de leveduras/vaca/dia em um experimento que teve início trinta dias antes da data prevista das parições e se estendeu por dezoito semanas de lactação. A dieta utilizada nesse ensaio consistiu de 50% de silagem de milho e 50% de concentrados (base na MS). Houve resposta

da suplementação de leveduras no consumo de MS da dieta (14,9 kg/vaca/dia) em relação ao tratamento-controle (13,8 kg/vaca/dia) nas seis primeiras semanas de lactação.

Assim, objetivou-se avaliar, no Experimento 1, o efeito do aumento do pH da silagem de sorgo pela adição de  $\text{NaHCO}_3$  sobre a produção e composição do leite de vacas mestiças primíparas F1 ( $\frac{1}{2}$  Holandesa  $\frac{1}{2}$  Jersey). No Experimento 2, objetivou-se estudar a adição de  $\text{NaHCO}_3$ , ou leveduras, ou sua associação a uma mesma dieta oferecida a vacas não lactantes fistuladas no rúmen sobre o consumo de MS e parâmetros ruminais.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Experimento 1

O Experimento 1 foi realizado na Fazenda da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás (EV/UFG), no período de 4 de julho a 2 de agosto de 2007, e teve a duração de trinta dias, divididos em dois períodos de quinze dias. Utilizaram-se dois tratamentos: silagem de sorgo com adição de  $\text{NaHCO}_3$  na proporção de 1,3% (base na MS) e silagem de sorgo sem aditivo. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema de reversão simples. Fez-se uso de doze vacas mestiças primíparas F1 ( $\frac{1}{2}$  Holandesa  $\frac{1}{2}$  Jersey) agrupadas em dois grupos experimentais de seis animais cada um, que ao início do experimento apresentavam produção média de 15,7 litros de leite/dia  $\pm$  2,4 e DEL (dias em lactação) médio de 122 dias  $\pm$  60.

Ordenhavam-se as vacas duas vezes ao dia (6h e 16h). Elas eram alimentadas com silagem de sorgo (com e sem adição de  $\text{NaHCO}_3$ ) uma única vez ao dia, às 17h 30min, em área de alimentação coletiva, procurando-se obter 10% a 15% de sobras para garantir o máximo consumo voluntário por parte dos animais. Adotou-se o consumo coletivo de MS das silagens de sorgo com e sem adição de  $\text{NaHCO}_3$  nos dois grupos experimentais, extrapolando-se, posteriormente,

para valores de consumo individual, visando determinar a composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais (Tabela 1). Os concentrados foram oferecidos nos estábulos adjacentes à sala de ordenha (separadamente à silagem de sorgo) duas vezes ao dia, logo após as ordenhas, na quantidade de 5 kg/vaca/dia (2,5 kg pela manhã e 2,5 kg à tarde). Forneceu-se casca de soja uma única vez ao dia às 13h na área de alimentação coletiva (2 kg/vaca/dia). No momento da oferta da casca de soja, a silagem de sorgo remanescente nos comedouros dos dois grupos experimentais era varrida para as extremidades e só então a casca de soja era distribuída. Após a total ingestão desse subproduto, que durava em média dez a doze minutos, a silagem de sorgo com e sem adição de  $\text{NaHCO}_3$  era novamente distribuída ao longo dos dois comedouros. Adotou-se esse procedimento para evitar estímulo no consumo das silagens, o que traria efeito de confundimento nas respostas experimentais.

A adição de  $\text{NaHCO}_3$  (1,3% da MS) à silagem de sorgo foi realizada de forma manual, dentro do comedouro, objetivando-se a maior homogeneização possível. O mesmo procedimento foi adotado na mistura de ureia + sulfato de amônio (razão de 9:1; 1,1% da MS), porém incluiu-se esse ingrediente nos dois tratamentos.

A duração dos dois períodos experimentais foi de quinze dias cada, sendo doze de adaptação e três para coleta dos dados e amostras dos tratamentos. Avaliou-se a produção de leite do 13º ao 15º dia dos dois períodos experimentais, em quatro ordenhas consecutivas, sendo a primeira no 13º dia à tarde, a segunda no 14º dia pela manhã, a terceira no 14º dia à tarde e a última no 15º dia pela manhã. Corrigiu-se a produção de leite para 3,5% de gordura (LCG 3,5%) segundo TYRRELL & REID (1965), em que  $\text{LCG } 3,5\% = (0,4324 \cdot \text{kg de leite/dia}) + (16,216 \cdot \text{kg de gordura/dia})$ .

Simultaneamente à avaliação de desempenho, também se realizou a coleta de 96 amostras de leite (doze vacas, oito ordenhas/vaca durante todo o experimento) em frascos contendo bronopol (conservante antibactericida), sendo

enviadas para análises dos teores de gordura, proteína, lactose e EST (extrato seco total) no Laboratório do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária da UFG. O aparelho utilizado para essas análises foi o Milkoscan 4000 Basic® com princípio analítico infravermelho próximo.

Determinaram-se as produções de gordura (kg/dia), proteína (kg/dia), lactose (kg/dia) e extrato seco total (kg/dia) do leite pela média ponderada das quatro ordenhas nos dois períodos experimentais.

Amostras das silagens, concentrados e casca de soja também foram coletadas do 13° ao 15° dia dos dois períodos experimentais, congeladas a -10°C, e posteriormente analisadas quanto aos teores de MS, MM (matéria mineral), MO (matéria orgânica) e PB (proteína bruta) segundo SILVA & QUEIROZ (2002), e FDN (fibra em detergente neutro) segundo VAN SOEST et al. (1991), no Laboratório de Nutrição Animal da EV/UFG. As dietas (isoenergéticas e isonitrogenadas) foram calculadas de acordo com o NRC (2001) para atender às exigências nutricionais de vacas mestiças com peso vivo médio de 450 kg e produção média de 15 litros de leite/dia.

Determinou-se o pH das silagens de sorgo pela diluição de 10 g de amostra em 90 ml de água destilada, medido em potenciômetro digital modelo Licit®. A composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais encontra-se na Tabela 1 e a composição bromatológica dos ingredientes, das dietas experimentais e valores de pH das silagens de sorgo com e sem adição de NaHCO<sub>3</sub>, na Tabela 2.

Procedeu-se à análise estatística dos dados pelo programa SAS (2002) mediante o PROC GLM. O modelo matemático adotado na análise de variância foi o seguinte:  $Y_{ijk} = \mu + P_i + T_j + e_{ijk}$ , em que:  $y_{ijk}$  = variáveis dependentes;  $\mu$  = média geral de todas as observações;  $P_i$  = efeito do i-ésimo período ( $i = 1, 2$ );  $T_j$  = efeito do j-ésimo tratamento ( $j = 1, 2$ );  $e_{ijk}$  = efeito do erro residual não controlado.

**TABELA 1.** Composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais com base na MS

Ingredientes	Dietas	
	Com NaHCO <sub>3</sub>	Sem NaHCO <sub>3</sub>
Silagem de sorgo	56,7	57,6
Concentrado*	29,3	29,6
Casca de soja	11,6	11,7
Bicarbonato de sódio	1,3	
Ureia + sulfato de amônio	1,1	1,1
Total	100	100

\* 62,3% de milho + 33,3% de farelo de soja + 1,7% de calcário calcítico + 2,7% de sal mineral

**TABELA 2.** Composição bromatológica dos ingredientes, das dietas experimentais e valores de pH das silagens de sorgo com e sem adição de NaHCO<sub>3</sub>

Teores	Ingredientes			
	Silagem de sorgo	Silagem de sorgo + NaHCO <sub>3</sub>	Concentrado*	Casca de soja
pH	3,9	4,5		
MS (%)	30,1	31,6	89,1	88,5
MM (% da MS)	4,3	5,2	6,7	3,2
MO (% da MS)	95,7	94,8	93,3	96,8
PB (% da MS)	9,9	8,5	16,8	10,9
FDN (% da MS)	52,7	52,8	20,4	67,1

	Dietas	
	Com NaHCO <sub>3</sub>	Sem NaHCO <sub>3</sub>
MS (%)	54,3	54,1
MM (% da MS)	5,3	4,8
MO (% da MS)	94,7	95,2
PB (% da MS)	11,0	12,0
FDN (% da MS)	43,7	44,2

\* 62,3% de milho + 33,3% de farelo de soja + 1,7% de calcário calcítico + 2,7% de sal mineral

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro

## Experimento 2

Desenvolveu-se o Experimento 2 na Fazenda da EV/UFG, no período de 24 de agosto a 18 de outubro de 2007, com a duração de 56 dias, divididos em quatro períodos de quatorze dias (nove de adaptação e cinco para coleta dos

dados e amostras dos tratamentos). Os tratamentos utilizados foram os seguintes: T1 = silagem de sorgo + concentrados; T2 = silagem de sorgo + concentrados +  $\text{NaHCO}_3$  (2,2% da MS); T3 = silagem de sorgo + concentrados + leveduras (20 g/animal/dia ou 0,2% da MS) e T4 = silagem de sorgo + concentrados +  $\text{NaHCO}_3$  (2,2% da MS) + leveduras (20 g/animal/dia ou 0,2% da MS). O delineamento experimental empregado foi o Quadrado Latino 4x4. Fez-se uso de quatro vacas não lactantes fistuladas no rúmen, sem padrão racial definido, alojadas em baias individuais, as quais tiveram acesso livre à água e foram alimentadas uma vez ao dia às 7h.

Calculou-se o consumo de matéria seca (CMS) por meio da diferença entre a quantidade da dieta oferecida menos a recusada nos cinco dias dos períodos de coleta do experimento, procurando-se obter 10% a 15% de sobras, para que houvesse o máximo consumo voluntário por parte dos animais.

Procedeu-se à determinação da degradação ruminal *in situ* da MS e FDN no primeiro e segundo dias dos períodos de coleta, seguindo-se a metodologia de ØRSKOV & McDONALD (1979). Amostras das dietas experimentais foram secas em estufa a 60°C por 72 horas e moídas em moinho com peneira de 5 mm. Pesaram-se 5,5 g de cada dieta, sendo acondicionadas em sacos de náilon com porosidade de 50  $\mu\text{m}$  e tamanho de 14 x 7 cm. Amarraram-se bolsas contendo as dietas experimentais em uma das extremidades de um cordão de plástico. Na outra extremidade, atou-se uma corrente de 300 g, para que as bolsas tivessem contato homogêneo tanto com a fração líquida quanto sólida da digesta ruminal. Na outra ponta da corrente foi amarrado um fio de náilon de 50 cm que saía do rúmen para o ambiente externo no encaixe entre a tampa da cânula e a sua borda externa. Amarrou-se um pedaço roliço de madeira de 10 cm de comprimento no final do fio de náilon, para evitar que ele voltasse para o rúmen com as contrações ruminiais.

Incubaram-se as bolsas em duplicata, sendo colocadas às 8h e retiradas às 14h do dia seguinte, perfazendo trinta horas de incubação. Após a retirada, elas foram imediatamente imersas em água

gelada para cessar a fermentação e lavadas em água corrente até ficarem límpidas. Depois disso, foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal da EV/UFG, secas em estufa a 60°C por 72 horas, para determinação da degradação *in situ* da MS (DRMS), segundo a seguinte equação:  $\text{DRMS} = [(\text{peso da amostra incubada} - \text{peso do conteúdo remanescente}) / \text{peso da amostra incubada}] * 100$ . Para determinação da degradação *in situ* FDN (DRFDN), moeram-se os conteúdos remanescentes das bolsas em moinho com peneira de 1 mm, sendo analisados quanto ao teor de FDN (VAN SOEST et al., 1991), aplicando-se a seguinte equação:  $\text{DRFDN} = 100 - [(\% \text{FDN do conteúdo remanescente} * \text{peso do conteúdo remanescente}) / (\% \text{FDN da amostra incubada} * \text{peso da amostra incubada})]$ . Corrigiram-se, posteriormente, os valores encontrados para DRMS e DRFDN para MS a 105°C.

No terceiro dia dos períodos de coleta, foi determinado o pH do líquido ruminal, seguindo o método de WEST et al. (1987). Coletaram-se amostras da digesta ruminal em vários pontos do rúmen das vacas nos tempos 0, 3, 6, 9 e 12 horas pós-alimentação, sendo a fração líquida separada da sólida espremendo-se manualmente o conteúdo ruminal dentro de um tecido poroso. O pH do líquido ruminal foi então medido através de potenciômetro digital modelo Licit®.

No quarto e quinto dias dos períodos de coleta determinaram-se a porcentagem da taxa de desaparecimento (Kd) da MS, MO e FDN da digesta ruminal e o tempo de renovação em horas (Kt) da MS, MO e FDN da digesta ruminal. Realizaram-se dois esvaziamentos ruminiais em dois dias consecutivos: o primeiro, duas horas antes da alimentação, e o segundo, duas horas depois da alimentação. O conteúdo ruminal foi evacuado completamente e as frações líquida e sólida da digesta ruminal separadas de forma manual, espremendo-as dentro de um tecido poroso. Em seguida, pesaram-se as frações sólida e líquida, determinando-se o peso da digesta ruminal (DADO & ALLEN, 1995). Amostras de 500 g da digesta ruminal foram reconstituídas, obedecendo-se às mesmas proporções das frações sólida e líquida da digesta ruminal original, e analisadas

quanto aos teores de MS e MO de acordo com SILVA & QUEIROZ (2002), e FDN segundo VAN SOEST et al. (1991). O Kd da MS, MO e FDN da digesta ruminal, assim como o Kt da MS, MO e FDN da digesta ruminal foram obtidos de acordo com as fórmulas propostas por HARVATINE et al. (2002):

$$\begin{aligned} \% \text{ Kd MS} &= \left[ \frac{\text{CMS (kg/dia)}}{\text{MSDR}} / 24 \right] \times 100 & \text{Kt MS (h)} &= \left[ \frac{1}{\% \text{ Kd MS}} \right] \times 100 \\ \% \text{ Kd MO} &= \left[ \frac{\text{CMO (kg/dia)}}{\text{MODR}} / 24 \right] \times 100 & \text{Kt MO (h)} &= \left[ \frac{1}{\% \text{ Kd MO}} \right] \times 100 \\ \% \text{ Kd FDN} &= \left[ \frac{\text{CFDN (kg/dia)}}{\text{FDNDR}} / 24 \right] \times 100 & \text{Kt FDN (h)} &= \left[ \frac{1}{\% \text{ Kd FDN}} \right] \times 100 \end{aligned}$$

em que CMS = consumo de matéria seca em kg/vaca/dia; CMO = consumo de matéria orgânica em kg/vaca/dia; CFDN = consumo de FDN em kg/vaca/dia; MSDR = MS da digesta ruminal em kg; MODR = MO da digesta ruminal em kg; FDNDR = FDN da digesta ruminal em kg.

Amostras das dietas experimentais foram coletadas nos quatro períodos, congeladas a  $-10^{\circ}\text{C}$  e posteriormente analisadas quanto aos teores de MS, MM, MO e PB, segundo SILVA & QUEIROZ (2002), e FDN, segundo VAN SOEST et al. (1991), no Laboratório de Nutrição Animal da EV/UFG. Determinou-se o pH das dietas mediante diluição de 10 g de amostra em 90 ml de água destilada, medindo-se em potenciômetro digital modelo Licit<sup>®</sup>.

A composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais, assim como a composição bromatológica e valores de pH das dietas encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 3 e 4. Procedeu-se à análise estatística dos dados pelo programa SAS (2002), mediante o PROC GLM, utilizando-se contrastes ortogonais entre os tratamentos. O modelo matemático adotado na análise de variância foi o seguinte:  $Y_{ijkl} = \mu + V_i + P_j + T_k + e_{ijkl}$  em que:  $y_{ijkl}$  = variáveis dependentes;  $\mu$  = média geral de todas as observações;  $V_i$  = efeito da  $i$ -ésima vaca ( $i = 1, 2, 3, 4$ );  $P_j$  = efeito do  $j$ -ésimo período ( $j = 1, 2, 3, 4$ );  $T_k$  = efeito do  $k$ -ésimo tratamento ( $T = 1, 2, 3, 4$ );  $e_{ijkl}$  = efeito do erro residual não controlado.

**TABELA 3.** Composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais com base na MS

Ingredientes	Cont	Bic	Lev	Bic + Lev
Silagem de sorgo	91,6	89,8	91,4	89,5
Farelo de soja	5,6	5,4	5,6	5,5
Uréia	1,4	1,3	1,4	1,3
Sal mineral proteinado*	1,4	1,3	1,4	1,3
NaHCO <sub>3</sub>	-	2,2	-	2,2
Leveduras	-	-	0,2	0,2
Total	100	100	100	100

Cont = dieta-controle; Bic = dieta-controle + NaHCO<sub>3</sub>; Lev = dieta-controle + leveduras; Bic + Lev = dieta-controle + NaHCO<sub>3</sub> + leveduras  
\* 67,5% de farelo de soja + 16,5% de ureia + 16,5% de sal mineral.

**TABELA 4.** Composição bromatológica e valores de pH das dietas experimentais

Teores	Cont	Bic	Lev	Bic + Lev
pH	4,2	6,2	4,2	5,0
MS (%)	31,8	31,9	32,3	31,9
MM (% da MS)	5,4	5,4	4,6	5,1
MO (% da MS)	94,6	94,6	95,4	94,9
PB (% da MS)	9,4	7,8	10,0	9,5
FDN (% da MS)	46,8	47,0	49,6	46,0

Cont = dieta-controle; Bic = dieta-controle + NaHCO<sub>3</sub>; Lev = dieta-controle + leveduras; Bic + Lev = dieta-controle + NaHCO<sub>3</sub> + leveduras  
MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Experimento 1

Durante o período de coleta dos dados, o consumo médio diário de MS da silagem de sorgo com e sem adição de NaHCO<sub>3</sub> nos dois lotes experimentais foi de 52 e 52,5 kg, respectivamente. Os valores médios de produção e composição do leite encontram-se na Tabela 5. Observa-se que não houve diferença ( $P > 0,05$ ) nas variáveis analisadas, evidenciando que a adição de 1,3% de NaHCO<sub>3</sub> (base na MS) na silagem de sorgo não contribuiu para melhorar o desempenho e a composição do leite de vacas leiteiras mestiças no terço médio da lactação.



**TABELA 5.** Médias, coeficientes de variação (CV) e níveis de significância para a produção e composição do leite de vacas alimentadas com silagem de sorgo adicionada com NaHCO<sub>3</sub>

Parâmetro	Silagem de sorgo		P>F	CV (%)
	Com NaHCO <sub>3</sub>	Sem NaHCO <sub>3</sub>		
Produção (L/dia)	15,5	16,4	0,1168	16,7
LCG 3,5% (L/dia)	16,8	17,7	0,2373	15,7
% gordura	4,05	4,02	0,8464	15,4
Gordura (kg/dia)	0,62	0,65	0,3446	17,7
% proteína	3,25	3,31	0,2191	7,6
Proteína (kg/dia)	0,5	0,54	0,1357	18,3
% lactose	4,66	4,62	0,3679	3,8
Lactose (kg/dia)	0,72	0,76	0,1142	15,8
% EST *	12,9	12,9	0,9644	6,3
EST (kg/dia)	2,0	2,1	0,1854	15,4

LCG 3,5% (L/dia) = leite corrigido para 3,5% de gordura

\* % de extrato seco total.

Os resultados apresentados na Tabela 5 estão em desacordo com alguns relatos encontrados na literatura. ERDMAN et al. (1980) notaram resposta na adição de 1,5% de NaHCO<sub>3</sub> na dieta (base na MS) tanto na produção de leite (36,1 kg/dia) quanto na produção de leite corrigida para 4% de gordura (35,1 kg/dia), enquanto que no tratamento controle esses valores foram respectivamente de 34,5 kg/dia e 32,5 kg/dia. No entanto, não houve diferença na porcentagem de gordura do leite entre os dois tratamentos (3,96% na dieta com NaHCO<sub>3</sub> e 3,8% na dieta-controle). KILMER et al. (1980) verificaram que a produção de leite (32,5 kg/dia) e a produção de leite corrigida para 4% de gordura (31,9 kg/dia) das vacas que receberam dieta com 0,72% de NaHCO<sub>3</sub> (base na MS) foram superiores à produção de leite (29,7 kg/dia) e produção de leite corrigida para 4% de gordura (28,9 kg/dia) dos animais que receberam a dieta-controle. Todavia, o teor de gordura do leite não variou entre os dois tratamentos, fato também ocorrido no presente trabalho e nos relatos de ERDMAN et al. (1980).

ERDMAN et al. (1982) pesquisaram a adição de 1% de NaHCO<sub>3</sub> na dieta (base na MS) e observaram que não houve diferença na produção de leite (34,6 kg/dia na dieta controle e 31,5 kg/dia na dieta com NaHCO<sub>3</sub>) e produção de leite corrigida para 4% de gordura (29,8 kg/dia na dieta-controle e 29,9 kg/dia na dieta com NaHCO<sub>3</sub>). Porém, houve efeito da adição de NaHCO<sub>3</sub> à dieta sobre a

porcentagem de gordura (3,78%), em comparação à dieta-controle (3,26%).

SNYDER et al. (1983) relataram que não houve efeito da adição de 1,2% de NaHCO<sub>3</sub> à dieta (base na MS) sobre a produção de leite (22,6 kg/dia no tratamento controle e 24,5 kg/dia no tratamento com NaHCO<sub>3</sub>). Todavia, ocorreram respostas da adição de NaHCO<sub>3</sub> sobre a porcentagem de gordura (3,69%), produção diária de gordura (0,91 kg/dia) e produção de leite corrigida para 4% de gordura (23,1 kg/dia), em comparação com a dieta-controle, cujos mesmos parâmetros foram respectivamente de 3,03%, 0,69 kg/dia e 19,3 kg/dia. Corroborando os resultados de SNYDER et al. (1983), ERDMAN (1988b) estudou a adição de 4% de NaHCO<sub>3</sub> (base na MS) na silagem de milho sobre o desempenho de vacas leiteiras no terço inicial da lactação e também não constatou diferença na produção de leite. Contudo, a porcentagem de gordura do leite das vacas que foram alimentadas com silagem de milho + NaHCO<sub>3</sub> foi superior ao tratamento-controle (4,15% e 3,79%, respectivamente), resultando também em diferença na produção de leite corrigida para 4% de gordura na silagem de milho com adição de NaHCO<sub>3</sub> (40,9 kg/dia), comparando-se ao tratamento-controle (38,1 kg/dia).

Resultados semelhantes obtidos no presente trabalho foram reportados por ROGERS et al. (1985), WEST et al. (1987) e ERDMAN & SHARMA (1989), que estudaram a adição

de  $\text{NaHCO}_3$  nos níveis de 1,2%, 1,5% e 0,75%, respectivamente, e não constataram efeito sobre a produção de leite, teor e produção diária de gordura do leite e produção de leite corrigida para 4% de gordura. Ressalta-se que o DEL médio das vacas utilizadas nos experimentos desses autores foi respectivamente de 108, 74 e 154 dias, relativamente próximo ao DEL das vacas empregadas nesta pesquisa (122 dias  $\pm$  60).

Uma das possíveis causas para o fato de não ter havido diferença no presente trabalho diz respeito ao teor de FDN das dietas experimentais, cujo valor no tratamento em que houve adição de  $\text{NaHCO}_3$  foi de 43,7% (Tabela 2). Essa condição, por si só, pode ter sido responsável pelo funcionamento do rúmen de forma equilibrada, evitando flutuações drásticas pós-prandiais do pH ruminal, criando condições adequadas para a digestão da fibra e proporcionando equilíbrio entre as atividades de mastigação e ruminação, não justificando, portanto, o uso do  $\text{NaHCO}_3$  como tamponante ruminal. Os resultados que vão ao encontro dessa afirmação referem-se aos teores de gordura do leite nos dois tratamentos (4,05% na silagem de sorgo com  $\text{NaHCO}_3$  e 4,02% na silagem-controle, Tabela 5), considerados adequados, levando-se em conta o padrão racial das vacas utilizadas neste experimento (½ Holandesa ½ Jersey).

Corroborando a hipótese mencionada, KILMER et al. (1980), ERDMAN et al. (1982) e ERDMAN (1988b), que encontraram respostas decorrentes da adição de  $\text{NaHCO}_3$  sobre a produção de leite, teor e produção de gordura do leite ou produção de leite corrigida para 4% de gordura, reportaram em seus ensaios teores respectivos de FDN de 38,5%, 27,5% e 26% (base na MS), menores, portanto, do teor registrado na dieta com adição de  $\text{NaHCO}_3$  no presente trabalho (43,7%; Tabela 2), isso porque as vacas utilizadas por KILMER et al. (1980), ERDMAN et al. (1982) e ERDMAN (1988b) se encontravam no terço inicial de lactação e eram animais de alta produção, exigindo, portanto, maiores níveis de energia e proteína, e conseqüentemente, menores teores de FDN nas dietas. ERDMAN et al. (1980), que também obtiveram diferença na utilização do  $\text{NaHCO}_3$  sobre a produção de leite e produção de

leite corrigida para 4% de gordura, não citaram o teor de FDN na dieta utilizada em seu ensaio.

Seguindo essa mesma linha de raciocínio, KILMER et al. (1980) e ERDMAN et al. (1982) argumentaram que o maior benefício na utilização do  $\text{NaHCO}_3$  está na manutenção dos níveis adequados da gordura do leite de vacas de alta produção, quando, logo após o parto, esses animais passam a receber dietas ricas em energia após terem sido alimentadas no período seco com dietas com alto teor de volumoso e pouco ou até mesmo nenhum concentrado. Essa mudança repentina de dieta é abrupta para a adaptação imediata dos microrganismos ruminais, justificando, nesse caso, a adição de  $\text{NaHCO}_3$  a fim de evitar grandes oscilações do pH ruminal, manter o teor de gordura do leite em níveis adequados e ainda explorar todo o potencial genético dessas vacas, principalmente no terço inicial da lactação, quando ocorre o pico da produção de leite.

A presença da casca de soja nas dietas experimentais pode ter proporcionado adequada disponibilidade de carboidrato degradável no rúmen. A fração fibrosa da casca de soja apresenta elevada degradabilidade ruminal. Conforme VAN SOEST (1987), alimentos com alto teor de pectina (como é o caso da casca de soja) promovem efeito favorável em dietas para vacas em lactação como resultado da menor queda do pH ruminal em razão da fermentação acética em substituição à láctica. Esse efeito pode resultar em ambiente ruminal mais adequado à atividade microbiana, contribuindo para o não desafio do  $\text{NaHCO}_3$  como tamponante ruminal e para a ausência da resposta desse aditivo sobre a produção e composição do leite no presente estudo.

Outra provável razão para a ausência de diferença nesse estudo foi o valor da porcentagem de adição do  $\text{NaHCO}_3$ . Na presente pesquisa, utilizou-se 1,3% de adição (base na MS, Tabela 1), elevando o pH da silagem de sorgo de 3,9 para 4,5 (Tabela 2), ao passo que ERDMAN (1988b) trabalhou com 4% de adição (base na MS), aumentando o pH da silagem de milho de 3,64 para 5,44. Nesse valor de pH, ERDMAN (1988b) obteve resposta no consumo de MS, teor de gordura do leite e produção de leite corrigida para 4%

de gordura das vacas alimentadas com silagem de milho +  $\text{NaHCO}_3$ . Em contrapartida, o pH de 4,5 da silagem de sorgo verificado neste trabalho após a adição de  $\text{NaHCO}_3$  possivelmente não foi alto o suficiente para aumentar o consumo de MS da silagem pelas vacas e, conseqüentemente, não trouxe efeitos significativos no desempenho desses animais.

## Experimento 2

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 6, a adição de  $\text{NaHCO}_3$  (2,2% da

MS) ou leveduras (20 g/animal/dia ou 0,2% da MS) não influenciou o CMS, a taxa de desaparecimento (Kd) da MS da digesta ruminal e o tempo de renovação (Kt) da MS da digesta ruminal ( $P>0,05$ ), comparado à dieta sem aditivos (Tabela 6). Entretanto, quando se contrastou a adição conjunta de  $\text{NaHCO}_3$  + leveduras *versus* os dois aditivos em separado, foram verificados aumentos no CMS (9,1 kg/vaca/dia,  $P=0,04$ ), Kd da MS da digesta ruminal (2,98%/hora,  $P=0,04$ ) e redução no Kt da MS da digesta ruminal (33,7 horas,  $P=0,04$ ).

**TABELA 6.** Médias e coeficientes de variação (CV) obtidos para consumo de MS (CMS), taxa de desaparecimento (Kd) da MS da digesta ruminal e tempo de renovação (Kt) da MS da digesta ruminal de vacas fistuladas alimentadas com dietas adicionadas com  $\text{NaHCO}_3$ , leveduras ou sua associação

Parâmetros	Tratamentos			Contrastes				CV (%)
	Cont	Bic	Lev	Bic + Lev	Bic x Cont	Lev x Cont	Bic + Lev x Bic e Lev	
CMS (kg/vaca/dia)	8,0	7,8	8,0	9,1	0,73	0,95	0,04	13,0
Kd (%/hora)	2,56	2,64	2,42	2,98	0,70	0,50	0,04	13,9
Kt (horas)	39,4	38,7	41,8	33,7	0,81	0,45	0,04	14,2

Cont = dieta-controle; Bic = dieta-controle + NaH

$\text{CO}_3$ ; Lev = dieta-controle + leveduras; Bic + Lev = dieta-controle +  $\text{NaHCO}_3$  + leveduras

Contraste Bic x Cont = contraste entre “dieta-controle +  $\text{NaHCO}_3$  *versus* dieta-controle”

Contraste Lev x Cont = contraste entre “dieta-controle + leveduras *versus* dieta-controle”

Contraste Bic + Lev x Bic e Lev = contraste entre “dieta-controle +  $\text{NaHCO}_3$  + leveduras *versus* dieta-controle +  $\text{NaHCO}_3$  e dieta-controle + leveduras em separado”.

Na Tabela 7, nota-se que o consumo de MO (CMO), Kd e Kt da MO da digesta ruminal também não foi influenciado pela adição de  $\text{NaHCO}_3$  ou leveduras ( $P>0,05$ ). No entanto, quando se contrastou o tratamento  $\text{NaHCO}_3$  + leveduras

*versus*  $\text{NaHCO}_3$  e leveduras separadamente, houve diferença no CMO, Kd e Kt da MO da digesta ruminal, cujos valores foram respectivamente de 8,7 kg/vaca/dia ( $P=0,05$ ), 3,08%/hora ( $P=0,04$ ) e 32,6 horas ( $P=0,05$ ).

**TABELA 7.** Médias e coeficientes de variação (CV) obtidos para consumo de MO (CMO), taxa de desaparecimento (Kd) da MO da digesta ruminal e tempo de renovação (Kt) da MO da digesta ruminal de vacas fistuladas alimentadas com dietas adicionadas com  $\text{NaHCO}_3$ , leveduras ou sua associação

Parâmetros	Tratamentos			Contrastes				CV (%)
	Cont	Bic	Lev	Bic + Lev	Bic x Cont	Lev x Cont	Bic + Lev x Bic e Lev	
CMO (kg/vaca/dia)	7,6	7,4	7,5	8,7	0,75	0,91	0,05	13,7
Kd (%/hora)	2,64	2,72	2,47	3,08	0,74	0,46	0,04	15,0
Kt (horas)	38,4	37,6	41,1	32,6	0,80	0,42	0,05	15,4

Cont = dieta-controle; Bic = dieta-controle +  $\text{NaHCO}_3$ ; Lev = dieta-controle + leveduras; Bic + Lev = dieta-controle +  $\text{NaHCO}_3$  + leveduras

Contraste Bic x Cont = contraste entre “dieta-controle +  $\text{NaHCO}_3$  *versus* dieta-controle”

Contraste Lev x Cont = contraste entre “dieta-controle + leveduras *versus* dieta-controle”

Contraste Bic + Lev x Bic e Lev = contraste entre “dieta-controle +  $\text{NaHCO}_3$  + leveduras *versus* dieta-controle +  $\text{NaHCO}_3$  e dieta-controle + leveduras em separado”.

A diferença ( $P < 0,05$ ) observada no tratamento  $\text{NaHCO}_3$  + leveduras para o CMS, CMO, Kd e Kt da MS e MO da digesta ruminal sugere que houve efeito aditivo entre a associação do  $\text{NaHCO}_3$  + leveduras, comparando-se com a utilização separada de cada um deles.

Os valores encontrados para o CMS estão em desacordo com ERDMAN et al. (1980) e KILMER et al. (1980), que adicionaram, respectivamente, 1,5% e 0,72% de  $\text{NaHCO}_3$  (base na MS) e reportaram aumento no CMS de dietas para vacas leiteiras no terço inicial da lactação. No entanto, assim como no presente trabalho, ERDMAN et al. (1982), SNYDER et al. (1983), ROGERS et al. (1985) e ERDMAN & SHARMA (1989) não detectaram diferença no CMS de dietas adicionadas com  $\text{NaHCO}_3$  para vacas leiteiras nos valores respectivos de 1%; 1,2%; 1,2% e 0,75% (base na MS).

Resultados de SHAVER et al. (1984) e ERDMAN (1988b) demonstraram que a elevação do pH da silagem de milho para uma faixa entre 5,62 a 5,94 (após a adição de  $\text{NaHCO}_3$ ) proporcionou aumento no CMS dessas silagens para novilhas leiteiras e vacas em lactação, respectivamente. Segundo esses autores, o aumento no CMS ocorreu pelo fato de a elevação do pH da silagem de milho criar condições fisiológicas mais favoráveis dentro do rúmen para a digestibilidade da fibra, diminuindo o efeito de enchimento ruminal.

No presente trabalho, o pH de 6,2 na dieta com adição de  $\text{NaHCO}_3$  (Tabela 4) não influenciou o CMS, estando em desacordo com ERDMAN (1988b) e SHAVER et al. (1984). De acordo com os resultados obtidos nessa pesquisa, o pH da dieta após neutralização parcial da acidez não foi determinante sobre o CMS, haja vista que na dieta com adição de  $\text{NaHCO}_3$  + leveduras o CMS foi de 9,1 kg/vaca/dia (Tabela 6) e o pH desse tratamento = 5,0 (Tabela 4), sendo diferente ( $P < 0,05$ ) do CMS da dieta com adição apenas de  $\text{NaHCO}_3$  (8,0 kg/vaca/dia, Tabela 6), que teve pH = 6,2 (Tabela 4). No entanto, assim como nessa pesquisa, NDWIGA et al. (1990) também não encontraram diferença no CMS da silagem de milho adicionada com 5,5% de  $\text{NaHCO}_3$  (base na MS) oferecida a novilhas leiteiras. Esses autores verificaram que o pH da silagem de milho após a adição de  $\text{NaHCO}_3$  atingiu 5,1; ou

seja, aquém da faixa ótima afirmada por SHAVER et al. (1984) e ERDMAN (1988b), e também abaixo do valor de 6,2 (determinado no tratamento com adição de  $\text{NaHCO}_3$  deste estudo).

A variação entre os valores de pH da dieta com adição de  $\text{NaHCO}_3$  + leveduras e com adição apenas de  $\text{NaHCO}_3$  provavelmente ocorreu com a homogeneização ineficiente no momento da mistura da silagem de sorgo, concentrados e aditivos, que foi realizada de forma manual.

Em relação ao CMS de dietas adicionadas com leveduras, os resultados verificados na presente trabalho corroboraram os dados obtidos por ERDMAN & SHARMA (1989), KUNG JR. et al. (1997) e SANTOS et al. (2006), que não registraram diferença no CMS de dietas para vacas leiteiras. Os valores da adição de leveduras nos experimentos desses autores foram respectivamente de 1% (base na MS), 10 e 20 g/vaca/dia, 60 g/vaca/dia e 0,5 g/vaca/dia, enquanto que o valor de inclusão das leveduras no presente estudo foi de 20 g/vaca/dia ou 0,2% da MS (Tabela 3).

Contrariamente aos resultados observados por ERDMAN & SHARMA (1989), KUNG JR. et al. (1997), SANTOS et al. (2006) e também nesse estudo, WOHLT et al. (1991) encontraram resposta na adição 10 g de leveduras/dia sobre o CMS de vacas leiteiras durante as seis semanas iniciais da lactação.

ERDMAN & SHARMA (1989), assim como nessa pesquisa, em avaliação da associação  $\text{NaHCO}_3$  (0,75% da MS) + leveduras (1% da MS) na dieta para vacas leiteiras, não observaram efeito dessa associação sobre o CMS, ao contrário do presente estudo, em que o CMS e o CMO da dieta com a associação desses dois aditivos foi superior ( $P < 0,05$ ) ao CMS e CMO da dieta com  $\text{NaHCO}_3$  e leveduras adicionados isoladamente.

Percebe-se, pela Tabela 8, que não houve resposta da adição de  $\text{NaHCO}_3$  ou leveduras (separados ou associados) sobre o consumo de FDN (CFDN), Kd e Kt de FDN da digesta ruminal ( $P > 0,05$ ), contrariando os resultados verificados nas Tabelas 6 e 7, em que a associação  $\text{NaHCO}_3$  + leveduras aumentou o CMS, CMO, Kd e Kt da MS e MO da digesta ruminal, em comparação à utilização isolada de  $\text{NaHCO}_3$  e leveduras.

**TABELA 8.** Médias e coeficientes de variação (CV) obtidos para consumo de FDN (CFDN), taxa de desaparecimento (Kd) de FDN da digesta ruminal e tempo de renovação (Kt) de FDN da digesta ruminal de vacas fistuladas alimentadas com dietas adicionadas com NaHCO<sub>3</sub>, leveduras ou sua associação

Parâmetros	Tratamentos			Contrastes				CV (%)
	Cont	Bic	Lev	Bic + Lev	Bic x Cont	Lev x Cont	Bic + Lev x Bic e Lev	
CFDN (kg/vaca/dia)	3,7	3,7	3,9	4,2	0,76	0,50	0,15	12,4
Kd (%/hora)	2,04	2,14	2,02	2,29	0,60	0,89	0,22	14,7
Kt (horas)	49,4	47,4	51,4	44,0	0,61	0,61	0,14	15,6

Cont = dieta-controle; Bic = dieta-controle + NaHCO<sub>3</sub>; Lev = dieta-controle + leveduras; Bic + Lev = dieta-controle + NaHCO<sub>3</sub> + leveduras

Contraste Bic x Cont = contraste entre “dieta-controle + NaHCO<sub>3</sub> versus dieta-controle”

Contraste Lev x Cont = contraste entre “dieta-controle + leveduras versus dieta-controle”

Contraste Bic + Lev x Bic e Lev = contraste entre “dieta-controle + NaHCO<sub>3</sub> + leveduras versus dieta-controle + NaHCO<sub>3</sub> e dieta-controle + leveduras em separado”.

Pela Tabela 9, observa-se que não houve diferença entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ) sobre a DRFDN (degradação ruminal *in situ* de FDN). Esse resultado possivelmente explica a ausência de diferença entre os tratamentos sobre o CFDN, Kd e Kt de FDN da digesta ruminal (Tabela 8), apesar de a DRFDN ter sido avaliada apenas em um tempo de incubação (30 horas). Ainda na Tabela 9, verifica-se

que não houve diferença na DRMS (degradação ruminal *in situ* da MS) quando se adicionou NaHCO<sub>3</sub>, ou leveduras, ou ainda ambos na dieta ( $P > 0,05$ ), indicando não ser essa a causa provável da diferença ( $P < 0,05$ ) no tratamento NaHCO<sub>3</sub> + leveduras em relação ao CMS, Kd e Kt da MS da digesta ruminal, comparando-se à utilização separada desses dois aditivos (Tabela 6).

**TABELA 9.** Médias e coeficientes de variação (CV) obtidos para degradação ruminal *in situ* (30 horas) da MS (DRMS) e de FDN (DRFDN) de vacas fistuladas alimentadas com dietas adicionadas com NaHCO<sub>3</sub>, leveduras ou sua associação

Parâmetros	Tratamentos			Contrastes				CV (%)
	Cont	Bic	Lev	Bic + Lev	Bic x Cont	Lev x Cont	Bic + Lev x Bic e Lev	
% DRMS (30 horas)	47,7	49,1	51,1	48,9	0,60	0,22	0,59	12,9
% DRFDN (30 horas)	26,1	29,1	31,7	25,3	0,53	0,26	0,24	32,6

Cont = dieta-controle; Bic = dieta-controle + NaHCO<sub>3</sub>; Lev = dieta-controle + leveduras; Bic + Lev = dieta-controle + NaHCO<sub>3</sub> + leveduras

Contraste Bic x Cont = contraste entre “dieta-controle + NaHCO<sub>3</sub> versus dieta-controle”

Contraste Lev x Cont = contraste entre “dieta-controle + leveduras versus dieta-controle”

Contraste Bic + Lev x Bic e Lev = contraste entre “dieta-controle + NaHCO<sub>3</sub> + leveduras versus dieta-controle + NaHCO<sub>3</sub> e dieta-controle + leveduras em separado”.

Na Tabela 10, nota-se que as frações sólida, líquida e total da digesta ruminal não variaram entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), o que também não explica a resposta da associação NaHCO<sub>3</sub> + leveduras sobre o CMS, CMO, Kd e Kt da MS e MO da digesta ruminal. Ressalta-se que o coeficiente de variação nesses três parâmetros (28,3% na fração sólida; 39,2% na fração líquida e 31,1% na fração total) foi consideravelmente superior aos demais avaliados neste experimento, em função do

delineamento experimental utilizado (Quadrado Latino 4x4 não duplicado).

O aumento no CMS, CMO, Kd e Kt da MS e MO da digesta ruminal verificado no tratamento NaHCO<sub>3</sub> + leveduras, em comparação aos dois aditivos adicionados em separado ( $P < 0,05$ ; Tabelas 6 e 7), pode ser explicado pela hipótese elaborada por RUSSELL & CHOW (1993), que propuseram um modo de ação para o NaHCO<sub>3</sub> no rúmen. Segundo esses autores, a elevação da con-

centração de sódio no rúmen resulta no aumento da pressão osmótica e faz com que o animal consuma mais água até o ponto de equilíbrio dessa pressão. A maior ingestão de água, por sua vez, aumenta o teor de fração líquida da digesta ruminal, fazendo com que a taxa de passagem se torne mais rápida e, conseqüentemente, aumente o CMS da dieta. Em relação às leveduras, pode ter ocorrido efeito da atividade respiratória de *Saccharomyces cerevisiae*, diminuindo a concentração de  $O_2$  no rúmen e aumentando a adesão das bactérias celu-

lolíticas à celulose (NEWBOLD et al., 1996), o que resultou em melhoria da digestibilidade desse carboidrato fibroso e, portanto, no aumento do CMS. Esses dois modos de ação distintos (tanto do  $NaHCO_3$  quanto das leveduras) apresentaram efeito somatório quando associados e, possivelmente, explicam a diferença da adição conjunta desses aditivos sobre o CMS, CMO, Kd e Kt da MS e MO da digesta ruminal ( $P < 0,05$ ), em relação aos tratamentos  $NaHCO_3$  e leveduras adicionados separadamente.

**TABELA 10.** Médias e coeficientes de variação (CV) obtidos para frações sólida, líquida e total da digesta ruminal de vacas fistuladas alimentadas com dietas adicionadas com  $NaHCO_3$ , leveduras ou sua associação

Frações	Tratamentos			Contrastes			CV (%)	
	Cont	Bic	Lev	Bic + Lev	Bic x Cont	Lev x Cont		Bic + Lev x Bic e Lev
Sólida (kg)	31,5	28,0	32,2	30,7	0,25	0,80	0,82	28,3
Líquida (kg)	22,8	23,5	22,6	25,7	0,76	0,91	0,22	39,2
Total (kg)	54,3	51,5	54,8	56,4	0,46	0,90	0,34	31,1

Cont = dieta-controle; Bic = dieta-controle +  $NaHCO_3$ ; Lev = dieta-controle + leveduras; Bic + Lev = dieta-controle +  $NaHCO_3$  + leveduras

Contraste Bic x Cont = contraste entre "dieta-controle +  $NaHCO_3$  versus dieta-controle"

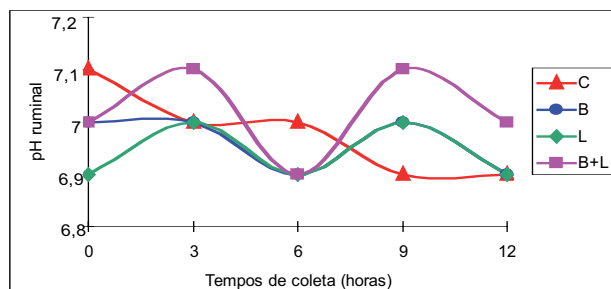
Contraste Lev x Cont = contraste entre "dieta-controle + leveduras versus dieta-controle"

Contraste Bic + Lev x Bic e Lev = contraste entre "dieta-controle +  $NaHCO_3$  + leveduras versus dieta-controle +  $NaHCO_3$  e dieta-controle + leveduras em separado".

Na Figura 1, vê-se que não houve efeito ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos sobre o pH do fluido ruminal coletado nos tempos 0, 3, 6, 9 e 12 horas após a alimentação, que variou entre 6,9 a 7,1. VAN HOUTERT (1993) afirmou que valores de pH do rúmen entre 6,5 e 7,0 são comuns em ruminantes alimentados com dietas ricas em volumoso, condição experimental que esteve presente neste estudo, pois o teor da silagem de sorgo nos quatro tratamentos variou entre 89,5% a 91,6% do total da MS (Tabela 3).

Outros autores também não verificaram resposta da adição de  $NaHCO_3$  em dietas para vacas leiteiras sobre o pH ruminal (ERDMAN et al., 1980; KILMER et al., 1980; KILMER et al., 1981; ERDMAN et al., 1982; SNYDER et al., 1983). No entanto, WEST et al. (1987) encontraram resposta sobre o pH ruminal quando adicionaram 1,5% de  $NaHCO_3$  (base na MS) em uma dieta para vacas

leiteiras que continha 40% de silagem de milho e 60% de concentrados (base na MS). Neste trabalho, o menor pH do rúmen registrado durante todo o período de coleta ocorreu quatro horas após a alimentação, sendo 5,65 na dieta-controle e 6,0 na dieta com adição de  $NaHCO_3$ .



**FIGURA 1.** pH ruminal de vacas fistuladas alimentadas com dietas adicionadas com  $NaHCO_3$ , leveduras ou sua associação.

## CONCLUSÃO

No Experimento 1, a adição de 1,3% de NaHCO<sub>3</sub> na silagem de sorgo (base na MS) não trouxe benefícios sobre a produção e composição do leite de vacas mestiças primíparas F1 (½ Holandesa ½ Jersey), com produção média de 15,7 litros de leite/dia ± 2,4 e DEL médio de 122 dias ± 60, não justificando o uso desse tamponante nessa situação.

No Experimento 2, recomenda-se a associação NaHCO<sub>3</sub> (2,2% da MS) + leveduras (20 g/vaca/dia ou 0,2% da MS), em virtude do aumento no CMS verificado na adição conjunta desses aditivos.

## REFERÊNCIAS

- DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v. 78, n. 1, p. 118-133, 1995.
- ERDMAN, R. A. Dietary buffering requirements of the lactating dairy cow: a review. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 12, p. 3246-3266, 1988a.
- ERDMAN, R. A. Forage pH effects on intake in early lactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 5, p. 1198-1203, 1988b.
- ERDMAN, R. A.; BOTTS, R. L.; HEMKEN, R. W.; BULL, L. S. Effect of dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide on production and physiology in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n. 6, p. 923-930, 1980.
- ERDMAN, R. A.; HEMKEN, R. W.; BULL, L. S. Dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide for early postpartum lactating dairy cows: effects on production, acid-base metabolism, and digestion. **Journal of Dairy Science**, v. 65, n. 5, p.712-731, 1982.
- ERDMAN, R. A.; SHARMA, B. K. Effect of yeast culture and sodium bicarbonate on milk yield and composition in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 7, p.1929-1932, 1989.
- HARVATINE, D. I.; WINKLER, J. E.; DEVANT-GUILLE, M.; FIRKINS, J. L.; ST-PIERRE, N. R.; OLDICK, B. S.; EASTRIDGE, M. L. Whole linted cottonseed as a forage substitute: fiber effectiveness and digestion kinetics. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 8, p.1988-1999, 2002.
- HUHTANEN, P.; KHALILI, H.; NOUSIAINEN, J. I.; RINNE, M.; JAAKKOLA, S.; HEIKKILÄ, T.; NOUSIAINEN, J. Prediction of the relative intake potential of grass silage by dairy cows. **Livestock Production Science**, v. 73, n. 2, p.111-130, 2002.
- KILMER, L. H.; MULLER, L. D.; SNYDER, T. J. Addition of sodium bicarbonate to rations of postpartum dairy cows: physiological and metabolic effects. **Journal of Dairy Science**, v. 64, n.12, p. 2357-2369, 1981.
- KILMER, L. H.; MULLER, L. D.; WANGSNES, P. Addition of sodium bicarbonate to rations of pre and postpartum dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n. 12, p. 2026-2036, 1980.
- KUNG JR, L.; KRECK, E. M.; TUNG, R. S.; HESSION, A. O.; SHEPERD, A. C.; COHEN, M. A.; SWAIN, H. E.; LEEDLE, J. A. Z. Effects of a live yeast culture and enzymes on *in vitro* ruminal fermentation and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 9, p. 2045-2051, 1997.
- MERTENS, D. R. **Effects of buffers upon fiber digestion**. Piscataway, NJ: Church and Dwight Co., Inc., 1979. 138 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D.C.:National Academy Press, 2001. 381 p.
- NDWIGA, C. A.; ERDMAN, R. A.; VANDERSALL, J. H.; SHARMA, B. K. Effect of type and site of acid neutralization on voluntary intake of corn silage by dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n. 6, p.1571-1577, 1990.
- NEWBOLD, C. J.; WALLACE, R. J.; McINTOSH, F. M. Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. **British Journal of Nutrition**, v. 76, n. 2, p. 249-261, 1996.
- NUSSIO, L. G.; RIBEIRO, J. L.; PAZIANI, S. F.; NUSSIO, C. M. B. Fatores que interferem no consumo de forragens conservadas. In: REIS, R. A. BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; MOREIRA, A. L. **Volúmosos na produção de ruminantes**. Jaboticabal: Editora Funep, 2003. p. 27-49.
- ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. **Journal of Agriculture Science**, v. 92, n. 2, p. 499-505, 1979.
- ROGERS, J. A.; MULLER, L. D.; DAVIS, C. L.; CHALUPA, W.; KRONFELD, D. S.; KARCHER, L. F.; CUMMINGS, K. R. Response of dairy cows to sodium bicarbonate

- and limestone in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 68, n. 3, p. 646-660, 1985.
- ROSE, A. H. Yeast, a microorganism for all species: a theoretical look at its mode of action. In: LYONS, T. P. (Ed.). **Biotechnology in the feed industry**. Nicholasville:Alltech Technical Publications, 1997. p.113-118.
- RUSSELL, J. B.; CHOW, J. M. Another theory for the action of ruminal buffer salts: decreased starch fermentation and propionate production. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 3, p.8 26-830, 1993.
- SANTOS, F. A. P.; CARMO, C. A.; MARTINEZ, J. C.; PIRES, A. V.; BITTAR, C. M. M. Desempenho de vacas em lactação recebendo dietas com diferentes teores de amido total, acrescidas ou não de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1568-1575, 2006.
- SAS INSTITUTE. **SAS system for Windows**: release 6.12. Cary. 2002. CD-ROM.
- SHAVER, R. D.; ERDMAN, R. A.; VANDERSALL, J. H. Effects of silage pH on voluntary intake of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 67, n. 9, p. 2045-2049, 1984.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa:UFV, 2002. 235 p.
- SNYDER, T. J.; ROGERS, J. A.; MULLER, L. D. Effects of 1,2% sodium bicarbonate with two ratios of corn silage:grain on milk production, rumen fermentation, and nutrient digestion by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 66, n. 6, p. 1290-1297, 1983.
- TONISSI, R. H.; GOES, B. Leveduras e enzimas na alimentação de ruminantes. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, Jaboticabal: Editora Funep, 2004. p. 46-66.
- TYRRELL, H. F.; REID, J. T. Prediction of the energy value of cow's milk. **Journal of Dairy Science**, v. 48, n. 9, p. 1215-1223, 1965.
- VAN HOUTERT, M. F. J. The production and metabolism of volatile fatty acids by ruminants fed roughages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 43, p. 189-225, 1993.
- VAN SOEST, P. J. Soluble carbohydrates and the nonfiber components of feeds. **Large Animal Veterinary**, v. 42, p. 44, 1987.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in ration to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p.3583-3597, 1991.
- WEST, J. W.; COPPOCK, C. E.; NAVE, D. H.; LABORE, J. M.; GREENE, L. W.; ODOM, T. W. Effects of potassium carbonate and sodium carbonate on rumen function in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 70, n. 1, p. 81-90, 1987.
- WESTON, R. H. Some aspects of constraint to forage consumption by ruminants. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 47, n. 2, p. 175-197, 1996.
- WOHLT, J. E.; FINKELSTEIN, A. D.; CHUNG, C. H. Yeast culture to improve intake, nutrient digestibility and performance by dairy cattle during early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 4, p. 1395-1400, 1991.

---

Protocolado em: 15 set. 2008. Aceito em: 26 fev. 2009.