

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO ANIMAL

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

Eduardo Rodrigues de Carvalho
Orientador: Juliano José de Resende Fernandes

GOIÂNIA
2008

EDUARDO RODRIGUES DE CARVALHO

**BICARBONATO DE SÓDIO E LEVEDURAS COMO ADITIVOS DE
DIETAS PARA VACAS LEITEIRAS MESTIÇAS**

Dissertação apresentada para
obtenção do grau de Mestre em
Ciência Animal junto à Escola
de Veterinária da Universidade
Federal de Goiás

Área de Concentração:
Produção Animal

Orientador:
Prof. Dr. Juliano José de Resende Fernandes

Comitê de orientação:
Prof. Dr. Milton Luiz Moreira Lima
Prof. Dr. Reinaldo Cunha de Oliveira Júnior

GOIÂNIA
2008

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, Jesus e Espírito Santo por mais essa conquista, e que ela possa gerar muitos frutos não só para mim e minha família, mas também a muitas pessoas que possam compartilhar dessa experiência.

À minha filhinha Mikaela Souza Rodrigues e Carvalho (Princesa) a quem eu amo tanto e me deu um novo sentido de vida.

À minha esposa Andrea Cristina de Souza Rodrigues e Carvalho (“Meu Anjo”), que me sugeriu a idéia da Pós-Graduação, e a quem eu desejo muitos anos vindouros de felicidade e alegria junto com a nossa filha Mikaela.

À minha mãe Maria Ignez Rodrigues Carvalho, pelo eterno amor e apoio nos momentos bons e não tão bons.

Ao meu pai Jayme Carvalho Filho (*in memorian*), a quem eu espero poder reencontrar algum dia.

À minha amada avó Leonor de Oliveira Rodrigues (*in memorian*), pelos momentos maravilhosos da minha infância e adolescência.

Ao meu avô Assuero Rodrigues, pelos primeiros ensinamentos na agricultura e por despertar o grande amor por vacas leiteiras.

À minha irmã Carolina Rodrigues de Carvalho, pelo amor e companheirismo.

Ao meu Orientador, Professor Juliano José de Resende Fernandes, pelo aceite incondicional desde o primeiro momento e por acreditar no meu potencial profissional.

Ao meu Co-orientador, Professor Milton Luiz Moreira Lima, pelo planejamento dos Experimentos, pela amizade e enorme paciência nos momentos críticos dessa jornada.

Ao meu grande amigo João Carlos Cardoso da Silva (*in memorian*) pela ótima convivência no período em que estivemos juntos.

Aos Professores do Departamento de Produção Animal, Nadja Mogyca Leandro, José Henrique Stringhini, Aldi Fernandes de Souza França, Romão da Cunha Nunes, Beneval Rosa e Geisa Fleury Orsine, pelos ensinamentos e apoio.

Aos meus colegas de Pós-Graduação, Sandro de Castro Santos e Pedro Leonardo de Paula Rezende pela ajuda na execução dos Experimentos.

Aos meus grandes amigos Elis Aparecido Bento e Marcondes Dias de Freitas Neto pelo apoio incondicional nessa reta final e pelos vários momentos de boa convivência.

Aos estagiários, Rodolfo, Carlos, Felipe, Túlio, Filipe, Douglas, Vinícius, Carlos, Pedro, Eduardo, Thiago, Amanda, Layenne, Priscilla e Marcelo, pela ajuda nos Experimentos.

À Dra. Eliane Miyagi, pela ajuda nas análises de proteína.

Ao técnico de Laboratório Éder de Sousa Fernandes pela ajuda nas análises laboratoriais.

Aos funcionários do PDPL, Charles, Sidnei e Gleici, pela ajuda nos Experimentos.

A todos que de certa forma, direta ou indireta, contribuíram para a execução desse trabalho.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Fatores que interferem no consumo de silagens por vacas leiteiras	4
2.2 Bicarbonato de sódio como aditivo de silagens e dietas para vacas leiteiras	7
2.3 Leveduras como aditivos de silagens e dietas para vacas leiteiras	11
3. OBJETIVOS	15
4. MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1 Experimento 1	16
4.2 Experimento 2	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1. Experimento 1	25
5.2. Experimento 2	31
6. CONCLUSÃO	39
7. REFERÊNCIAS	40

LISTA DE TABELAS

1	Composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais com base na MS	18
2	Composição bromatológica dos ingredientes, das dietas experimentais e valores de pH das silagens de sorgo com e sem adição de bicarbonato de sódio	19
3	Composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais com base na MS	23
4	Composição bromatológica e valores de pH das dietas experimentais	24
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 bicarbonato de sódio	25
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 bicarbonato de sódio, leveduras ou a sua associação	31
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 bicarbonato de sódio, leveduras ou a sua associação	32
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 bicarbonato de sódio, leveduras ou a sua associação	35

LISTA DE TABELAS

9	Médias e coeficientes de variação (CV) obtidos para degradação ruminal <i>in situ</i> (30 horas) da MS (DRMS) e de FDN (DRFDN) de vacas fistuladas alimentadas com dietas adicionadas com bicarbonato de sódio, leveduras ou a sua associação	36
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 bicarbonato de sódio, leveduras ou a sua associação	37

LISTA DE FIGURAS

- 1 pH ruminal de vacas fistuladas alimentadas com dietas adicionadas com bicarbonato de sódio, leveduras ou a sua associação 38

LISTA DE ABREVIATURAS

CMS	consumo de matéria seca
CFDN	consumo de fibra em detergente neutro
CMO	consumo de matéria orgânica
DEL	dias em lactação
DRFDN	degradação ruminal <i>in situ</i> (30 horas) da fibra em detergente neutro
DRMS	degradação ruminal <i>in situ</i> (30 horas) da matéria seca
EST	extrato seco total
FDN	fibra em detergente neutro
MM	matéria mineral
MO	matéria orgânica
MS	matéria seca
Kd	taxa de desaparecimento da matéria seca da digesta ruminal
Kt	tempo de renovação da matéria seca da digesta ruminal
PB	proteína bruta

RESUMO

Objetivou-se avaliar no Experimento 1 o efeito do aumento do pH da silagem de sorgo pela adição de bicarbonato de sódio sobre a produção e composição do leite de vacas mestiças primíparas F1 ($\frac{1}{2}$ Holandesa $\frac{1}{2}$ Jersey). O Experimento teve 30 dias de duração, divididos em dois períodos de 15 dias. Utilizaram-se dois tratamentos, silagem de sorgo com adição de bicarbonato de sódio 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. Foram utilizadas 12 vacas agrupadas em dois grupos experimentais de seis animais cada um, que ao início do experimento apresentavam média de 15,7 litros de leite/dia \pm 2,4 e DEL médio de 122 dias \pm 60. A produção e composição do leite foram avaliadas do 13^o ao 15^o dia dos dois períodos experimentais, em quatro ordenhas consecutivas. No Experimento 2, objetivou-se estudar a adição do bicarbonato de sódio, (2,2% da MS), leveduras (20 g/vaca/dia ou 0,2% da MS) e sua associação a uma mesma dieta (silagem de sorgo + concentrados) oferecida a vacas não lactantes fistuladas no rúmen. Foram avaliados o CMS, CMO, CFDN, DRMS e DRFDN (ambas a 30 horas), pH ruminal, Kd e Kt da MS, MO e FDN da digesta ruminal e frações sólida, líquida e total da digesta ruminal. O Experimento teve duração de 56 dias, divididos em quatro períodos de 14 dias. Os tratamentos utilizados foram os seguintes: T1 = silagem de sorgo + concentrados; T2 = silagem de sorgo + concentrados + bicarbonato de sódio (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 + bicarbonato de sódio (2,2% da MS) + leveduras (20 g/animal/dia ou 0,2% da MS). O delineamento experimental empregado foi o Quadrado Latino 4x4. Foram usadas quatro vacas não lactantes fistuladas no rúmen, sem padrão racial definido. No Experimento 1, não houve diferença ($P>0,05$) para 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 bicarbonato de sódio à silagem de sorgo (base na MS) não contribuiu para melhorar a produção e composição de 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 bicarbonato de sódio (2,2%

da MS) ou de 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 adição conjunta de bicarbonato de sódio (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 ($P>0,05$), comparado às dietas com adição de bicarbonato de sódio ou leveduras separadamente. Por outro lado, houve diferença significativa dessa associação (bicarbonato de sódio + leveduras) sobre o CMS, CMO, Kd e Kt da MS e MO da digesta ruminal ($P<0,05$). Concluiu-se que a associação do bicarbonato de sódio (2,2% da MS) e leveduras (20 g/vaca/dia ou 0,2% da MS) foi superior a esses dois aditivos, principalmente pelo aumento do CMS.

Palavras chave: consumo, desaparecimento, digesta, fibra, matéria seca, leite.

ABSTRACT

The objective in Experiment 1 was to evaluate the effect of the pH rise in sorghum silage through adding sodium bicarbonate on the milk yield and composition of crossbred primiparous cows (½ Holandesa ½ Jersey). The Experiment lasted 30 days divided in two periods of 15 days. The two treatments were sorghum silage plus 1.3% sodium bicarbonate (dry matter basis) and sorghum silage without additive. The experimental design was completely randomized in a single crossing-over scheme. There were used 12 lactating cows assigned in two groups of six 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 13th to 15th days of each experimental period in four consecutive milkings. The objective in Experiment 2 was to study the addition of 2.2% sodium bicarbonate (dry matter basis), yeast (20 g/cow/day or 0.2% dry matter basis) and the association of both in the same diet (sorghum silage + concentrates) offered to rumen cannulated non lactating 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 + sodium bicarbonate (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 + sodium bicarbonate (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 non lactating 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% sodium bicarbonate (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 sodium bicarbonate (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 ($P>0.05$), compared to the control diet. Likewise, the association of both sodium bicarbonate (2.2% dry matter basis) and 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 ($P>0.05$), compared to the diets with addition of sodium bicarbonate or yeast separately. On the other hand, there was significant difference ($P<0.05$) of this association (sodium bicarbonate + yeast) on the dry matter intake, organic matter intake, ruminal digesta dry matter and organic matter Kd and Kt. It was concluded that the addition of both sodium bicarbonate (2.2% dry matter basis) and yeast (20 g/cow/day or 0.2% dry matter basis) superior to each additive separately, especially due to the dry matter intake increase.

Keywords: digesta, disappearance, dry matter, fiber, intake, milk.

1. INTRODUÇÃO

Segundo dados do MILK POINT (2008), o Brasil situa-se entre os maiores produtores mundiais de leite, com uma produção de 26.750.000 toneladas no ano de 2007, superando vários outros países, tais como o Canadá (8.145.000 t), Argentina (9.400.000 t), Austrália (9.870.000 t) e Nova Zelândia (15.595.000 t). Por outro lado, a produção de leite/vaca em uma única lactação ainda é baixa (1.730 kg), comparada com os mesmos países mencionados acima (8.100 kg no Canadá, 4.650 kg na Argentina, 5.500 kg na Austrália e 3.770 kg na Nova Zelândia). Por esses números, conclui-se que a produtividade da pecuária leiteira brasileira pode e deve melhorar, atingindo patamares pelo menos próximos aos de países de clima tropical e subtropical, como a Argentina, Austrália e Nova Zelândia.

O Brasil é um país extenso territorialmente, com grande variação de clima, solo, níveis sócio-econômicos e graus de escolaridade, resultando também numa grande oscilação da tecnologia aplicada na produção agropecuária. Como reflexo desse quadro, a pecuária leiteira talvez seja um dos setores com maior variação de produtividade, havendo bacias leiteiras em determinados locais que atingem índices comparáveis aos países de ponta na produção de leite, porém há regiões em que a produtividade é pífia.

Ainda segundo o MILK POINT (2008), o Estado de Goiás vem se destacando na produção de leite nacional, tendo atingido uma produção de 2.614.000 toneladas no ano de 2007, perdendo apenas para Minas Gerais (7.094.000 t), porém situando-se no mesmo patamar dos Estados do Paraná (2.704.000 t) e Rio Grande do Sul (2.625.000 t), e superando consideravelmente a produção do Estado de São Paulo (1.744.000 t).

Devido à intensa dinâmica da economia globalizada, as oscilações na oferta e demanda de leite no mundo têm provocado aumentos no preço desse produto nos últimos 18 meses, mas o custo dos insumos também tem acompanhado essa alta. Dessa forma, o conhecimento da nutrição animal deve ser bem aplicado para que o potencial genético das vacas seja totalmente explorado, aumentando a lucratividade/litro de leite produzido, já que a conjuntura

atual e futura do setor agropecuário exige cada vez mais eficiência do sistema de produção.

O Brasil Central se caracteriza por duas estações climáticas bastante definidas, havendo excesso de produção de forragem no período chuvoso e escassez no período seco. Uma boa estratégia de conservação de forragens nessa região é fundamental para obtenção de bons índices de produtividade de leite.

O uso de forragens conservadas na forma de silagem é bastante comum entre os produtores de leite no Brasil Central. Com a intensificação dos sistemas de produção da pecuária leiteira, cresceu a demanda por silagens que associem elevada produtividade, valor nutritivo e digestibilidade.

O processo da ensilagem visa minimizar os efeitos da sazonalidade na produção de plantas forrageiras, transferindo para o inverno parte do excedente produzido no verão. Tal prática também preconiza fornecer volumosos de qualidade satisfatória para manter os índices produtivos e reprodutivos do rebanho no ano todo (NUSSIO et al., 2003).

Segundo VAN SOEST (1994), a silagem é o produto final obtido pela preservação da forragem em seu estado original através da fermentação anaeróbica dentro do silo, quando os açúcares da planta se transformam em ácidos orgânicos.

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma das plantas forrageiras anuais que mais se adapta à prática da ensilagem. Apesar da silagem de sorgo ser considerada de valor nutritivo inferior à de milho, o seu aumento na área de plantio vem ganhando destaque por apresentar maior tolerância a estresses hídricos, devido ao seu sistema radicular mais abundante e profundo. Além disso, o sorgo possibilita a ensilagem da rebrota, obtendo-se até 60% da produção do primeiro corte. Outra vantagem em relação ao milho é que o sorgo não concorre com a alimentação humana. Algumas variedades ou híbridos de sorgo apresentam maior produção de MS e matéria verde por unidade de área que o milho (RESENDE, 1991; ZAGO, 1999).

Os sorgos podem ser do tipo granífero, com até 60% de grãos, de dupla finalidade, com 20 a 30% de grãos, e os do tipo forrageiro, com menor proporção de grãos na massa verde (SILVA et al., 1978). Segundo ZAGO (1991),

à medida que aumenta a proporção de grãos nas plantas de sorgo, diminui-se a proporção do caule e, conseqüentemente, a quantidade de constituintes da parede celular.

A qualidade e o valor nutritivo de uma silagem dependem, fundamentalmente, da cultivar utilizada, do estágio de maturação no momento do corte e da natureza do processo fermentativo, que refletirão diretamente na composição química e, desse modo, no desempenho animal (RODRIGUES et al., 1996). Como regra geral, à medida que avança o estágio de maturação das forrageiras, principalmente nas gramíneas, ocorrem alterações na composição bromatológica das silagens, freqüentemente com aumentos dos teores de MS e reduções nos teores de proteína bruta (BISHNOI et al., 1993; RUGGIERI et al., 1995; RODRIGUES et al., 1996).

A qualidade das silagens está estreitamente relacionada com o consumo voluntário, digestibilidade e eficiência com o qual os nutrientes digeridos são utilizados pelo animal (VALENTE, 1977; CRAMPTON, 1957).

Basicamente, os aditivos são compostos orgânicos, inorgânicos ou microbianos, adicionados em pequenas quantidades às dietas totais, silagens ou concentrados, que têm a finalidade de melhorar o desempenho animal por meio de aumentos na digestibilidade dos nutrientes dos alimentos oferecidos às vacas leiteiras ou ruminantes de forma geral.

O bicarbonato de sódio (NaHCO_3) é um aditivo inorgânico, e 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.

Sendo assim, objetivou-se avaliar a adição de bicarbonato de sódio e leveduras como aditivos de dietas sobre a produção e composição do leite, consumo de MS e parâmetros ruminais de vacas mestiças.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fatores que interferem no consumo de silagens por vacas leiteiras

No Brasil Central, as silagens representam a principal forma de conservação de plantas forrageiras, sendo que o valor nutritivo é determinado principalmente pela associação entre digestibilidade dos nutrientes e ingestão de MS. A menor ingestão de silagens pode ser em função da baixa palatabilidade, reduzida taxa de passagem pelo rúmen e desbalanceamento no suprimento de aminoácidos e de energia aos tecidos animais (HUHTANEN et al., 2002).

O consumo de forragens na sua forma natural é maior que a ingestão da mesma planta forrageira na forma de silagem. Vários autores verificaram redução no consumo de MS devido ao processo de ensilagem, sendo que o intervalo variou de 4 a 50% (GORDON et al., 1961; THOMAS et al., 1961; GORDON et al., 1965; CAMPLING, 1966; DINIUS et al., 1968).

Silagens de gramíneas se caracterizam por apresentarem grandes variações bioquímicas. Desde o momento da ensilagem, mudanças químicas e microbiológicas resultam em silagens diferentes, alterando a composição química e o valor nutritivo, quando comparadas com a forragem original (McDONALD et al., 1991).

É fundamental conhecer como as vacas leiteiras regulam a sua ingestão de MS, que está correlacionada com o grau de aptidão leiteira e o estágio da lactação. Alguns fatores que regulam a ingestão de MS das silagens são: 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 digestibilidade dos nutrientes (WESTON, 1996).

A ingestão de MS das silagens apresenta correlação positiva com os seus teores de MS (GORDON et al., 1961; THOMAS et al., 1961; GORDON et al., 1965; NUSSIO et al., 2003), nitrogênio e ácido lático. Todavia, correlaciona-se negativamente com o teor de ácido acético e amônia. Quando avaliado

isoladamente, o pH 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, os resultados foram significativos e o pH correlacionou-se positivamente com a ingestão de MS (NUSSIO et al., 2003).

Um dos fatores que mais alteram o valor nutritivo de uma silagem é a taxa de respiração da planta após o corte, sendo essencial minimizá-la, pois a respiração da planta recém picada consome os açúcares e hidrolisa as proteínas. Esse processo não reduz a digestibilidade, mas limita a eficiência de preservação da silagem e, em última instância, a eficiência na utilização dos nutrientes no rúmen (ANDERSON, 1985).

O primeiro estágio no processo de ensilagem envolve a morte do tecido vegetal e rápida exaustão de oxigênio, seguida pela proliferação das bactérias e desenvolvimento de fermentação ácida. A fermentação posterior depende da composição da forragem, pH, e da disponibilidade de oxigênio e água. Uma boa preservação depende da produção de ácido láctico para estabilizar a silagem em um pH entre 3,7 a 4,2. Valores superiores caracterizam-se por silagens mal preservadas, baixo conteúdo de MS, fermentação proteolítica e o desenvolvimento de aminas, amônia e ácido butírico durante a fase de fermentação. Para que a faixa ideal de pH possa ser atingida, há a necessidade de um suprimento adequado de açúcares para produzir ácidos orgânicos em quantidade suficiente a fim de suprimir o efeito tampão da forragem. (VAN SOEST, 1994; McDONALD et al., 1991).

VAN SOEST (1994) propôs três hipóteses para elucidar o baixo consumo de silagens mal preservadas: (1) degradação das proteínas da planta forrageira para compostos de nitrogênio não protéico (especialmente amônia e aminas), produzidas durante a fermentação; (2) o alto conteúdo de ácidos orgânicos em silagens extensivamente fermentadas reduz a palatabilidade; (3) dentro do silo, o consumo dos açúcares prontamente fermentáveis da planta convertidos em ácidos orgânicos priva os microrganismos ruminais de moléculas de ATP necessários ao seu crescimento e multiplicação.

A primeira hipótese é alicerçada por experimentos em que, quando o suco da silagem foi adicionado ao feno, resultou em diminuição do consumo

(MOORE et al., 1960). A segunda hipótese em que a acidez da silagem reduz o consumo de MS, é baseada no fato de que quando substâncias tamponantes (nesse caso o bicarbonato de sódio) foram adicionadas à silagem de milho para neutralização parcial da acidez, houve aumento na ingestão de MS dessas silagens (SHAYER et al., 1984; SHAYER et al., 1985; ERDMAN, 1988b).

Muitas silagens que têm baixo teor de MS e alto pH não são bem aceitas por vacas leiteiras. Silagens excessivamente ácidas são geralmente oriundas de forragens com alto teor de açúcares, pobres em proteína e baixo teor de MS, características típicas de gramíneas tropicais (VAN SOEST, 1994).

VAN SOEST (1965) relatou existir correlação negativa entre o consumo de MS e a fração fibrosa das silagens, pois à medida que a última aumenta, diminui a ingestão de MS. Isto ocorre pelo fato de que a fibra tem taxa de passagem mais lenta, demandando mais tempo para o esvaziamento ruminal, e limitando novas ingestões de silagem, além do efeito de enchimento ruminal, característico em dietas com altos teores de FDN. O mesmo autor também relatou que em silagens com baixa porcentagem de carboidratos fibrosos, aparentemente não existe relação direta entre o consumo de MS e a digestibilidade dos nutrientes.

STONE et al. (1960) avaliaram o consumo de MS e produção de leite de vacas leiteiras alimentadas com feno e silagem, e verificaram diferenças significativas no consumo de MS dos animais que receberam feno (13,8 kg/vaca/dia) em relação aos que ingeriram silagem (11,8 kg/vaca/dia). Entretanto, a produção de leite corrigida para 4% de gordura foi maior nas vacas alimentadas com silagem (19,6 kg/vaca/dia) comparada às vacas que receberam feno (18,7 kg/vaca/dia), sendo essa diferença também significativa. STONE et al. (1960) argumentaram que os ácidos orgânicos da silagem produzidos durante o processo de fermentação dentro do silo são absorvidos diretamente pelo rúmen com pouco ou nenhuma mudança, o que pode trazer economia no processo digestivo, quando comparado ao tratamento com feno. STONE et al. (1960) também afirmaram que uma ração à base de silagem produz maior quantidade de ácido propiônico, ao passo que, rações que têm feno como fonte de volumoso, produzem mais ácido acético. Como o incremento calórico produzido pelos ácidos propiônico e láctico é menor do que o do ácido acético, esta poderia ser uma

segunda explicação para o aumento na produção de leite das vacas alimentadas com silagem.

2.2. Bicarbonato de sódio como aditivo de silagens e dietas para vacas leiteiras

Substâncias tamponantes são compostos que, em solução aquosa, causam resistência efetiva na mudança do pH daquela solução quando um outro ácido ou base são adicionados ao meio (ERDMAN, 1988a).

O bicarbonato de sódio (NaHCO_3) é o aditivo de silagens mais utilizado para vacas leiteiras como agente neutralizador de acidez, especialmente nos Estados Unidos, porém o seu uso no Brasil ainda é escasso, devido à baixa produtividade da maioria dos nossos rebanhos, o que não justifica o uso de tamponantes.

Uma vaca leiteira tem 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) trabalharam com uma dieta contendo 40% de silagem de milho e 60% de concentrados (base na MS) e impuseram os seguintes tratamentos: dieta controle; dieta controle + adição de 1,5% de NaHCO_3 ; dieta controle + adição de 1,25% de K_2CO_3 e dieta controle + adição de 1,85% de K_2CO_3 (base na MS), sendo os aditivos misturados à dieta no momento da alimentação. Não houve diferenças na produção de leite e produção de leite corrigida para 3,5% de gordura. Porém, houve respostas no consumo de MS, sendo que os tratamentos com adição de 1,5% de NaHCO_3 e 1,85% de K_2CO_3 foram superiores aos tratamentos controle e com adição de 1,25% de K_2CO_3 (22,3; 22,0; 20,7 e 21,5 kg/vaca/dia, respectivamente). WEST et al. (1987) também encontraram diferenças no teor de gordura do leite, sendo que nesse parâmetro o tratamento com adição de 1,85% de K_2CO_3 foi superior aos demais (3,5%), enquanto que os teores de gordura nos tratamentos controle, 1,5% de NaHCO_3 e 1,25% de K_2CO_3 foram respectivamente de 3,1%, 3,3% e 3,3%.

A maior contribuição no trabalho de WEST et al. (1987) foi em relação ao pH ruminal pós-prandial, em que todos os tratamentos atingiram o menor valor quatro horas após a alimentação, sendo que no tratamento controle o pH caiu para 5,64. Todavia, observou-se que a menor queda do pH ruminal ocorreu no tratamento com 1,85% de K_2CO_3 , seguido por 1,5% de $NaHCO_3$ e com 1,25% de K_2CO_3 , comprovando a eficácia desses aditivos como tamponantes. MERTENS (1979) afirmou que a digestibilidade da fibra é máxima quando o pH ruminal está em 6,8; e declina rapidamente à medida que o mesmo também decresce.

ERDMAN (1988a) ressaltou que numa situação em que uma vaca leiteira com pH ruminal 6,0 e alimentada com silagem de milho com pH 3,9; haveria necessidade da adição de 33 g de bicarbonato de sódio/kg de MS da silagem de milho para manter o pH do rúmen nesse mesmo valor, ao passo que, se a mesma vaca estivesse sob pastejo ou recebendo feno (que normalmente tem pH 6,0), não haveria necessidade da adição de bicarbonato de sódio.

Os resultados sobre o consumo de MS de dietas adicionadas com bicarbonato de sódio em diferentes níveis para vacas leiteiras encontrados na literatura são variáveis. ERDMAN et al. (1980) avaliaram a adição de 1,5% de bicarbonato de sódio (base na MS) em uma dieta contendo 40% de silagem de milho e 60% de concentrados (base na MS) durante as oito semanas iniciais da lactação de 20 vacas leiteiras e verificaram que o consumo de MS da dieta adicionada com bicarbonato de sódio foi superior ao consumo de MS da dieta controle (20,7 kg/vaca/dia e 18,5 kg/vaca/dia, respectivamente).

KILMER et al. (1980) adicionaram 0,72% de bicarbonato de sódio (base na MS) em uma dieta contendo 60% de silagem de milho e 40% de concentrados (base na MS) para vacas leiteiras, durante as nove semanas iniciais de lactação. Nesse estudo, houve efeito da adição do bicarbonato de sódio sobre o consumo de MS da dieta (21,4 kg/vaca/dia) em relação ao consumo de MS da dieta controle (18,9 kg/vaca/dia).

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).

ERDMAN et al. (1982) incluíram 1% de bicarbonato de sódio (base na MS) em uma dieta contendo 40% de silagem de milho e 60% de concentrados (base na MS) para 24 vacas leiteiras nas 12 semanas iniciais de lactação e não encontraram diferenças no consumo de MS entre as duas dietas (18,6 kg/vaca/dia na dieta controle e 19,8 kg/vaca/dia na dieta com bicarbonato de sódio).

SNYDER et al. (1983) delinearum um experimento em esquema fatorial com duas dietas de diferentes proporções volumoso:concentrado (50:50 e 75:25, base na MS), com e sem adição de 1,2% de bicarbonato de sódio (base na MS), que foram oferecidas a quatro vacas leiteiras no terço médio da lactação. Não houve diferenças sobre o consumo de MS das dietas (19,2 kg/vaca/dia na dieta controle e 20,7 kg/vaca/dia na dieta com bicarbonato de sódio).

ROGERS et al. (1985) mediram o consumo de MS de uma dieta contendo 40% de silagem de milho e 60% de concentrados (base na MS), adicionada com 1,2% de bicarbonato de sódio (base na MS), que foi oferecida a 108 vacas leiteiras nos primeiros 112 dias de lactação. Nessa pesquisa também não se verificaram respostas no consumo de MS da dieta com bicarbonato de sódio (19,8 kg/vaca/dia), comparado à dieta controle (20,2 kg/vaca/dia).

ERDMAN & SHARMA (1989) adicionaram 0,75% de bicarbonato de sódio (base na MS) em uma dieta contendo 40% de silagem de milho e 60% de concentrados (base na MS) para vacas leiteiras com DEL médio de 154 dias. Os autores desse trabalho não observaram diferenças no consumo de MS entre a dieta com bicarbonato de sódio e a dieta controle (19,6 kg/vaca/dia nos dois tratamentos).

SHAVER et al. (1984), SHAVER et al. (1985), ERDMAN (1988b) e NDWIGA et al. (1990) realizaram experimentos em que o volumoso (silagem de milho) foi oferecido separadamente do concentrado. Nesses trabalhos, mediu-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 oferecidas às vacas leiteiras.

SHAVER et al. (1984) avaliaram quatro níveis de inclusão de bicarbonato de sódio (0%, 2%, 4% e 6%, base na MS) sobre o consumo de MS da silagem de milho em 16 novilhas Holandesas e concluíram que o maior

consumo ocorreu com 4% de adição (8,1 kg/novilha/dia), havendo efeito quadrático entre os tratamentos. A quantidade de concentrado oferecida a essas novilhas foi de 0,68 kg/dia.

SHAVER et al. (1985) mediram o consumo de MS da silagem de milho em quatro novilhos da raça Holandesa, sendo que nesse trabalho o bicarbonato de sódio foi adicionado na proporção de 50 g/kg de MS da silagem. Houve diferenças no consumo de MS da silagem de milho com adição do bicarbonato de sódio (4,58 kg/novilho/dia), comparado à silagem controle (3,91 kg/novilho/dia). Nos dois tratamentos houve suplementação com 0,45 kg de concentrado/novilho/dia.

ERDMAN (1988b) avaliou o consumo de MS da silagem de milho adicionada com 4% de bicarbonato de sódio (base na MS) em 18 vacas leiteiras (no terço inicial da lactação) e constatou aumento significativo no consumo de MS da silagem de milho adicionada com bicarbonato de sódio (10,6 kg/vaca/dia) em relação à silagem controle (9,6 kg/vaca/dia). Nesse trabalho a proporção silagem de milho:concentrado foi de 40:60 (base na MS).

SHAVER et al. (1984), SHAVER et al. (1985) e ERDMAN (1988b) concluíram em seus experimentos que as melhores respostas no consumo de MS de silagens de milho ocorreram quando o pH dessas silagens foi elevado para valores entre 5,62 a 5,94 após a adição com bicarbonato de sódio. Nessa faixa de pH, as condições fisiológicas ruminais se tornaram mais equilibradas para a digestibilidade da fibra, resultando no aumento do consumo de MS.

Por outro lado, NDWIGA et al. (1990) obtiveram resultados distintos de SHAVER et al. (1984), SHAVER et al. (1985) e ERDMAN (1988b), ao avaliarem o consumo de MS da silagem de milho adicionada com 5,5% de bicarbonato de sódio (base na MS) em novilhas leiteiras. NDWIGA et al. (1990) não notaram diferenças no consumo de MS da silagem de milho com bicarbonato de sódio (8,04 kg/novilha/dia) comparado à silagem controle (7,66 kg/novilha/dia). Esses autores também reportaram que o pH da silagem de milho após a adição de bicarbonato de sódio atingiu 5,1 (aquém, portanto, da faixa ideal afirmada por SHAVER et al., 1984; SHAVER et al., 1985; ERDMAN, 1988b). Em ambos os tratamentos a quantidade de concentrados oferecida às novilhas foi de 0,68 kg/dia.

A revisão realizada por ERDMAN (1988a) mostrou que em 17 experimentos em que a silagem de milho foi a única fonte de volumoso oferecida a vacas leiteiras no início da lactação, a adição de bicarbonato de sódio aumentou, em média, 0,5 kg no consumo de MS e 1,1 kg na produção de leite corrigida para 4% de gordura. Houve também respostas da adição do bicarbonato de sódio sobre a porcentagem de gordura, que aumentou 0,16 pontos percentuais.

Em outro trabalho de revisão, STAPLES & LOUGH (1989) compilaram 32 estudos sobre a adição de bicarbonato de sódio em silagens de milho e corroboraram os resultados revisados por ERDMAN (1988a). Em 18 deles, em que as vacas leiteiras se encontravam no terço inicial da lactação, houve aumento de 0,8 kg na produção de leite e 0,16 unidades percentuais no teor de gordura, resultando em 1,4 kg de leite a mais na produção de leite corrigida para 4% de gordura, comparado às vacas que foram alimentadas com silagem de milho sem adição de bicarbonato de sódio. Em outros dez experimentos, nos quais as vacas se encontravam no terço médio da lactação, o incremento na produção de leite, teor de gordura do leite e produção de leite corrigida para 4% de gordura das vacas alimentadas com silagem de milho adicionada com bicarbonato de sódio foram, respectivamente, de 0,9 kg, 0,3 pontos percentuais e 1,9 kg.

Um fator relevante quando se introduz um novo aditivo nas silagens ou dietas para vacas leiteiras é a possível interferência desse componente no consumo de MS devido a mudanças de palatabilidade. ERDMAN et al. (1980), KILMER et al. (1980) e ERDMAN et al. (1982) não detectaram problemas dessa natureza quando adicionaram, respectivamente, níveis de 1,5%, 0,72% e 1,0% de bicarbonato de sódio (base na MS), sendo que no caso desses três ensaios a única fonte de volumoso usada foi a silagem de milho.

2.3. Leveduras como aditivos de silagens e dietas para vacas leiteiras

Os aditivos alimentares microbianos, definidos como uma fonte de microorganismos vivos (viáveis), incluem bactérias, fungos e leveduras, sendo os

dois últimos considerados os mais importantes e comumente utilizados nas dietas de vacas leiteiras, porém frequentemente citados como sinônimos, apesar de serem distintos (TONISSI & GOES, 2004).

A definição isolada de leveduras refere-se ao produto que foi separado do seu meio de cultura. A cultura de leveduras é o produto composto por células viáveis em seu meio de crescimento. Extratos fúngicos são, da mesma forma, organismos vivos, porém adicionados em meios de cultura secos. Dentre as culturas de leveduras destaca-se particularmente a de *Saccharomyces cerevisiae* (TONISSI & GOES, 2004).

Apesar das leveduras receberem a classificação oficial de aditivos microbianos, há uma grande variação nas unidades formadoras de colônias que as compõem (WOHLT et al., 1998).

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. A indústria de açúcar e álcool brasileira é de grande dimensão, tornando o país um grande produtor potencial de leveduras. Em média, cada litro de álcool origina 12 litros de vinhaça que, por sua vez, apresenta 1% de células de *Saccharomyces cerevisiae* (TONISSI & GOES, 2004).

Saccharomyces cerevisiae tem grande afinidade por oxigênio, melhorando as condições do rúmen para os microorganismos anaeróbicos. O conteúdo ruminal é essencialmente anaeróbico, mas pequenas concentrações de oxigênio dissolvido podem ser encontradas. O oxigênio entra no rúmen (entre 60 a 100 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{L}$) através do alimento e da saliva. Ele é tóxico às bactérias anaeróbicas e reduz 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 oxigênio 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). Além disso, segundo MARTIN & NISBET

(1992), NEWBOLD et al. (1995) e NEWBOLD et al. (1996), as leveduras têm a propriedade de secretar enzimas essenciais, vitaminas e aminoácidos, que servem de fatores de crescimento para as bactérias ruminais e, por sua vez, para a nutrição de vacas leiteiras.

DAWSON et al. (1990) comprovaram o aumento do número de bactérias celulolíticas ao utilizarem 1 g de leveduras/kg de ração em novilhos de corte. Resultados semelhantes foram obtidos por NEWBOLD et al. (1995), que suplementaram 2 g de leveduras/dia em ovinos. No estudo de DAWSON et al. (1990), o número de bactérias celulolíticas/ml de fluido ruminal dos ovinos suplementados com três fontes de leveduras foi de $60,1 \times 10^6$; $35,2 \times 10^6$ e $36,9 \times 10^6$; ao passo que a quantidade de bactérias celulolíticas dos animais não suplementados foi de $17,5 \times 10^6$.

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 essa razão 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) para vacas leiteiras com DEL médio de 154 dias e não observaram diferenças no consumo de MS entre a dieta com leveduras (19,0 kg/vaca/dia), comparada à dieta controle (19,6 kg/vaca/dia).

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 diferenças no consumo de MS das dietas, que consistiu de 5% de feno de alfafa triturado, 45% de silagem de milho e 50% de concentrados (base na MS).

Em concordância com ERDMAN & SHARMA (1989) e KUNG JR et al. (1997), SCHINGOETHE et al. (2004) também não observaram diferenças no

consumo de MS de uma dieta contendo 28% de silagem de milho, 21% de feno de alfafa e 51% de concentrados (base na MS), oferecida a vacas leiteiras com DEL médio de 105 dias. Nesse trabalho a dosagem de suplementação com leveduras foi de 60 g/vaca/dia.

SANTOS et al. (2006), por sua vez, estudaram a suplementação de leveduras (0,5 g/vaca/dia) em duas dietas com dois teores de amido (22% e 32%, base na MS), onde em ambas a silagem de milho foi a única fonte de volumoso. Não houve efeito da suplementação com leveduras sobre o consumo de MS das dietas em vacas leiteiras com DEL médio de 258 dias.

Resultados contrários aos obtidos por ERDMAN & SHARMA (1989), KUNG JR et al. (1997), SCHINGOETHE et al. (2004) e SANTOS et al. (2006) foram relatados por WOHLT et al. (1991), que suplementaram 10 g de leveduras/vaca/dia em um experimento que iniciou 30 dias antes da data prevista das partições e se estendeu por 18 semanas de lactação. A dieta utilizada nesse ensaio consistiu de 50% de silagem de milho e 50% de concentrados (base na MS). Houve respostas 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.

3. OBJETIVOS

Objetivou-se avaliar, no Experimento 1, o efeito do aumento do pH da silagem de sorgo pela adição do bicarbonato de sódio (1,3% da MS) 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 do bicarbonato de sódio, (2,2% da MS), leveduras (20 g/vaca/dia ou 0,2% da MS) e sua associação a uma mesma dieta oferecida a vacas não lactantes fistuladas no rúmen sobre o consumo de MS e parâmetros ruminais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Experimento 1

O Experimento 1 foi realizado na Fazenda Escola da EV/UFG no período de 04 de julho a 02 de agosto de 2007, com duração de 30 dias, divididos em dois períodos de 15 dias. Utilizaram-se dois tratamentos, silagem de sorgo com adição de bicarbonato de sódio 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. Foram utilizadas 12 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 média de 15,7 litros de leite/dia \pm 2,4 e DEL médio de 122 dias \pm 60.

As vacas foram ordenhadas duas vezes ao dia (6h e 16h) e alimentadas com silagem de sorgo (com e sem adição de bicarbonato de sódio) 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. Foi adotado o consumo coletivo de MS das silagens de sorgo com e sem adição de bicarbonato de sódio nos dois grupos experimentais, extrapolando-se posteriormente para os valores do consumo individual, a fim de se determinar a composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais (Tabela 1). Os concentrados foram oferecidos nos currais de alimentação adjacentes à sala de ordenha duas vezes ao dia, logo após as ordenhas, na quantidade de 5 kg/vaca/dia, e a casca de soja foi oferecida uma única vez ao dia às 13h na área de alimentação coletiva (2 kg/vaca/dia). No momento do fornecimento da casca de soja, a silagem de sorgo remanescente nos comedouros dos dois tratamentos era varrida para as extremidades dos mesmos e só então a casca de soja era distribuída. Após a total ingestão desse subproduto, que durava em média dez a 12 minutos, a silagem de sorgo com e sem adição de bicarbonato de sódio era novamente distribuída ao longo dos dois comedouros. Esse procedimento foi feito a fim de evitar estímulo extra no

consumo das silagens, o que traria efeito de confundimento nas respostas experimentais.

A adição do bicarbonato de sódio (1,3% da MS) à silagem de sorgo foi realizada de forma manual dentro do comedouro, procurando-se obter a maior homogeneização possível. O mesmo procedimento foi adotado na mistura de uréia + sulfato de amônio (razão de 9:1; 1,1% da MS), porém esse ingrediente foi incluído nos dois tratamentos, também dentro dos comedouros.

Os dois períodos experimentais foram de 15 dias cada, sendo 12 de adaptação e três para coleta dos dados e amostras dos tratamentos. A produção de leite foi avaliada 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. A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura (LCG 3,5%) segundo TYRRELL & REID (1965), em que $LCG\ 3,5\% = (0,4324 * kg\ de\ leite/dia) + (16,216 * kg\ de\ gordura/dia)$.

Simultaneamente à avaliação de desempenho, foram também coletadas 96 amostras de leite (12 vacas * oito ordenhas/vaca durante todo o experimento) em frascos contendo bronopol (conservante anti-bactericida) e enviadas para análises dos teores de gordura, proteína, lactose e EST no Laboratório do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária da UFG. O aparelho utilizado para estas análises foi o Milkoscan 4000 Basic® com princípio analítico infravermelho próximo.

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

Amostras das silagens, concentrados e casca de soja também foram coletadas do 13º ao 15º dia dos dois períodos experimentais, congeladas 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. As dietas (isoenergéticas e isonitrogenadas) foram calculadas de acordo com o NRC (2001) para atender as

exigências nutricionais de vacas mestiças com peso vivo médio de 450 kg e produção média de 15 litros de leite/dia.

O pH das silagens de sorgo foi determinado pela diluição de 10 g de amostra em 90 ml de água destilada e medido em potenciômetro digital modelo Licit[®]. A composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais encontra-se na Tabela 1, enquanto que a composição bromatológica dos ingredientes, das dietas experimentais e valores de pH das silagens de sorgo com e sem adição de bicarbonato de sódio encontra-se na Tabela 2.

A análise estatística dos dados foi realizada pelo programa SAS (2002) através do PROC GLM. O modelo matemático adotado na análise de variância foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + T_j + e_{ijk}, \text{ em que:}$$

y_{ijk} = variáveis dependentes;

μ = 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 bicarbonato	Sem bicarbonato
Silagem de sorgo	56,7	57,6
Concentrado*	29,3	29,6
Casca de soja	11,6	11,7
Bicarbonato de sódio	1,3	
Uréia + 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 bicarbonato de sódio

Teores	Silagem de sorgo	Silagem de sorgo + NaHCO ₃	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 ₃		Sem NaHCO ₃	
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

4.2. Experimento 2

O Experimento 2 foi realizado na Fazenda Escola da EV/UFG no período de 24 de agosto a 18 de outubro de 2007, com duração de 56 dias, divididos em quatro períodos de 14 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 + bicarbonato de sódio (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 + bicarbonato de sódio (2,2% da MS) + leveduras (20 g/animal/dia ou 0,2% da MS). O delineamento experimental empregado foi o Quadrado Latino 4x4. Foram usadas quatro vacas não lactantes fistuladas no rúmen, sem padrão racial definido, alojadas em baias individuais, as quais tiveram acesso livre à água e alimentadas uma vez ao dia às 7h.

O CMS foi calculado por meio da diferença entre a quantidade da dieta oferecida menos a recusada nos cinco dias de coleta de cada período experimental, procurando-se obter 10 a 15% de sobras para que houvesse o máximo consumo voluntário por parte dos animais.

A determinação da degradação ruminal *in situ* da MS e da FDN foi realizada no primeiro e segundo dias da coleta, seguindo a metodologia de ØRSKOV & McDONALD (1979). Amostras das dietas experimentais foram secas em estufa a 60°C por 72 horas e moídas em peneira de 5 mm. Foram pesadas 5,5 g de cada tratamento e acondicionadas em sacos de náilon com porosidade de 50 µm e tamanho de 14 x 7 cm. As bolsas contendo as dietas experimentais foram amarradas em uma das extremidades de um cordão de plástico. Na outra extremidade foi atada uma corrente de 300 g a fim de 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 parte externa. Um pedaço roliço de madeira de 10 cm de comprimento foi amarrado no final do fio de náilon para evitar que o mesmo voltasse para o rúmen devido às contrações ruminiais.

As bolsas foram incubadas em duplicata, sendo colocadas às 8h e retiradas às 14h do dia seguinte, perfazendo 30 horas de incubação. Após a retirada, as mesmas foram imediatamente imersas em água gelada para cessar a fermentação e lavadas em água corrente até que essa ficasse límpida. 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, obtida dividindo-se o conteúdo digerido pelo peso da amostra previamente incubada. Para a determinação da degradação *in situ* da FDN, os conteúdos remanescentes das bolsas foram moídos em peneira de 1 mm e analisados quanto ao teor de FDN (segundo VAN SOEST et al., 1991), sendo então aplicada a seguinte equação [DRFDN = 100 – (% FDN do conteúdo remanescente * peso do conteúdo remanescente / % FDN da amostra incubada * peso da amostra incubada)]. Os valores encontrados para a degradação *in situ* da MS e FDN foram posteriormente corrigidos para MS a 105°C.

No terceiro dia da coleta foi determinado o pH do líquido ruminal, seguindo o método de WEST et al. (1987). As amostras da digesta ruminal foram coletadas 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 da coleta foi determinada 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. Para a determinação dessas variáveis, foram feitos dois esvaziamentos ruminais em dois dias consecutivos, sendo o primeiro, duas horas antes da alimentação e o segundo, duas horas depois da alimentação. As frações líquida e sólida da digesta ruminal foram separadas manualmente espremendo-as dentro de um tecido poroso. Em seguida, foram pesadas as frações sólida e líquida, e calculado o total da digesta ruminal. Amostras de 500 g da digesta ruminal foram reconstituídas (obedecendo as 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):

$$\% \text{ Kd MS} = \left[\frac{\text{CMS (kg/dia)}}{\text{MSDR}} / 24 \right] \times 100$$

$$\text{Kt MS (h)} = \left[\frac{1}{\% \text{ Kd MS}} \right] \times 100$$

$$\% \text{ Kd MO} = \left[\frac{\text{CMO (kg/dia)}}{\text{MODR}} / 24 \right] \times 100$$

$$\text{Kt MO (h)} = \left[\frac{1}{\% \text{ Kd MO}} \right] \times 100$$

$$\% \text{ Kd FDN} = \left[\frac{\text{CFDN (kg/dia)}}{\text{FDNDR}} / 24 \right] \times 100$$

$$\text{Kt FDN (h)} = \left[\frac{1}{\% \text{ Kd FDN}} \right] \times 100$$

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 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. O pH das dietas foi determinado pela diluição de 10 g de amostra em 90 ml de água destilada e medido em potenciômetro digital modelo Licit[®].

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. A análise estatística dos dados foi realizada pelo programa SAS (2002) através do PROC GLM, utilizando-se

contrastes ortogonais entre os tratamentos. O modelo matemático adotado na análise de variância foi o seguinte:

$$Y_{ijkl} = \mu + V_i + P_j + T_k + e_{ijkl}, \text{ em que:}$$

y_{ijkl} = variáveis dependentes;

μ = 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
Bicarbonato de sódio	-	2,2	-	2,2
Leveduras	-	-	0,2	0,2
Total	100	100	100	100

Cont = dieta controle

Bic = dieta controle + adição de bicarbonato de sódio

Lev = dieta controle + adição de leveduras

Bic + Lev = dieta controle + adição de bicarbonato de sódio e leveduras

* 67,5% de farelo de soja + 16,5% de uréia + 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 + adição de bicarbonato de sódio

Lev = dieta controle + adição de leveduras

Bic + Lev = dieta controle + adição de bicarbonato de sódio e leveduras

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

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Experimento 1

Durante o período de coleta dos dados, o consumo médio diário de MS da silagem de sorgo com e sem adição de bicarbonato de sódio nos dois lotes experimentais de seis animais cada um foi respectivamente de 52 e 52,5 kg. 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 bicarbonato de sódio (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 bicarbonato de sódio

Parâmetro	Silagem de sorgo		P>F	CV (%)
	Com bicarbonato de sódio	Sem bicarbonato de sódio		
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) avaliaram a adição de 1,5% de bicarbonato de sódio (base na MS) em uma dieta contendo

40% de silagem de milho e 60% de concentrados (base na MS) durante as oito semanas iniciais da lactação de 20 vacas leiteiras. Esses autores notaram respostas significativas da adição do bicarbonato de sódio 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. Por outro lado, não houve diferenças na porcentagem de gordura do leite entre os dois tratamentos (3,96% na dieta com bicarbonato de sódio e 3,8% na dieta controle).

KILMER et al. (1980) adicionaram 0,72% de bicarbonato de sódio (base na MS) em uma dieta contendo 60% de silagem de milho e 40% de concentrados (base na MS) para vacas leiteiras durante as nove semanas iniciais de lactação. A produção de leite (32,5 kg/dia) e produção de leite corrigida para 4% de gordura (31,9 kg/dia) das vacas que receberam a dieta com bicarbonato de sódio 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, a porcentagem de gordura do leite não variou entre os dois tratamentos.

ERDMAN et al. (1982) pesquisaram a adição de 1% de bicarbonato de sódio (base na MS) em uma dieta contendo 40% de silagem de milho e 60% de concentrados (base na MS) sobre o desempenho de 24 vacas leiteiras nas 12 semanas iniciais de lactação. Não houve diferenças na produção de leite (34,6 kg/dia na dieta controle e 31,5 kg/dia na dieta com bicarbonato de sódio) e produção de leite corrigida para 4% de gordura (29,8 kg/dia na dieta controle e 29,9 kg/dia na dieta com bicarbonato de sódio). Porém, houve efeito significativo da adição do bicarbonato de sódio à dieta sobre a porcentagem de gordura (3,78%), comparado à dieta controle (3,26%).

SNYDER et al. (1983) realizaram um experimento em esquema fatorial com duas dietas de diferentes relações volumoso:concentrado (50:50 e 75:25, base na MS), ambas com e sem adição de 1,2% de bicarbonato de sódio (base na MS), sobre o desempenho de quatro vacas leiteiras no terço médio da lactação. Não houve efeitos significativos quando se adicionou bicarbonato de sódio à dieta sobre a produção de leite (22,6 kg/dia no tratamento controle e 24,5 kg/dia no tratamento com bicarbonato de sódio), independente da relação

volumoso:concentrado. Todavia, ocorreram respostas da adição do bicarbonato de sódio 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), comparado à dieta controle, cujos mesmos parâmetros foram respectivamente de 3,03%, 0,69 kg/dia e 19,3 kg/dia.

ERDMAN (1988b) estudou a adição de 4% de bicarbonato de sódio (base na MS) na silagem de milho sobre o desempenho de vacas leiteiras no terço inicial da lactação e não constatou diferenças significativas na produção de leite. Contudo, a porcentagem de gordura do leite das vacas que foram alimentadas com silagem de milho com bicarbonato de sódio foi superior ao tratamento controle (4,15% e 3,79%, respectivamente), resultando numa diferença também significativa na produção de leite corrigida para 4% de gordura (40,9 kg/dia), comparado 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).

ROGERS et al. (1985) avaliaram o desempenho de 108 vacas nos primeiros 112 dias de lactação que foram alimentadas com uma dieta contendo 40% de silagem de milho e 60% de concentrado (base na MS), adicionada com 1,2% de bicarbonato de sódio (base na MS). Não houve efeito da adição do bicarbonato de sódio sobre a produção de leite, porcentagem e produção diária de gordura do leite e produção de leite corrigida para 4% de gordura.

WEST et al. (1987) mediram o desempenho de 12 vacas com DEL médio de 74 dias (intervalo de 20 até 135 dias em lactação) e não encontraram respostas significativas na adição de 1,5% de bicarbonato de sódio (base na MS) em uma dieta contendo 40% de silagem de milho e 60% de concentrados (base na MS). Os valores para produção de leite, porcentagem de gordura do leite, produção diária de gordura do leite e produção de leite corrigida para 3,5% de gordura na dieta com bicarbonato foram respectivamente de 28,9 kg/dia, 3,3%, 0,9 kg/dia e 27,7 kg/dia, enquanto que na dieta controle, os resultados desses mesmos parâmetros foram de 28,0 kg/dia, 3,1%, 0,8 kg/dia e 25,6 kg/dia.

ERDMAN & SHARMA (1989) trabalharam com 0,75% de bicarbonato de sódio (base na MS) em uma dieta contendo 40% de silagem de

milho e 60% de concentrados (base na MS) para vacas leiteiras com DEL médio de 154 dias e também não encontraram diferenças entre a dieta controle e adicionada com bicarbonato de sódio sobre a produção de leite, porcentagem e produção diária de gordura do leite e produção de leite corrigida para 4% de gordura.

Uma das possíveis causas por não ter havido diferenças estatísticas no presente trabalho pode ter sido o teor de FDN das dietas experimentais, cujo valor no tratamento em que houve adição de bicarbonato de sódio 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 bicarbonato de sódio como tamponante ruminal. Os resultados que vão ao encontro dessa possibilidade foram os teores de gordura do leite nos dois tratamentos (4,05% na silagem de sorgo com bicarbonato de sódio e 4,02% na silagem controle, Tabela 5), considerados adequados levando-se em conta o padrão genético das vacas utilizadas nesse experimento (1/2 Holandesa 1/2 Jersey).

Corroborando a hipótese acima, KILMER et al. (1980), ERDMAN et al. (1982) e ERDMAN (1988b), que encontraram respostas significativas decorrentes da adição do bicarbonato de sódio sobre a produção de leite, teor de gordura do leite ou produção de leite corrigida para 4% de gordura, reportaram em seus ensaios teores respectivos de FDN da dieta de 38,5%, 27,5% e 26% (base na MS), menores, portanto, do teor registrado na dieta com adição de bicarbonato de sódio no presente trabalho (43,7%; Tabela 2), devido ao fato de que 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 diferenças significativas na utilização do bicarbonato de sódio 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 bicarbonato de sódio está na manutenção dos níveis adequados de gordura do leite de vacas de alta aptidão leiteira, 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 do bicarbonato de sódio 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 bicarbonato de sódio como tamponante ruminal, e na ausência de respostas significativas desse aditivo à silagem de sorgo sobre a produção e composição do leite no presente estudo.

Outra provável razão para a ausência de diferenças significativas nesse estudo foi o valor da porcentagem de adição do bicarbonato de sódio e o pH da silagem de sorgo após sua inclusão. 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 respostas significativas sobre o consumo de MS, teor de gordura do leite e produção de leite corrigida para 4% de gordura das vacas alimentadas com silagem de milho + bicarbonato de sódio. Em contrapartida, o pH de 4,5 da silagem de sorgo com bicarbonato de sódio

verificado nesse trabalho 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.

SHAVER et al. (1984) obtiveram a melhor resposta no consumo de MS (8,1 kg/dia) ao adicionarem 4% de bicarbonato de sódio à silagem de milho (base na MS), elevando o pH dessa silagem de 3,72 para 5,62. SHAVER et al. (1985) também verificaram aumentos significativos no consumo de MS (4,58 kg/dia) quando adicionaram 50 g de bicarbonato de sódio/kg de MS da silagem de milho, elevando o pH da silagem de 3,86 para 5,94. Entretanto, esses resultados não podem ser comparados aos da presente pesquisa, pelo fato de SHAVER et al. (1984) e SHAVER et al. (1985) terem utilizado outra categoria animal (novilhas e novilhos, respectivamente).

NDWIGA et al. (1990), todavia, apesar de também terem utilizado novilhas em sua pesquisa, não encontraram respostas significativas no consumo de MS ao adicionaram 5,5% de bicarbonato de bicarbonato de sódio (base na MS) à silagem de milho, elevando o pH dessa silagem de 3,7 para 5,1.

Os resultados obtidos no presente estudo indicam que a inclusão de 1,3% de bicarbonato de sódio (base na MS) foi insuficiente para elevar o pH da silagem de sorgo entre 5,0 a 5,5 e trazer respostas significativas sobre a produção e composição do leite.

5.2. Experimento 2

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 6, a adição de bicarbonato de sódio (2,2% da MS) ou de leveduras (20 g/animal/dia ou 0,2% da MS) não influenciaram o consumo de MS (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 do bicarbonato de sódio + leveduras versus os dois aditivos em separado, foram verificados aumentos significativos no CMS (9,1 kg/vaca/dia, $P=0,04$), Kd da MS da digesta ruminal (2,98%/hora, $P=0,04$) e 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 bicarbonato de sódio, leveduras ou a 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 + adição de bicarbonato de sódio

Lev = dieta controle + adição de leveduras

Bic + Lev = dieta controle + adição de bicarbonato de sódio e leveduras

Contraste Bic x Cont = contraste entre “dieta controle + bicarbonato de sódio 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 + bicarbonato de sódio + leveduras versus dieta controle + bicarbonato de sódio 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 foram influenciados pela adição de bicarbonato de sódio ou de leveduras ($P>0,05$). Por outro lado, quando se contrastou o tratamento bicarbonato de sódio + leveduras versus bicarbonato de sódio e leveduras separadamente, houve diferenças 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 bicarbonato de sódio, leveduras ou a sua associação

Parâmetros	Tratamentos				Contrastes			CV (%)
	Cont	Bic	Lev	Bic + Lev	Bic x Lev	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 + adição de bicarbonato de sódio

Lev = dieta controle + adição de leveduras

Bic + Lev = dieta controle + adição de bicarbonato de sódio e leveduras

Contraste Bic x Cont = contraste entre “dieta controle + bicarbonato de sódio 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 + bicarbonato de sódio + leveduras versus dieta controle + bicarbonato de sódio e dieta controle + leveduras em separado”

A diferença estatística ($P<0,05$) observada no tratamento bicarbonato de sódio + leveduras para o CMS, CMO, Kd e Kt da MS e MO da digesta ruminal sugere que houve efeito aditivo entre o bicarbonato de sódio e 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 bicarbonato de sódio (base na MS) e reportaram aumentos no CMS de dietas para vacas leiteiras no terço inicial da lactação. Assim como no presente trabalho, ERDMAN et al. (1982), SNYDER et al. (1983), ROGERS et al. (1985) e ERDMAN & SHARMA (1989) também não detectaram diferenças no CMS de dietas para vacas leiteiras adicionadas com bicarbonato de sódio nos valores respectivos de 1%, 1,2%, 1,2% e 0,75% (base na MS).

Resultados de SHAVER et al. (1984), SHAVER et al. (1985) 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 do bicarbonato de sódio) proporcionou

aumentos significativos no CMS dessas silagens por novilhas, novilhos e vacas leiteiras, respectivamente. Segundo esses autores, esse efeito significativo ocorreu em função de que a elevação do pH das silagens de milho criou condições fisiológicas mais favoráveis dentro do rúmen para a digestibilidade da fibra, acelerando o esvaziamento ruminal e estimulando novos consumos de silagem.

No presente trabalho, o pH de 6,2 na dieta com adição de bicarbonato de sódio (Tabela 4) não influenciou o CMS, o que está em desacordo com ERDMAN (1988b), que fez um apanhado de nove experimentos e verificou existir efeito quadrático entre o CMS de diversas silagens e o seu pH, sendo que o CMS foi máximo quando o pH esteve entre 5,5 e 6,0. 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 o CMS na dieta com adição de bicarbonato de sódio + leveduras foi de 9,1 kg/vaca/dia (Tabela 6) e o pH desse tratamento = 5,0 (Tabela 4), tendo apresentado diferença estatística ($P < 0,05$) ao CMS da dieta com adição apenas de bicarbonato de sódio (8,0 kg/vaca/dia, Tabela 6), que teve pH = 6,2 (Tabela 4).

A variação entre os valores de pH da dieta com adição de bicarbonato de sódio + leveduras e com adição apenas de bicarbonato de sódio possivelmente ocorreu devido à homogeneização ineficiente no momento da mistura da silagem de sorgo, concentrados e aditivos, que foi realizada de forma manual.

NDWIGA et al (1990), assim como nesse estudo, também não encontraram diferenças no CMS da silagem de milho adicionada com 5,5% de bicarbonato de sódio (base na MS) oferecida a novilhas leiteiras. No trabalho de NDWIGA et al. (1990), o pH da silagem de milho após a adição de bicarbonato de sódio atingiu 5,1 (ou seja, aquém da faixa ótima afirmada por SHAVER et al., 1984; SHAVER et al., 1985; ERDMAN, 1988b; e muito abaixo do valor de 6,2 registrado no tratamento com adição de bicarbonato de sódio).

Em relação ao CMS de dietas adicionadas com leveduras, os resultados verificados na presente trabalho corroboram com os dados obtidos por ERDMAN & SHARMA (1989), KUNG JR et al. (1997), SCHINGOETHE et al. (2004) e SANTOS et al. (2006), que não registraram diferença significativa 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, ao passo 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), SCHINGOETHE et al. (2004), SANTOS et al. (2006) e também nesse estudo, WOHLT et al. (1991) encontraram respostas positivas no CMS da dieta adicionada com 10 g de leveduras/dia em vacas leiteiras durante as seis semanas iniciais da lactação.

ERDMAN & SHARMA (1989), assim como nessa pesquisa, avaliaram a adição conjunta do bicarbonato de sódio (0,75% da MS) + leveduras (1% da MS) na dieta para vacas leiteiras e não observaram efeitos significativos dessa associação sobre o CMS, ao contrário do presente estudo, em que o CMS e o CMO da dieta com a associação dos dois aditivos foi superior ($P < 0,05$) ao CMS e CMO da dieta com bicarbonato de sódio e leveduras adicionados isoladamente.

Percebe-se, pela Tabela 8, que não houve respostas da adição do bicarbonato de sódio 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 adição conjunta do bicarbonato de sódio + leveduras aumentou o CMS, CMO, Kd e Kt da MS e MO da digesta ruminal, comparado à utilização isolada do bicarbonato de sódio e das 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 bicarbonato de sódio, leveduras ou a sua associação

Parâmetros	Tratamentos			Contrastes				CV (%)
	Cont	Bic	Lev	Bic + Lev	Bic x Lev	Bic 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 + adição de bicarbonato de sódio

Lev = dieta controle + adição de leveduras

Bic + Lev = dieta controle + adição de bicarbonato de sódio e leveduras

Contraste Bic x Cont = contraste entre “dieta controle + bicarbonato de sódio 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 + bicarbonato de sódio + leveduras versus dieta controle + bicarbonato de sódio e dieta controle + leveduras em separado”

Pela Tabela 9, observa-se que não houve diferença entre os tratamentos sobre a DRFDN ($P > 0,05$). Esse resultado possivelmente explica a ausência de diferenças entre os tratamentos no CFDN, Kd e Kt de FDN da digesta ruminal (Tabela 8), apesar da DRFDN ter sido avaliada apenas em um tempo de incubação (30 horas). Ainda na Tabela 9, verifica-se que não houve diferença na DRMS quando se adicionou bicarbonato de sódio, leveduras ou ambos na dieta ($P > 0,05$), indicando não ser essa a causa provável da diferença significativa a favor do tratamento bicarbonato de sódio + leveduras sobre o CMS, Kd e Kt da MS da digesta ruminal, comparado à utilização desses dois aditivos separadamente (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 bicarbonato de sódio, leveduras ou a sua associação

Parâmetros	Tratamentos			Contrastes				CV (%)
	Cont	Bic	Lev	Bic + Lev	Bic x Lev	Lev x Bic	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 + adição de bicarbonato de sódio

Lev = dieta controle + adição de leveduras

Bic + Lev = dieta controle + adição de bicarbonato de sódio e leveduras

Contraste Bic x Cont = contraste entre “dieta controle + bicarbonato de sódio 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 + bicarbonato de sódio + leveduras versus dieta controle + bicarbonato de sódio 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 adição conjunta do bicarbonato de sódio + 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 parâmetros avaliados nesse experimento, em função do delineamento experimental utilizado (Quadrado Latino 4x4 não duplicado).

Os aumentos no CMS, CMO, Kd e Kt da MS e MO da digesta ruminal verificados no tratamento bicarbonato de sódio + leveduras, comparado aos dois aditivos adicionados em separado ($P < 0,05$; Tabelas 6 e 7) podem ser explicados pela hipótese elaborada por RUSSELL & CHOW (1993), que propôs um modo de ação para o bicarbonato de sódio. Segundo esses autores, a elevação da concentração 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 a diluição da digesta ruminal, fazendo com que a taxa de passagem seja mais rápida, aumentando o consumo de MS da dieta ou da silagem. Em relação às leveduras, pode ter ocorrido efeito da atividade respiratória de *Saccharomyces cerevisiae*,

diminuindo a concentração de oxigênio no rúmen e aumentando a adesão das bactérias celulolíticas à celulose (NEWBOLD et al., 1996), resultando na melhoria da digestibilidade desse carboidrato estrutural e, conseqüentemente, no aumento do CMS. Esses dois modos de ação distintos (tanto do bicarbonato de sódio quanto das leveduras) apresentaram efeito somatório quando associados, e possivelmente explicam a diferença significativa 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 bicarbonato de sódio 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 bicarbonato de sódio, leveduras ou a sua associação

Frações	Tratamentos			Contrastes				CV (%)
	Cont	Bic	Lev	Bic + Lev	Bic x Lev	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 + adição de bicarbonato de sódio

Lev = dieta controle + adição de leveduras

Bic + Lev = dieta controle + adição de bicarbonato de sódio e leveduras

Contraste Bic x Cont = contraste entre “dieta controle + bicarbonato de sódio 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 + bicarbonato de sódio + leveduras versus dieta controle + bicarbonato de sódio e dieta controle + leveduras em separado”

Na Figura 1, vê-se que não houve efeito significativo ($P > 0,05$) 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 nesse estudo, pois a proporção do volumoso (silagem de sorgo) nos quatro tratamentos variou entre 89,5% a 91,6% do total da MS (Tabela 3).

Outros autores também não verificaram respostas da adição de bicarbonato de sódio 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). Por outro lado, WEST et al. (1987) encontraram respostas significativas do pH ruminal quando adicionaram 1,5% de bicarbonato de sódio (base na MS) em uma dieta para vacas leiteiras que continha 40% de silagem de milho e 60% de concentrados (base na MS). Nesse trabalho, o menor pH do rúmen registrado durante todo o período de coleta ocorreu quatro horas após a alimentação, sendo 5,64 na dieta controle e 6,0 na dieta com bicarbonato de sódio.

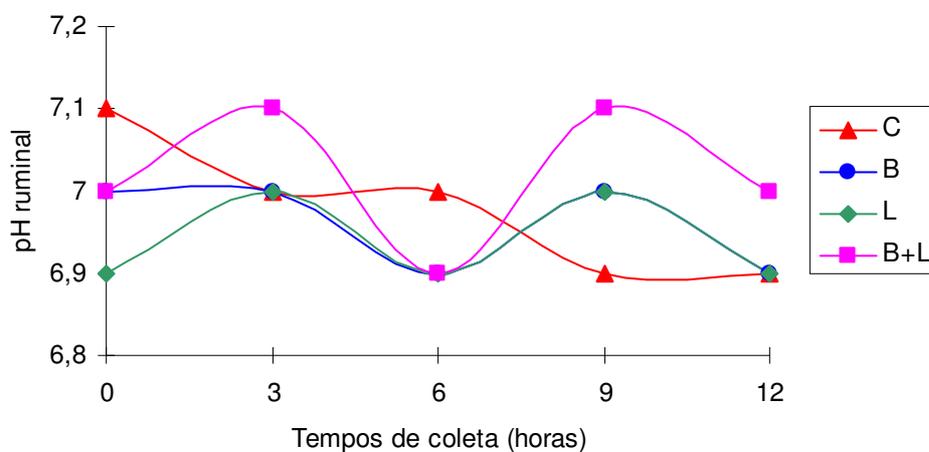


FIGURA 1 – pH ruminal de vacas fistuladas alimentadas com dietas adicionadas com bicarbonato de sódio, leveduras ou a sua associação

6. CONCLUSÃO

No Experimento 1, a adição de 1,3% de bicarbonato de sódio na silagem de sorgo (base na MS) não trouxe benefícios sobre a produção e composição do leite de vacas mestiças primíparas F1 ($\frac{1}{2}$ Holandesa $\frac{1}{2}$ Jersey) com produção média de 15,7 litros de leite/dia \pm 2,4 e DEL médio de 122 dias \pm 60.

No Experimento 2, a associação do bicarbonato de sódio (2,2% da MS) e leveduras (20 g/vaca/dia ou 0,2% da MS) foi superior a esses dois aditivos em separado, principalmente pelo aumento no CMS.

7. REFERÊNCIAS

1. ANDERSON, R. Effect of prolonged wilting in poor conditions on the fermentation quality, metabolizability and net energy value of silage given to sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.12, p.109-122, 1985.
2. BISHNOI, U. R.; OKA, G. M.; FEARON, A. L. 1993. Quantity and quality of forage and silage of pearl millet in comparison to sudax, grain, and forage sorghums harvested at different growth stages. **Tropical Agriculture**, v.70, n.2, p.98-102, 1993.
3. CAMPLING, R. C. The intake of hay and silage by cows. **Journal of the British Grassland Society**, v.21, n.1. p.21-41, 1966.
4. CRAMPTON, E. W. 1957. Interrelations between digestible nutrient and energy content, voluntary dry matter, intake and the overall. **Journal of Animal Science**, v.16, n.3, p.546-552, 1957.
5. DAWSON, K. A.; NEWMAN, K. E.; BOLING, J. A. Effects of microbial supplements containing yeast and lactobacilli on roughage-fed ruminal microbial activities. **Journal of Animal Science**, v.68, n.10, p.3392-3398, 1990.
6. DINIUS, D. A.; HILL, D. L.; NOLLER, C. H. Influence of supplemental acetate feeding on the voluntary intake of cattle fed green corn and corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.51, n.9, p.1505-1507, 1968.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.

12. GORDON, C. H.; DERBYSHIRE, J. C.; JACOBSON, W. C.; HUMPHREY, J. L. Effects of dry matter in low-moisture silage on preservation, acceptability, and feeding value for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.48, n.8, p.1062-1068, 1965.
13. GORDON, C. H.; DERBYSHIRE, J. C.; WISEMAN, H. G.; KANE, E. A.; MELIN, C. G. Preservation and feeding value of alfalfa stored as hay, haylage, and direct-cut silage. **Journal of Dairy Science**, v.44, n.7, p.1299-1311, 1961.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. KILMER, L. H.; MULLER, L. D.; WANGSNESS, 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.
18. 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.
19. McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The Biochemistry of Silage**. 2.ed. Aberystwyth, 1991. 340 p.
20. MARTIN, S. A.; NISBET, D. J. Effect of direct-fed microbials on rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.6, p.1736-1744, 1992.
21. MERTENS, D. R. Effects of buffers upon fiber digestion. Page 65 *in* **Regulation of acid-base balance**. Church and Dwight Co., Inc., Piscataway, NJ, 1979.
22. MILK POINT. **Estatísticas**. Produção brasileira de leite por Estado. Produção mundial. Produtividade por vaca nos principais países do mundo. Campinas: AgriPoint Consultoria LTDA, 2008. On-line. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/estatísticas>. Acesso em 04 de junho de 2008.

23. MOORE, L. A.; THOMAS, J. W.; SYKES, J. F. The acceptability of grass/legume silage by dairy cattle. **Proceedings...** 8th International Grasslands Congress, Reading, England, 1960, p. 701-704.
24. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle.** 7ed. Washington, D.C.:National Academy Press, 2001. 381 p.
25. 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.
26. NEWBOLD, C. J.; WALLACE, R. J.; CHEN, X. B.; McINTOSH, F. M. Different strains of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial numbers in vitro and in sheep. **Journal of Animal Science**, v.73, n.6, p.1811-1818, 1995.
27. 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.
28. NUSSIO, L. G.; RIBEIRO, J. L.; PAZIANI, S. F.; NUSSIO, C. M. B. Fatores que interferem no consumo de forragens conservadas. In: **Volumosos na produção de ruminantes.** Jaboticabal:Editora Funep, 2003. cap. 2, p.27-49.
29. 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.
30. RESENDE, H. **Cultura do milho e do sorgo para produção de silagem.** Coronel Pacheco:Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1991. 107 p.
31. RODRIGUES, J. A. S.; SILVA, F. E.; GONÇALVES, L. C. Silagem de diferentes cultivares de sorgo forrageiro colhidos em diversos estádios de desenvolvimento. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21., 1996, Londrina. **Resumos...** Londrina: LAPAR, 1996. p. 269.
32. 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.
33. 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.

34. RUGGIERI, A. C.; TONANI, F.; GUIM, A. Efeito do estágio de maturação sobre a composição bromatológica da planta e da silagem de três híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p. 107-108.
35. 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.826-830, 1993.
36. 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.
37. SAS INSTITUTE. **SAS system for Windows**: Release 6.12. Cary. 2002. 1CD-ROM.
38. SCHINGOETHE, D. J.; LINKE, K. N.; KALSCHEUR, K. F.; HIPPEN, A. R.; RENNICH, D. R.; YOON, I. Feed efficiency of mid-lactation dairy cows fed yeast culture during summer. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n.12, p.4178-4181, 2004.
39. SHAVER, R. D.; ERDMAN, R. A.; O'CONNOR, A. M.; VANDERSALL, J. H. Effects of silage pH on voluntary intake of corn silage and alfalfa haylage. **Journal of Dairy Science**, v.68, n.2, p.338-346, 1985.
40. 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.
41. SILVA, B. G.; COELHO, A. M.; SILVA, A. F. Sistemas de produção de milho e sorgo para a ensilagem. **Informe Agropecuário**, v.47, p.3-5, 1978.
42. SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa:UFV, 2002. 235 p.
43. 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.
44. STAPLES, C. R.; LOUGH, D. S. Efficacy of supplemental dietary neutralizing agents for lactating dairy cows. A review. **Animal Feed Science and Technology**, v.23, p.277-303, 1989.
45. STONE, J. B.; TRIMBERGER, G. W.; HENDERSON, C. E.; REID, J. T.; TURK, K. L.; LOOSLI, J. K. Forage intake and efficiency of feed utilization in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.43, n.9, p.1275-1281, 1960.

46. THOMAS, J. W.; MOORE, L. A.; OKAMOTO, M.; SYKES, J. F. A study of factors affecting rate of intake of heifers fed silage. **Journal of Dairy Science**, v.44, n.8, p.1471-1483, 1961.
47. TONISSI, R. H.; GOES, B. Leveduras e enzimas na alimentação de ruminantes. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, n.43, p.46-66, 2004.
48. 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.
49. VALENTE, J. O. **Produtividade de duas variedades de milho (*Zea mays* L.) e de quatro variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) e valor nutritivo de suas silagens**. 1977. 76 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
50. 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.
51. VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.
52. VAN SOEST, P. J. Soluble carbohydrates and the nonfiber components of feeds. **Large Animal Veterinary**, v.42, p.44, 1987.
53. VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v.24, p.834-843, 1965.
54. 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.
55. 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.
56. 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.
57. WOHLT, J. E.; CORCIONE, T. T.; ZAJAC, P. K. Effect of yeast on feed intake and performance of cows fed diets based on corn silage during early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.5, p.1345-1352, 1998.

58. 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.
59. ZAGO, C. P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ. 1991. p. 169-217.
60. ZAGO, C. P. Silagem de sorgo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS: ALIMENTAÇÃO SUPLEMENTAR, 7., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1999. p. 47-68.