

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

**Avaliação de aditivos químicos sobre as perdas e valor alimentício
das silagens de cana-de-açúcar para ovinos**

Rafael Camargo do Amaral

**Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens**

Piracicaba
2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Amaral, Rafael Camargo do

Avaliação de aditivos químicos sobre as perdas e valor alimentício das silagens de cana-de-açúcar pra ovinos / Rafael Camargo do Amaral. - - Piracicaba, 2007.
165 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
Bibliografia.

1. Cana-de-açúcar 2. Ciclo estral animal 3. Comportamento ingestivo animal 4
Ensilagem 5. Fermentação alcoólica 6. Leite – produção 7. Ovinos 8. Silagem I.Título

CDD 636.3084

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Rafael Camargo do Amaral
Zootecnista

**Avaliação de aditivos químicos sobre as perdas e valor alimentício das silagens
de cana-de-açúcar para ovinos**

Orientador:

Prof. Dr. **ALEXANDRE VAZ PIRES**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens

**Piracicaba
2007**

O sucesso está onde você enxerga

Não pode ser um objetivo

É uma consequência ...

Faça algo por amor e o sucesso virá

Cuide de seus olhos ...

... para enxergar além da imagem

A minha amada esposa Gislaíne,

Por estar sempre presente ao meu lado,

Nos momentos de choros e de risos

Por me fazer feliz e mostrar que realmente o amor existe.

Dedico

A minha mãe Rosângela e ao meu irmão Waldemiro,

Pelo carinho, dedicação e amor.

Aos meus avós Waldemiro e Cera (sempre presente),

Que sempre batalharam por minha formação,

Os frutos hoje colhidos são os reflexos da semente que vocês plantaram

Sempre os terei em meu coração

Ao meu pai Flávio,

Por todos os conselhos e ensinamentos.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela saúde, pela família, pelos amigos e por sempre me dar forças e coragem para o alcance de todos os meus objetivos, iluminando-me e guiando-me no caminho certo.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV/UNESP), por apresentar-me o ambiente científico e pelos ensinamentos adquiridos durante o curso de graduação.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) e ao Departamento de Zootecnia, pelo acolhimento, aprendizado e oportunidade de descobrir um novo mundo, mostrando-me que a relação aluno-professor não acaba na sala de aula.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), por mais uma vez acreditar no meu trabalho e permitir o aperfeiçoamento de meus conhecimentos.

Ao Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires, pela orientação, pela competência e acima de tudo, por acreditar em meu trabalho. Comigo levarei muitas lições e a gratidão dos ensinamentos, dos conselhos e de nossa amizade.

À Profa. Dra. Ivanete Susin, pelo profissionalismo, amizade, conselhos e ensinamentos e, pela oportunidade de ampliar meus conhecimentos na ovinocultura.

Ao Prof. Dr. Luiz Gustavo Nussio, pelos ensinamentos nas áreas de conservação de forragens e nutrição de ruminantes, pela competência e dedicação à formação de alunos e pela amizade formada.

Ao Prof. Dr. Wilson Roberto Soares Mattos, pelo compartilhamento de toda sua experiência, pelos conselhos e afeto demonstrados ao longo do curso de mestrado.

Ao Prof. Dr. Irineu Umberto Packer, por mostrar o lado prazeroso de aprender experimentação animal e pelo exemplo de dedicação ao aprendizado do aluno.

À contribuição de todos os professores do Departamento de Zootecnia na execução deste trabalho e pelo auxílio na minha formação profissional.

Ao Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis, por todos os ensinamentos adquiridos durante a graduação, por todas as oportunidades proporcionadas e pela nossa grande amizade.

Ao grande amigo e irmão mais velho, Dr. Thiago Fernandes Bernardes, agradeço pelo companheirismo, dedicação e por ser um dos grandes responsáveis por minha formação. *Véio*, obrigado por todas as risadas, pelo ombro amigo nas horas necessitadas e principalmente pelo verdadeiro significado da palavra *amizade*.

Aos amigos do tempo da graduação, em especial: Ary, Bassora, Batatinha, Felipe, Robervan e Zoin, pelo excelente convívio e pelas ótimas lembranças.

À Dra. Carla Maris Bittar, pelo fundamental auxílio durante as análises laboratoriais e pela amizade formada e, ao técnico Carlos César Alves, pela paciência e apoio nas atividades laboratoriais.

Aos grandes e valentes amigos do SIPOC, em especial: Adilson (Gasta), Cirilo (Clayton), Evandro, Fumi, Gustavo, Marcão, Mário (Marinho), Marlon, Omer, Rafael (Harry), Rafael (Kneco), Renato (Renatinho), Sfinge e Susana. Sem vocês esse trabalho não poderia ser realizado e o aprendizado não seria o mesmo.

Aos funcionários do SIPOC: Adílson (Zica), Alexandre, Joseval, Sr. Marcos e Sr. Roberto, pela amizade e auxílio na condução das atividades.

A todos que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho.

A generosidade dos amigos

muitas vezes

transcende os limites do imaginável.

(Miguel Ignatios)

SUMÁRIO

RESUMO.....	13
ABSTRACT	15
LISTA DE FIGURAS	17
LISTA DE TABELAS	21
1 INTRODUÇÃO	25
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
2.1 Cana-de-açúcar.....	27
2.2 Silagem de cana-de-açúcar.....	28
2.3 Utilização de aditivos na ensilagem da cana-de-açúcar.....	29
2.3.1 Aditivos químicos alcalinizantes	30
2.4 Estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar	32
2.5 Cana-de-açúcar in natura ou ensilada na alimentação de ruminantes.....	34
Referências	36
3 AVALIAÇÃO DE ADITIVOS QUÍMICOS NA SILAGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR: PERDAS, VALOR NUTRITIVO E ESTABILIDADE AERÓBIA	41
Resumo	41
Abstract	42
3.1 Introdução	43
3.2 Material e Métodos	44
3.2.1 Localização	44
3.2.2 Corte e colheita da forragem	44
3.2.3 Preparo das silagens.....	45
3.2.4 Abertura dos silos experimentais	46
3.2.5 Determinação de perdas gasosas	46
3.2.6 Determinação do tamanho de partículas.....	47

3.2.7 Ensaio de estabilidade aeróbia.....	48
3.2.8 Análises químico-bromatológicas	50
3.2.9 Obtenção e análise do extrato aquoso	51
3.2.10 Análises estatísticas	52
3.3 Resultados e Discussão	53
3.3.1 Caracterização da cana-de-açúcar no momento da ensilagem.....	53
3.3.2 Densidade e tamanho de partículas das silagens	54
3.3.3 Avaliação das perdas e do processo fermentativo das silagens.....	56
3.3.4 Valor nutritivo das silagens no momento da abertura dos silos	61
3.3.5 Fase em aerobiose	66
3.3.5.1 Estabilidade aeróbia da cana-de-açúcar <i>in natura</i> e das silagens.....	66
3.3.5.2 Estabilidade aeróbia das rações	76
3.4 Conclusões	84
Referências.....	85
4 DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES, BALANÇO DE NITROGÊNIO E PARÂMETROS RUMINAIS EM BORREGOS ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO CANA-DE-AÇÚCAR <i>IN NATURA</i> E ENSILADA COM OU SEM ADITIVOS QUÍMICOS.....	91
Resumo	91
Abstract	92
4.1 Introdução.....	93
4.2 Material e Métodos	94
4.2.1 Localização.....	94
4.2.2 Confeção das silagens e manejo da cana-de-açúcar <i>in natura</i>	94
4.2.3 Animais e instalações experimentais.....	94
4.2.4 Período experimental e tratamentos.....	95

4.2.5 Manejo alimentar e amostragens	96
4.2.6 Cálculos de digestibilidade e balanço de nitrogênio	98
4.2.7 Parâmetros ruminais	98
4.2.8 Análises estatísticas	99
4.3 Resultados e Discussão	100
4.3.1 Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes no trato digestivo total	100
4.3.2 Balanço de nitrogênio	105
4.3.3 Parâmetros ruminais	107
4.4 Conclusões	116
Referências	116
5 PRODUÇÃO DE LEITE, RETORNO DA ATIVIDADE OVARIANA PÓS-PARTO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE OVELHAS EM LACTAÇÃO ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO CANA-DE-AÇÚCAR <i>IN NATURA</i> E ENSILADA COM OU SEM ADITIVOS QUÍMICOS.....	121
Resumo	121
Abstract	122
5.1 Introdução	123
5.2 Material e Métodos	124
5.2.1 Localização	124
5.2.2 Confeção das silagens e manejo da cana-de-açúcar <i>in natura</i>	124
5.2.3 Animais e instalações experimentais.....	125
5.2.4 Período experimental e tratamentos.....	125
5.2.5 Manejo alimentar e colheita das amostras	127
5.2.6 Controle leiteiro	128
5.2.7 Determinações de glicose plasmática e ácidos graxos não-esterificados	129
5.2.8 Determinação da progesterona sérica.....	130

5.2.9 Comportamento ingestivo dos animais	131
5.2.10 Análises estatísticas	132
5.3 Resultados e Discussão	132
5.3.1 Peso corporal, consumo dos nutrientes e produção de leite	132
5.3.2 Produção e composição dos constituintes do leite	140
5.3.3 Desempenho das crias	148
5.3.4 Condição corporal, teores de AGNE, glicose e retorno da atividade ovariana ...	150
5.3.5 Comportamento ingestivo	157
5.4 Conclusões	161
Referências.....	161

RESUMO

Avaliação de aditivos químicos sobre as perdas e valor alimentício das silagens

ABSTRACT

Evaluation of chemical additives on losses and alimentary value of sugar cane silage for sheep

Three experiments were conducted to evaluate the effects of fresh sugarcane or sugarcane silages added during ensiling with calcium oxide and limestone (1% as-fed basis). The experiment I assessed the fermentative characteristics and aerobic stability of silages and fresh sugarcane. The lowest gas losses were observed for treatments containing calcium oxide and limestone. These two treatments also showed low ethanol production and higher concentrations of residual soluble carbohydrates, acetic and butyric acids when compared with non-treated silage. In the aerobic stability trial, silage treated with calcium oxide presented the highest aerobic stability, observed by the heating delay and the lowest dry matter losses. Nutrient digestibility and ruminal parameters were also evaluated in the experiment II using sixteen Santa Inês ram lambs kept in metabolism crates. All experimental diet contained 50% of roughage (DM basis) and treatments were defined according to roughage type: fresh sugarcane, sugarcane silage with no additive, sugarcane silage with calcium oxide (1% as-fed basis), and sugarcane silage with limestone (1% as-fed basis). It was observed difference ($P < 0.05$) among treatments for dry matter and organic matter digestibility with values of 74.62 and 76.43% for the diet containing fresh sugarcane, respectively. Ruminal butyrate concentration (11.89 mM) was the highest ($P < 0.05$) for the animals receiving the diet with calcium oxide silage. There was no treatment effect on ruminal pH ($P > 0.05$), with mean value of 6.3. In the experiment III, milk production, ovarian activity resumption, and ingestive behavior were evaluated using forty Santa Inês ewes individually penned. The ewes were fed with the same diet used in the experiment II. No effect on milk production ($P > 0.05$) was observed. Milk fat concentration was higher ($P < 0.05$) for ewes fed silages when compared to ewes fed sugarcane fresh sugarcane. There was no difference ($P > 0.05$) for days necessary to $P_4 \geq 1$ ng/mL. Non-esterified fatty acids concentration and ingestive behavior were not affected ($P > 0.05$) by treatments. Using calcium sources as sugarcane silage additive provided better fermentative pattern with reduction of gas losses and ethanol production. The animal performance was not affected by feeding sugar cane silage.

Keywords: Aerobic stability; Ensilage; Ingestive behavior; Milk production; Postpartum anestrus; Ruminal fermentation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição do aditivo sobre a cana-de-açúcar no vagão forrageiro	45
Figura 2 - Compactação das silagens por meio de pisoteio humano	46
Figura 3 - Amostragens ao longo do perfil dos silos experimentais e homogeneização do material retirado	46
Figura 4 - Sistema Penn State Particle Size Separator.....	47
Figura 5 - Temperatura alcançada acima da temperatura ambiente e quebra de estabilidade (2 °C) dos volumosos submetidos aos diferentes tratamentos ao longo das horas de exposição aeróbia.....	67
Figura 6 - Tempo para quebra da estabilidade aeróbia dos volumosos submetidos aos diferentes tratamentos.....	68
Figura 7 - Acúmulo de temperatura durante cinco e dez dias de exposição aeróbia da cana-de-açúcar submetida ou não aos tratamentos	71
Figura 8 - Perdas de matéria seca mensuradas durante cinco e dez dias de exposição aeróbia da cana-de-açúcar submetida ou não aos tratamentos.....	75
Figura 9 - Temperatura alcançada acima da temperatura ambiente e quebra de estabilidade (2 °C) das rações experimentais ao longo das horas de exposição aeróbia	77
Figura 10 - Tempo para quebra da estabilidade aeróbia das rações experimentais	78
Figura 11 - Acúmulo de temperatura durante cinco e dez dias de exposição aeróbia das rações experimentais	80
Figura 12 - Perdas de matéria seca mensuradas durante cinco e dez dias de exposição aeróbia das rações experimentais	83

Figura 13 - Disposição das gaiolas experimentais, coletor de urina e arreio utilizado nos animais para colheita de fezes	95
Figura 14 - Evolução temporal média dos valores de propionato ruminal em borregos alimentados com as rações experimentais	110
Figura 15 - Evolução temporal média dos valores da relação acetato:propionato ruminal de borregos alimentados com as rações experimentais	112
Figura 16 - Evolução temporal média da porcentagem de acetato, propionato e butirato (% total) ruminal de borregos alimentados com as rações experimentais	113
Figura 17 - Evolução temporal média dos valores de pH ruminal de borregos alimentados com as rações experimentais	114
Figura 18 - Evolução temporal média dos valores de nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) de borregos alimentados com as rações experimentais	115
Figura 19 - Visão geral das unidades experimentais e baia individual alojando ovelha e sua respectiva cria	125
Figura 20 - Ordenhadeira mecânica utilizada, compartimento para armazenamento do leite colhido e ovelha no momento da ordenha.....	128
Figura 21 - Colheita sanguínea por meio de punção da veia jugular para determinações de glicose plasmática e ácidos graxos não-esterificados	130
Figura 22 - Consumo de matéria seca (MS) pelas ovelhas Santa Inês de acordo com as rações experimentais e semanas de lactação.....	134
Figura 23 - Produção de leite (g/3h) de ovelhas Santa Inês de acordo com as rações experimentais e semanas de lactação	139
Figura 24 - Produção de leite corrigida para gordura (g/3h) de ovelhas Santa Inês de acordo com as semanas de lactação.....	139

Figura 25 - Teor de gordura no leite (%) de ovelhas Santa Inês de acordo com as rações experimentais e semanas de lactação	143
Figura 26 - Teor médio de proteína no leite (%) de ovelhas Santa Inês de acordo com as semanas de lactação	145
Figura 27 - Teor médio de lactose no leite (%) de ovelhas Santa Inês de acordo com as semanas de lactação.....	146
Figura 28 - Teor de sólidos totais no leite (%) de ovelhas Santa Inês de acordo com as rações experimentais e às semanas de lactação	147
Figura 29 - Produção de gordura (g/3h) no leite de ovelhas Santa Inês de acordo com as semanas de lactação	148
Figura 30 - Porcentagem de ovelhas ciclando ($P_4 > 1$ ng/mL) de acordo com os dias pós-parto	153
Figura 31 - Concentração média de ácido graxo não-esterificado ao longo das semanas de lactação de ovelhas Santa Inês	155
Figura 32 - Concentrações de glicose plasmática após três horas do fornecimento das rações experimentais e ao longo das semanas de lactação de ovelhas Santa Inês	157

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Retenção percentual de partículas e silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos.....	48
Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais utilizadas no ensaio de estabilidade aeróbia (% MS).....	49
Tabela 3 - Composição químico-bromatológica dos tratamentos contendo cana-de-açúcar no momento da ensilagem	53
Tabela 4 - Densidade, retenção percentual de partículas e tamanho médio de partículas (TMP) de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos	55
Tabela 5 - Perdas e dinâmica fermentativa das silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos no momento da abertura dos silos experimentais ...	56
Tabela 6 - Valor nutritivo das silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos no momento da abertura dos silos experimentais.....	62
Tabela 7 - Análise descritiva para os valores de pH, matéria seca e cinzas estudados durante o período de pós-abertura	69
Tabela 8 - Evolução temporal dos valores pH dos volumosos durante o ensaio de estabilidade aeróbia.....	70
Tabela 9 - Evolução temporal dos valores de matéria seca e cinzas dos volumosos durante o ensaio de estabilidade aeróbia.....	73
Tabela 10 - Análise descritiva para os valores de pH e composição química das rações estudados durante o período do pós-abertura.....	78
Tabela 11 - Evolução temporal dos valores de pH das rações experimentais durante o ensaio de estabilidade aeróbia.....	79

Tabela 12 - Evolução temporal dos valores de matéria seca e cinzas das rações experimentais durante o ensaio de estabilidade aeróbia.....	82
Tabela 13 - Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais utilizadas no ensaio de digestibilidade e parâmetros ruminais de borregos (% MS).....	96
Tabela 14 - Consumo e digestibilidade aparente no trato digestório total (DATT) da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), e proteína bruta (PB) das rações experimentais	101
Tabela 15 - Consumo e digestibilidade no trato digestório total (DATT) da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e hemicelulose (HEM) das rações experimentais	104
Tabela 16 - Consumo e balanço de nitrogênio em borregos alimentados com as rações experimentais.....	106
Tabela 17 - Médias de ácidos graxos voláteis (AGV), pH e nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) no fluido ruminal de borregos alimentados com as rações experimentais	109
Tabela 18 - Proporção dos ingredientes e composição química das rações (% MS) experimentais utilizadas no ensaio de desempenho de ovelhas em lactação.....	126
Tabela 19 - Equações de regressão do consumo de matéria seca (MS) em função das semanas de lactação de acordo com rações experimentais	135
Tabela 20 - Peso corporal, consumo de matéria seca e produção de leite de ovelhas Santa Inês alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar <i>in natura</i> e ensilada com ou sem aditivos	137
Tabela 21 - Teores e produções dos componentes do leite de ovelhas Santa Inês alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar <i>in natura</i> e ensilada com ou sem aditivos.....	141

- Tabela 22 - Peso ao nascimento (PN), peso à desmama (PD) e ganho médio diário (GMD) do nascimento à desmama das crias em função das rações experimentais das matrizes.....149
- Tabela 23 - Escore de condição corporal (ECC) final, dias para retorno da atividade ovariana, concentração de ácidos graxos não esterificados (AGNE) e concentração de glicose plasmática de ovelhas Santa Inês alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e ensilada151
- Tabela 24 - Comportamento ingestivo de ovelhas Santa Inês em lactação alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e ensilada158
- Tabela 25 - Eficiência de ingestão e ruminação de ovelhas Santa Inês em lactação alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e ensilada160

1 INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar cresce em ritmo acelerado devido à demanda por etanol e pela importância dada por fontes renováveis de combustível, o que a torna forrageira em destaque no cenário mundial. Por outro lado, esta espécie forrageira

resultados satisfatórios e promissores, além de maior segurança na manipulação humana.

Poucos são os trabalhos que fornecem informações a respeito da resposta animal frente ao uso de silagens de cana-de-açúcar, principalmente quando se trata de pequenos ruminantes. Nestas espécies, resultados demonstram benefícios do uso dessas silagens, principalmente quando se refere ao teor de gordura no leite e a concentração de sólidos totais.

Dentro desse contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de aditivos químicos na dinâmica fermentativa e no pós-abertura de silagens de cana-de-açúcar, bem como, parâmetros metabólicos e o desempenho produtivo e reprodutivo de ovinos recebendo rações a base de cana-de-açúcar, *in natura* ou ensilada.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar como fonte de volumoso para ruminantes vem ampliando seu espaço na pecuária nacional, em função de vantagens logísticas, de fundamentos econômicos e do acelerado crescimento desta cultura no cenário tropical.

Tradicionalmente, esta cultura permaneceu estigmatizada como forragem de baixa qualidade, tendo indicação apenas para animais de menor desempenho, decorrente do desequilíbrio de nutrientes, como baixos teores de proteínas e de minerais (principalmente fósforo e enxofre). No entanto, segundo Nussio, Schmidt e Queiroz (2005) a competência adquirida em formulações de rações contendo cana-de-açúcar, a adoção de práticas de manejo e o lançamento de variedades mais apropriadas à alimentação animal demonstram possibilidade de bons desempenhos, sob menor custo.

A cana-de-açúcar apresenta alta produção de matéria seca por hectare, ponto de maturação fisiológica coincidindo com a época de escassez de forragem, elevada produção de nutrientes digestíveis totais por hectare (15 t/ha), quando comparado a forragens tradicionais como o milho (8 t/ha) (LIMA; MATOS, 1993). Porém, Junqueira (2006) ressalta que a necessidade diária de máquinas e pessoal para atender grandes rebanhos torna o corte diário complexo e com pouca praticidade.

Somado às dificuldades operacionais, há necessidade de plantios escalonados para o maior aproveitamento da cana-de-açúcar quando esta apresenta maior acúmulo de nutrientes. Quando utilizada fora do período da safra, a cana-de-açúcar não apresenta seu maior valor nutritivo, pois ainda contém baixo teor de sacarose (MATSUOCA; HOFFMANN, 1993). Dentre outros agravantes, o plantio de forma escalonada também conduz a diferentes épocas de tratamentos culturais nos talhões, o que gera novas demandas e cuidados. Portanto, tendo em vista as dificuldades encontradas em relação ao corte escalonado, associado à demanda em mão-de-obra diária para tal prática, a ensilagem da cana-de-açúcar torna-se benéfica na operacionalidade do sistema, possibilitando a realização do corte em curto espaço de tempo e a colheita da forrageira em seu estágio vegetativo de melhor valor nutritivo (PEDROSO et al., 2007).

2.2 Silagem de cana-de-açúcar

A ensilagem da cana-de-açúcar é um tema abordado amplamente nos últimos anos, onde a grande totalidade dos estudos visa minimizar a fermentação alcoólica e a perda no valor nutritivo. Características intrínsecas da planta como elevada concentração de carboidratos solúveis e elevada população microbiana de leveduras são os principais agravantes no processo de conservação desta forrageira.

O não uso de controladores da fermentação indesejável implica em um processo fermentativo caracterizado por grande consumo de carboidratos solúveis presentes na cana-de-açúcar e por elevada produção de etanol, devido à extensa atividade de leveduras, que podem estar presentes na ordem de 1×10^6 unidades formadoras de colônia (UFC) por grama de forragem, onde convertem os carboidratos solúveis da forragem a etanol, dióxido de carbono e água. Como conseqüências, essa reação pode gerar aumento das perdas de matéria seca, baixos teores de ácido lático e acético e aumento no teor de FDA das silagens (ALLI et al., 1983).

Pedroso et al. (2005) ao avaliarem o processo fermentativo e a dinâmica da microflora epifítica em silagem de cana-de-açúcar, verificaram intensa atividade de leveduras, alto teor de álcool e grandes perdas de matéria seca. Os autores verificaram desaparecimento de aproximadamente 71% dos carboidratos solúveis e teores de etanol ao redor de 6,4% da matéria seca. Após 45 dias de ensilagem as perdas gasosas e de matéria seca estabilizaram em 16% e 29%, respectivamente.

Na silagem de cana-de-açúcar apenas a produção de ácido lático não representa eficiência na conservação, pois as leveduras são capazes de assimilar este ácido e produzir etanol (WALKER, 1998; BERNARDES, 2003). Queiroz (2006) ao avaliar o perfil de fermentação de silagens de cana-de-açúcar, observou valores de ácido lático de 2,23%, 7,91% de etanol e pH de 3,56 nas silagens não tratadas. Tomando como base os dados acima e reportando McDonald, Henderson e Heron (1991), as leveduras não são inibidas pelo baixo pH encontrado nas silagens, sobrevivendo sob limites de pH variando entre 3,5 e 6,5, sendo que algumas espécies são capazes de sobreviver inclusive sob pH inferior a 2,0. Os dados de Queiroz (2006) relatam esta característica, pois mesmo sob pH relativamente baixo, os teores de etanol encontrados indicam atividade metabólica indesejável.

Segundo Rooke e Hatfield (2003) a rota metabólica predominante das leveduras é a piruvato descarboxilase acetaldeído e subsequente redução do acetaldeído a etanol. Segundo McDonald, Henderson e Heron (1991) a produção deste álcool representa perda de aproximadamente 49% de matéria seca e 0,2% de energia. Apesar de potencialmente aproveitável como substrato energético para ruminantes, por meio da conversão a acetato no rúmen (CHALUPA; EVANS; STILLIONS, 1964), há perda do etanol produzido durante a estocagem (ALLI; BAKER; GARCIO, 1982) e descarregamento do silo.

Alli et al. (1983) ao trabalharem com silagem de cana-de-açúcar sem o uso de aditivos em silos laboratoriais, verificaram durante os primeiros 21 dias de ensilagem redução do teor de carboidratos de 47% para aproximadamente 1,0% da MS. Nesse mesmo período, a produção de etanol foi de 11% da MS e as perdas de matéria seca atingiram valores próximos de 5%. Kung e Stanley (1982) observaram valores de etanol variando de 7,5% até 17,5% da MS, para as silagens de cana-de-açúcar colhidas em diferentes estágios de maturação (seis e 24 meses de crescimento, respectivamente), apresentando aos 24 meses 29% de perdas de matéria seca.

Não obstante as perdas de açúcares solúveis e produção de etanol, outros efeitos negativos são observados na ensilagem da cana-de-açúcar sem aditivos. Siqueira et al. (2007) observaram aumento de aproximadamente 23 unidades percentuais no teor de FDN da silagem de cana-de-açúcar com 60 dias de fermentação e incremento na concentração de FDA de 34,8 para 48,7%. O mesmo efeito de concentração das frações fibrosas foi observado no estudo de Bernardes et al. (2007) que estudaram o efeito da queima associada à inclusão de MDPS a ensilagem da cana-de-açúcar. Constatou-se aumento da população de leveduras e do teor de etanol com a queima da cana-de-açúcar.

2.3 Utilização de aditivos na ensilagem da cana-de-açúcar

A constatação de fermentações indesejáveis em silagens de cana-de-açúcar, atingindo perdas excessivas e a possibilidade de prejudicar o desempenho animal, despertou grande interesse da comunidade científica em solucionar esses problemas por meio do uso de aditivos, que inseridos durante o processo de ensilagem fossem

capazes de alterarem a rota fermentativa verificada nessas silagens, bem como reduzirem as perdas no valor nutritivo desses volumosos, por meio da inibição da população de leveduras produtoras de etanol.

Recentemente, pesquisas desenvolvidas a respeito do processo de conservação da cana-de-açúcar, relatam a ocorrência da problemática fermentação alcoólica, sugerindo a utilização de aditivos para minimizar as perdas e a redução no valor nutritivo dessas silagens (PEDROSO et al., 2005; JUNQUEIRA, 2006; QUEIROZ, 2006; SCHMIDT, 2006; BALIEIRO NETO et al., 2007; SANTOS, 2007; SIQUEIRA et al., 2007; PEDROSO et al., 2007).

Diversos aditivos têm sido utilizados na ensilagem da cana-de-açúcar, sendo classificados como aditivos químicos, bacterianos e enzimáticos. Os aditivos químicos são classificados em subgrupos de acordo com sua forma de atuação, podendo citar os agentes alcalinizantes, os aditivos nutrientes e os aditivos conservantes. Durante o processo de ensilagem, a finalidade desses é para que interfiram na dinâmica fermentativa, alterando o pH e a pressão osmótica da massa de forragem e, por conseguinte, inibir o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis durante a fermentação do volumoso (SANTOS, 2007).

2.3.1 Aditivos químicos alcalinizantes

Neste grupo de aditivos são encontrados os hidróxidos, óxidos básicos e carbonatos. A maioria dos trabalhos têm utilizado hidróxido de sódio (NaOH), hidróxido de amônio (NH₄OH), hidróxido de cálcio, carbonato de cálcio (CaCO₃) e óxido de cálcio (CaO) como aditivo químico para o controle da fermentação alcoólica.

Segundo Castrillón et al. (1978), a utilização do hidróxido de sódio durante a ensilagem tem a capacidade de alcalinizar o meio e alterar o processo fermentativo, reduzindo a fermentação alcoólica, aumentando a concentração de ácido láctico e elevando a digestibilidade. Ao avaliar aditivos químicos (benzoato de sódio, uréia e hidróxido de sódio) na ensilagem da cana-de-açúcar crua ou submetida à queima, Siqueira, Bernardes e Reis (2005) verificaram maior eficiência no controle das perdas durante a fermentação com o uso de hidróxido de sódio, onde observaram menores

teores de FDN (53,6%) e maiores teores de CNF (34,1%), o que refletiu em maiores valores médios de DVIVMS (61,3%) quando comparado aos demais tratamentos.

De acordo com Siqueira et al. (2007) o tratamento da cana-de-açúcar com 1% de hidróxido de sódio durante a ensilagem resultou em silagens com menores teores de FDN e FDA, promovendo também o aumento nos coeficientes de digestibilidade. Pedroso et al. (2007) obtiveram redução nas perdas de matéria seca e melhoria no valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar tratadas com NaOH. No entanto, Nussio, Schmidt e Queiroz (2005) apesar de observarem benefício referente ao valor nutritivo e no controle de perdas das silagens ressaltaram as limitações em seu uso, devido a condições de segurança durante a aplicação do produto e a elevação no custo do alimento.

Dessa forma, alguns aditivos químicos alcalinizantes estudados na década de 60 nos Estados Unidos ressurgiram no cenário nacional em substituição ao hidróxido de sódio, destacando-se o óxido de cálcio e o calcário calcítico. A prerrogativa para o uso desses aditivos é a de serem mais seguros durante sua manipulação e por promoverem efeitos benéficos durante a conservação da cana-de-açúcar.

Segundo Klosterman et al. (1960), a adição de calcário resultou em silagens com maiores valores de pH, neutralizando parte dos ácidos produzidos durante o processo de conservação. Segundo os mesmos autores, essa parcial neutralização requer ao material ensilado maior tempo de fermentação, o que confere maiores quantidades de ácidos produzidos durante o processo fermentativo. Essig (1968), ao trabalhar com silagens de milho com adição de 0,5 a 1,0% de calcário, observou melhorias na fermentação e na aceitabilidade das silagens pelos animais, onde ressaltou a capacidade do aditivo em estimular a produção de ácidos orgânicos, especialmente o ácido láctico e, ao contrário do esperado, verificou aumento no pH das silagens.

Santos (2007) ao avaliar aditivos químicos durante o processo de ensilagem da cana-de-açúcar verificou que a adição de cal virgem e calcário calcítico promoveu silagens com maiores valores de pH, porém com maiores concentrações de ácido láctico em relação ao tratamento controle. Segundo o autor, o efeito de tamponamento dos aditivos fez com que houvesse estímulo para maior intensidade de conversão dos carboidratos solúveis em ácido láctico. Além disso, as silagens tratadas com os agentes

alcalinizantes apresentaram menores concentrações de etanol, maiores recuperações de carboidratos solúveis e menores perdas de gases e de matéria seca, sugerindo efeito inibidor dos aditivos ao crescimento de leveduras. Da mesma forma, Balieiro Neto et al. (2005b) e Cavali et al. (2006) verificaram diminuição na produção de gases nas silagens tratadas com diferentes doses de cal virgem. Assim sendo, Roth et al. (2007) adicionaram 1% de óxido de cálcio nas silagens de cana-de-açúcar e obtiveram maiores valores de pH (4,12) frente a silagem controle (3,70), porém, o uso da cal virgem proporcionou menores perdas gasosas e por efluentes, apresentando maiores valores de recuperação de matéria seca. Dois anos após, Balieiro Neto et al. (2007) também observaram recuperação de matéria seca e de carboidratos não-fibrosos de aproximadamente 88% e 86%, respectivamente, para as silagens tratadas com 2% de cal virgem. Segundo os mesmos autores, a adição de óxido de cálcio nas silagens de cana-de-açúcar promoveu a solubilização parcial da hemicelulose, sendo que, a adição de 2% do aditivo acarretou em aumento da digestibilidade verdadeira *in vitro*, redução dos constituintes da parede celular e manutenção da FDN e hemicelulose após a abertura dos silos.

Cavali et al. (2006) avaliaram doses de cal virgem em silagens de cana-de-açúcar e observaram menores concentrações nos valores de FDN, FDA e hemicelulose e maiores coeficientes de digestibilidade nas silagens tratadas. Oliveira et al. (2004) avaliaram a adição de hidróxido de cálcio na ensilagem da cana-de-açúcar, e encontraram valores de recuperação da matéria seca de 77,4% para as silagens aditivadas com 0,5% de cal contra 72,1% para as silagens controle.

2.4 Estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar

Além de investigações relacionadas ao processo fermentativo de silagens de cana-de-açúcar, a comunidade científica demanda explicações referentes ao momento da exposição da silagem ao oxigênio no painel do silo, após a abertura, bem como no cocho durante o fornecimento das rações aos animais. Dessa forma, tem-se procurado melhorar o valor nutritivo das silagens, por meio da inibição de microrganismos aeróbios, em um processo caracterizado pela deterioração aeróbia da massa ensilada. Desta maneira, Moran et al. (1996) propuseram o termo estabilidade aeróbia como

sendo o tempo, em horas, para que a silagem ultrapasse 2 °C em relação à temperatura ambiente. De maneira similar, também pode ser obtida de acordo com Keady e O'Kiely (1996), com o acúmulo de temperatura em cinco ou dez dias após a abertura.

Segundo Kung, Stokes e Lin (2003), o perfil de fermentação desejável nem sempre evita as perdas após a abertura dos silos, sendo que em alguns casos pode aumentá-las. Silagens caracterizadas por alta concentração e a predominância de ácido láctico, bem como presença de açúcares remanescentes, são mais afetadas pela deterioração aeróbia (WEINBERG; MUCK, 1996). Driehuis, Oude Elferink e Spoelstra (1999) ressaltaram que o processo de deterioração aeróbia se inicia pelo desenvolvimento de leveduras ácido tolerantes.

Os fungos, as leveduras e algumas espécies de bactérias promovem a assimilação aeróbia de ácido láctico da silagem, o qual é degradado em dióxido de carbono e água, resultando em excessiva produção de calor e perdas de nutrientes (PAHLOW et al., 2003). Além disso, McDonald, Henderson e Heron (1991) descreveram que a degradação desse ácido se torna benéfica para a elevação do pH da silagem, permitindo o crescimento de microrganismos oportunistas como bactérias e mofo. Além de representar perdas de nutrientes, a silagem deteriorada pode provocar redução no consumo e decréscimo de desempenho animal (WHITLOCK et al., 2000).

Dentro desse contexto, a busca por aditivos que favoreçam a estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar torna-se necessária. Pois, segundo Santos (2007), essas forragens quando originárias de adequado padrão fermentativo, são caracterizadas por elevada concentração de carboidratos solúveis residuais e por elevada população de leveduras ácido-tolerantes, tornando-as susceptíveis a deterioração durante o período de pós-abertura dos silos.

Dessa forma, diversos trabalhos passaram a explorar o efeito de aditivos na estabilidade aeróbia dessas silagens (PEDROSO, 2003; SIQUEIRA, 2005; BALIEIRO NETO et al., 2007; SANTOS, 2007). Pedroso (2003) verificou aumento na estabilidade aeróbia da silagem de cana tratada com *Lactobacillus buchneri* e benzoato de sódio e observou que silagens tratadas com doses baixas de hidróxido de sódio apresentaram

estabilidade 85% maior que das silagens controle, mantendo-se estáveis durante o período de cinco dias de exposição aeróbia. Balieiro Neto et al. (2005a) trabalharam com silagens de cana-de-açúcar tratadas com doses crescentes de óxido de cálcio e verificaram manutenção da temperatura e do pH, bem como, aumento da estabilidade aeróbia e da recuperação de matéria seca durante o período de exposição aeróbia das silagens. Ainda, Balieiro Neto et al. (2007) concluíram que o tratamento de silagens de cana-de-açúcar com óxido de cálcio proporcionou durante a estabilidade aeróbia maior estabilidade da composição química e maior valor nutritivo.

Santos (2007) trabalhou com silagens de cana-de-açúcar tratada com aditivos químicos e bacteriano e observou constância nos valores de pH para silagens tratadas com *L. buchneri* ou 1,5% de cal virgem durante dez dias de exposição aeróbia, sendo que os aditivos óxido de cálcio e calcário calcítico foram eficientes em manter as concentrações de carboidratos solúveis, visto que esta fração do alimento é altamente susceptível ao consumo por parte dos microrganismos aeróbios. Ainda, segundo o mesmo autor, as silagens aditivadas com 1% ou 1,5% de óxido de cálcio apresentaram estabilidade aeróbia durante 131 e 240 horas, respectivamente, ao passo que as silagens controle apresentaram perda na estabilidade após 40 horas de exposição ao ar.

2.5 Cana-de-açúcar in natura ou ensilada na alimentação de ruminantes

A utilização da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos, ovinos e caprinos, era pouco aceita, devido à forrageira apresentar limitações do ponto de vista nutricional, relacionadas aos baixos teores de proteína e minerais. Contudo, alguns trabalhos realizados demonstraram viabilidade para o uso dessa forrageira.

Corrêa et al.(2003) contrastaram a utilização da cana-de-açúcar com silagens de milho para vacas em lactação com produção média acima de 30 kg leite/dia, verificaram produções médias de 31,2 e 34,4 kg leite/dia nos animais alimentados com cana-de-açúcar e silagens de milho, respectivamente. Queiroz (2006) trabalhou com vacas em lactação observou consumo de 22,3 e 21,3 kg de matéria seca, e produção leiteira de 24,6 e 25,5 kg/dia, para a cana-de-açúcar *in natura* e silagem de milho, respectivamente. Como mais uma opção de volumoso, uma vez que devidamente

balanceada, permite produções de leite ou ganho de peso adequados. Assim sendo, a utilização de silagens de cana-de-açúcar também é mais uma opção para alimentação de ruminantes. Porém, além dos aspectos nutricionais intrínsecos a cana-de-açúcar, durante o processo de conservação, há produção de substâncias que podem interferir no consumo dos animais. De acordo com Charmley (2001), de maneira geral o consumo de silagens é menor do que o da forragem original que não sofreu processo de fermentação. Segundo Van Soest (1994) o baixo consumo de silagens pode estar associado à alta concentração de ácidos orgânicos nas silagens, a diminuição na concentração de carboidratos solúveis, prejudicando o crescimento dos microrganismos ruminais, e à presença de substâncias tóxicas. Por outro lado, Schmidt (2006) comentou que os produtos gerados durante a fermentação das silagens, como o ácido acético e o etanol, apresentam importância metabólica para o animal, como fontes de energia prontamente disponíveis.

Poucos são os trabalhos encontrados na literatura que avaliaram o desempenho de animais alimentados com cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada. Silagens de cana-de-açúcar sem aditivos controladores da população de leveduras podem ser possuidoras de altas concentrações de etanol decorrente da fermentação alcoólica, causando rejeição do alimento pelo animal, assim como perda do valor nutritivo (NUSSIO; SCHMIDT, 2005). De acordo com Alcântara et al. (1989) silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos apresentaram teor de etanol 6,6 vezes menor em relação às silagens não tratadas, sendo que cordeiros alimentados com as silagens não tratadas, apresentaram redução de 34% no consumo de matéria seca.

Mendes (2006) utilizou cordeiros da raça Santa Inês alimentados com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada, e não verificou diferença no consumo de matéria seca e ganho de peso dos animais. Da mesma forma, o mesmo autor verificou que para cabras em lactação, a silagem de cana-de-açúcar proporcionou produção leiteira similar em relação aos animais alimentados com cana-de-açúcar *in natura*, porém apresentou maiores teores de gordura e sólidos totais no leite.

Castrillón et al. (1978) avaliaram o desempenho de borregos da raça Merino, submetidos a silagem de cana-de-açúcar aditivada ou não com 4% de hidróxido de sódio. Ao utilizarem o aditivo, houve aumento no ganho de peso diário. Ainda, os

mesmos autores verificaram melhoria na composição bromatológica, redução acentuada na produção de etanol (de aproximadamente 5,2 para 0,8% da MS) e maior teor de ácido láctico em relação à silagem sem aditivo. Ezequiel et al. (2005) utilizaram silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,5% de hidróxido de sódio, em ensaio de digestão com bovinos, e verificaram digestibilidade da matéria seca de 72,5% para a ração completa (70% de volumoso) para silagem tratada com hidróxido de sódio, ao passo que, para a cana-de-açúcar não ensilada foram encontrados valores de 52,0%.

Referências

ALCÂNTARA, E.; AGUILERA, A.; ELLIOT, R.; SHIMADA, A. Fermentation and utilization by lambs of sugarcane harvested fresh and ensiled with and without NaOH. 4. Ruminal Kinetics. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 23, p. 323-331, 1989.

ALLI, I.; BAKER, B.E.; GARCIA, G. Studies on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 7, p. 411-417, 1982.

ALLI, I.; FAIRBAIRN, R.; BAKER, B.E.; GARCIA, G. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 9, p. 291-299, 1983.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; NOGUEIRA, J.R., ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Brasília, v. 36, n. 5, p. 1231-1239, 2007.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; NOGUEIRA, J.R.; REIS, R.A.; SILVA, D.N.; ROTH, A.P.T.P.; ROTH, M.T.P. Pós-abertura de silagem de cana-de-açúcar cv. IAC86/2480 (*Saccharum officinarum* L.) com doses de óxido de cálcio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais ...** Goiânia: SBZ, 2005a. 1 CD ROM.

_____. Perdas na ensilagem da cana-de-açúcar cv. IAC86/2480 (*Saccharum officinarum* L.) com doses de óxido de cálcio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais ...** Goiânia: SBZ, 2005b. 1 CD ROM.

BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; BERCHIELLI, T.T.; COAN, R.M. Avaliação da queima e da adição de milho desintegrado com palha e sabugo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 269-275, 2007.

BENARDES, T.F. **Características fermentativas, microbiológicas e químicas do capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hoschst ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu) ensilado com polpa cítrica peletizada**. 2003. 118 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2003.

CASTRILLOÓN, M.V.; SHIMADA, A.S.; CALDERÓN, F.M. Manipulacion de la fermentacion em ensilajes de caña de azucar y su valor alimentício para borregos. **Técnica Pecuária em México**, Palo Alto, v. 35, p. 48-55, 1978.

CAVALI, J.; PEREIRA, O.G.; SOUSA, L.O.; PENTEADO, D.C.S.; CARVALHO, I.P.C.; SANTOS, E.M.; CEZÁRIO, A. Silagem de cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio: composição bromatológica e perdas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais ...** João Pessoa: SBZ, 2006. 1 CD ROM.

CHALUPA, W.; EVANS, J.L.; STILLIONS, M.C. Influence of ethanol on rumen fermentation and nitrogen metabolism. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 23, p. 802-807, 1964.

CHARMLEY, E. Towards improve silage quality: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, Winnipeg, v. 81, p. 157-168, 2001.

CORRÊA, C.E.S.; PEREIRA, M.N.; OLIVEIRA, S.G.; RAMOS, M.H. Performance of Holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, p. 621-629, 2003.

DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S.F. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 87, p. 583-594, 1999.

ESSIG, H.W. Urea-limestone-treated silage for beef cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 27, n. 3, p. 730-738, 1968.

EZEQUIEL, J.M.B.; QUEIROZ, M.A.A.; GALATI, R.L.; MENDES, A.R.; PEREIRA, E.M.O.; FATURI, C.; NASCIMENTO FILHO, V.F.; FEITOSA, J.V. Processamento da cana-de-açúcar: efeitos sobre a digestibilidade, o consumo e a taxa de passagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 1704-1710, 2005.

JUNQUEIRA, M.C. **Aditivos químicos e inoculantes microbianos em silagens de cana-de-açúcar: perdas na conservação, estabilidade aeróbia e o desempenho de animais**. 2006. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

KEADY, J.W.T.; O'KIELY, P. An evolution of effects of rates of the nitrogen fertilization of the grassland on silage fermentation, in silo losses, effluent production and stability. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 51, p. 350-362, 1996.

KLOSTERMAN, E.W.; JOHNSON, R.R.; SCOTT, H.W.; MOXON, A.L.; STAVERN, J.V. Whole plant and ground ear corn silages, their acid content, feeding value and digestibility. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 19, n. 2, p. 522-532, 1960.

KUNG, L. Jr.; STANLEY, R.W. Effects of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 54, p. 689-696, 1982.

KUNG, L. Jr.; STOKES, M.R.; LIN, C.J. Silage additives. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Ed.). **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, 2003. p. 251-304.

LIMA, M.M.; MATTOS, W.R.S. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993. Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 77-105.

MATSUOCA, S.; HOFFMANN, H.P. Variedades de cana-de-açúcar para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 17-35.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2nd ed. Merlow: Chalcomb Publications, 1991. 340 p.

MENDES, C.Q. **Silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ovinos e caprinos: valor nutritivo, desempenho e comportamento ingestivo**. 2006. 103 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. Silagens de cana-de-açúcar para bovinos leiteiros: aspectos agronômicos e nutricionais. In: SANTOS, F.A.P.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. **Visão técnica e econômica da produção leiteira**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 193-218.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; QUEIROZ, O.C.M. Alternativas de uso e manejo de cana-de-açúcar para bovinos. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 7., 2005, Goiânia. **Anais ...** Goiânia: CBNA, 2005. p. 299-321.

O'KIELY, P. **Maximizing output of beef within cost efficient, environmentally compatible forage conservation systems**. Dunsany: Grange Research Centre, 1999. 64 p. (Beef Production Series, 10).

OLIVEIRA, M.W.; MENDES, L.C.; MARQUES, W.P.; ROZANE, D.E.; SILVEIRA, L.C.I.; ALBINO, G.D. Adição de hidróxido de cálcio à silagem de cana. In: CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECNIA, 9., 2004, Brasília. **Anais ...** Brasília: ZOOTEC, 2004. 1 CD ROM.

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H; SPOELSTRA, S.F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Ed.). **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, 2003. p. 31-94.

PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos e microbianos como inibidores da produção de etanol em silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 140 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S.; PAZIANI, S.F.; IGARASI, M.S.; COELHO, R.M.; HORII, J.; RODRIGUES, A.A. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Brasília, v. 36, n. 3, p. 558-564, 2007.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F.; LOURES, D.R.S.; IGARASIL, M.S.; COELHO, R.M.; PACKER, I.H.; HORII, J.; GOMES, L.H. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugarcane silage. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 427-432, 2005.

QUEIROZ, O.C.M. **Associação de aditivos microbianos na ensilagem e o desempenho de vacas em lactação recebendo silagem de cana-de-açúcar comparada a volumosos tradicionais**. 2006. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

ROOKE, J.A.; HATFIELD, R.D. Biochemistry of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Ed.). **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, 2003. p. 251-304.

ROTH, M.T.P.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; RESENDE, F.D.; ROTH, A.P.T.P.; MONTEIRO, R.R.; DOMINGUES, F.N. *Lactobacillus buchneri*, cal microprocessada e sua associação na ensilagem de cana-de-açúcar crua ou queimada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2004, Jaboticabal. **Anais ...** Jaboticabal: SBZ, 2007. 1 CD-ROM.

SANTOS, M.C. **Aditivos químicos para o tratamento da cana-de-açúcar *in natura* e ensilada (*Saccharum officinarum* L.)**. 2007. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. 228 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SIQUEIRA, G.R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ensilada com aditivos químicos e microbianos**. 2005. 92 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.

SIQUEIRA, G.R.; BERNARDES, T.F.; REIS, R.A. Instabilidade aeróbia de silagens: efeitos e possibilidades de prevenção. In: SIMPÓSIO SOBRE VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 2005, Jaboticabal. **Anais ...** Jaboticabal: FUNEP, 2005. p. 25-60.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; BERNARDES, T.F.; PIRES, A.J.V.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T. Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Brasília, v. 36, n. 4, p. 789-798, 2007.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nded. New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.

WALKER, G.M. **Yeast physiology and biotechnology**. London: Wiley Editorial Offices, 1998. 350 p.

WEINBERG, Z.G.; MUCK, R.E. New trends and opportunities in development and use of inoculants for silage. **FEMS Microbiology Reviews**, Amsterdam, v. 19, p. 53-68, 1996.

WHITLOCK, L.A.; WISTUBA, T.J.; SEIFERS, M.K.; POPE, R.V.; BOLSEN, K.K. Effect of level of surface-spoiled silage on the nutritive value of corn silage diets. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 83, supp.1, p. 110, 2000.

3 AVALIAÇÃO DE ADITIVOS QUÍMICOS NA SILAGEM DA CANA-DE-AÇÚCAR: PERDAS, VALOR NUTRITIVO E ESTABILIDADE AERÓBIA

Resumo

O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos de aditivos químicos na dinâmica fermentativa, composição bromatológica e perdas das silagens de cana-de-açúcar, bem como, a estabilidade aeróbia da cana-de-açúcar *in natura* e de suas silagens. Os experimentos foram desenvolvidos em delineamento inteiramente casualizado, constituídos por cinco repetições por tratamento no ensaio de dinâmica fermentativa e quatro repetições nas avaliações dos volumosos e das rações no período de exposição aeróbia. A cana-de-açúcar foi ensilada sem aditivo ou tratada com cal virgem ou calcário, na dose de 1% da massa verde, constituindo três tratamentos. As variáveis analisadas na dinâmica fermentativa foram: perdas gasosas, ácidos orgânicos, produção de etanol e composição química das silagens. A estabilidade aeróbia dos volumosos e das rações foi avaliada pelo monitoramento da temperatura, dos valores de pH e das perdas de matéria seca, expostas ao ar por um período de dez dias. As menores perdas gasosas foram observadas nos tratamentos contendo fontes de cal virgem ou calcário. As silagens tratadas com esses aditivos apresentaram maior teor de carboidratos solúveis residuais e de ácidos acético e butírico, além de reduzida fermentação alcoólica. Para as variáveis relacionadas a composição química das silagens, os tratamentos que continham os aditivos químicos apresentaram no momento da abertura, maior teor de cinzas e menor concentração de componentes fibrosos. O teor de proteína observado nos tratamentos está de acordo com a amplitude preconizada para a forragem *in natura*. No ensaio de estabilidade aeróbia, o tratamento com cal virgem apresentou maior estabilidade aeróbia, evidenciado pelo maior tempo para elevação de temperatura e menores perdas de matéria seca. A cana-de-açúcar *in natura* mostrou-se mais propensa à deterioração, com maiores acúmulos de temperatura e maiores perdas de matéria seca. Nas rações contendo os volumosos também foi verificada superioridade das silagens tratadas com aditivos químicos, bem como, melhoria na estabilidade aeróbia frente aos volumosos isolados. A adição da cal virgem e do calcário no momento da ensilagem auxiliou na obtenção de melhor padrão fermentativo das silagens, promovendo redução na produção por gases, inibição da fermentação alcoólica e maior quantidade de carboidratos solúveis remanescentes. Durante a fase de aerobiose, os aditivos se mostraram efetivos na melhoria da estabilidade das silagens, bem como, na redução das perdas de matéria seca. A cana-de-açúcar *in natura* apresentou maior susceptibilidade à deterioração aeróbia, frente às silagens. As rações contendo os volumosos tornaram a deterioração aeróbia mais tardia, revelando-se como possível estratégia para melhoria do manejo dentro da propriedade.

Palavras-chave: Ácidos orgânicos; Cal virgem; Calcário; Composição química; Etanol

Abstract

Evaluation of chemical additives on sugar cane silage: losses, nutritive value and aerobic stability

The objectives of this experiment were to evaluate the effects of chemical additives on fermentative dynamics, chemical composition and losses of sugarcane silages. Aerobic stability of fresh sugarcane and silages was also evaluated. The experiments were conducted in a complete randomized design with five replicates for fermentative dynamic and four replicates for roughage composition and aerobic stability. Sugarcane was ensiled with no additive or with calcium oxide and limestone (1% as-fed basis). Calcium oxide and limestone treatments showed the lowest values of gas losses. Silages treated with these two additives also showed higher concentrations of water soluble carbohydrates, acetic and butyric acids with low alcoholic fermentation. The chemical composition of silages, at the moment of air exposure treatments containing chemical additives presented the highest ash and the lowest fiber concentration. Crude protein for all treatments are in agreement with the values of fresh forage. During aerobic stability, calcium oxide treatment showed the highest stability because more time was necessary for temperature elevation with the lowest values of dry matter losses. Fresh sugarcane was more susceptible to deterioration, showing the highest temperature accumulation and dry matter losses. Diets containing silages with chemical additives showed higher aerobic stability than the diet containing silage without additive or when compared to fresh forage. Calcium oxide and limestone addition at ensiling resulted in a better fermentative pattern, promoting reduction of gas losses, alcoholic fermentation inhibition, and high amounts of soluble carbohydrates after fermentation. During aerobic phase, the chemical additives tested were effective, increasing the aerobic stability of sugarcane silages. Fresh sugarcane was more susceptible to aerobic deterioration than silages. Diets containing the sugarcane silage with additives delayed the aerobic deterioration and are a good strategy to enhance the nutritional management.

Keywords: Calcium oxide; Chemical composition; Ethanol; Limestone; Organic acids

3.1 Introdução

O uso da cana-de-açúcar como forrageira durante época da seca do ano é bastante difundida entre produtores rurais. Por sua época de colheita ser na entressafra, aliado a alta produtividade de forragem e de nutrientes digestíveis totais, essa cultura vem se mostrando atraente e competitiva, com menores custos de produção em comparação com outros volumosos tradicionais, como as silagens de milho ou sorgo.

No entanto, a utilização desse recurso forrageiro em larga escala ou como forma de melhorar a qualidade de vida no meio rural, requer o corte de talhões de forma concentrada e a eliminação do corte diário. Assim, estudos sobre a ensilagem da cana-de-açúcar foram retomados a partir do final dos anos 90 por instituições brasileiras, como forma de amenizar a excessiva mão-de-obra, eliminando o corte diário da forragem e, além disso, possibilitando a rebrota mais uniforme dos talhões e maior eficiência dos tratos culturais. Porém, durante o processo de conservação da cana-de-açúcar, a atuação de microrganismos epifíticos característicos da cultura, torna o maior entrave, envolvendo perdas consideráveis, que podem inviabilizar esta opção.

A fermentação da sacarose a etanol e gás carbônico, que, posteriormente são volatilizados, pode ocasionar aumento da proporção de constituintes da parede celular reduzindo o valor nutritivo da cana-de-açúcar (NUSSIO; SCHMIDT; PEDROSO, 2003). Pesquisadores têm observado menor desempenho dos animais e altas perdas de qualidade da silagem de cana-de-açúcar em comparação à cana-de-açúcar *in natura* (SILVESTRE; McLEOD; PRESTON, 1976; ALVAREZ; PRIEGO; PRESTON, 1977). Assim, diferente das culturas de milho e sorgo, no momento da ensilagem da cana-de-açúcar, torna-se necessário algum aditivo químico ou bacteriano que modifique a fermentação com o objetivo de reduzir as perdas totais e amenizar a depreciação do valor nutritivo da silagem obtida.

Segundo Nussio e Schmidt (2004), na ensilagem da cana-de-açúcar, a obtenção de resultados técnicos e econômicos positivos depende, invariavelmente, da escolha correta do aditivo a ser usado. Um segmento que vem sendo bem sucedido é a utilização de aditivos químicos alcalinizantes no momento da ensilagem da cana-de-açúcar. Nieblas, Shimada e Palacios (1982) recomendaram a utilização do NaOH na

ensilagem da cana-de-açúcar, pois, segundo os autores, esse álcali foi capaz de alterar a fermentação basicamente alcoólica para fermentação predominantemente láctica. Segundo os autores, esse aumento, no caso da silagem de cana-de-açúcar, resulta da elevação do pH inicial, que estimularia a atuação das bactérias ácido lácticas. Segundo Santos (2007) o uso da cal virgem ou do calcário favoreceu o processo fermentativo da cana-de-açúcar, os quais promoveram redução das perdas totais e gasosas, inibição da fermentação alcoólica e maior recuperação de carboidratos, resultando em silagens com valor nutritivo se assemelhando a forragem *in natura*. No entanto, resultados de trabalhos científicos com o uso da cal virgem e do calcário são escassos, sendo necessárias maiores investigações sobre o tema.

Dentro desse contexto, o objetivo desse tr

3.2.3 Preparo das silagens

A cana-de-açúcar colhida e picada foi submetida aos seguintes tratamentos:

1. Ensilagem da cana-de-açúcar (controle);
2. Ensilagem da cana-de-açúcar adicionada de cal virgem (1%);
3. Ensilagem da cana-de-açúcar adicionada de calcário (1%).

Para inclusão dos aditivos após a picagem da forragem, utilizou-se um vagão forrageiro (Figura 1), onde neste a forragem era pesada e aditivada (forma pulverulenta) de acordo com o respectivo tratamento (cal virgem ou calcário), sendo a quantidade do aditivo calculada em relação à matéria natural da forragem. Após a inserção da cana-de-açúcar mais o respectivo aditivo, o vagão foi acionado durante um período de 10 minutos para homogeneização da mistura, sendo posteriormente acondicionadas nos silos experimentais, previamente pesados.

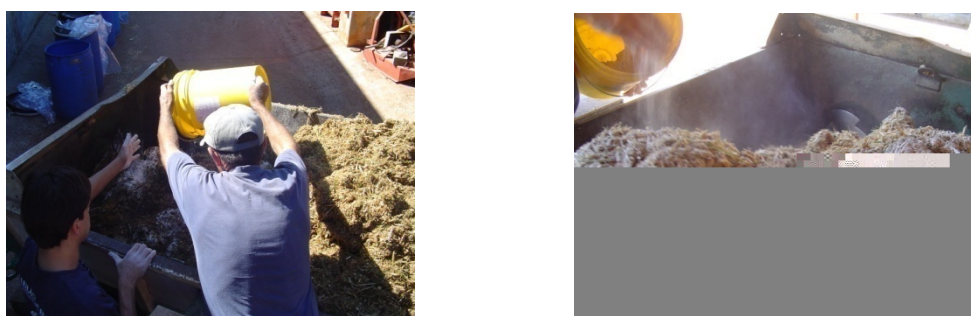


Figura 1 - Distribuição do aditivo sobre a cana-de-açúcar no vagão forrageiro

Foram utilizados como silos experimentais 15 tambores de plástico com capacidade de 200 litros, os quais foram munidos internamente de saco plástico e de tampas adaptadas de válvulas do tipo “Bunsen”, que permitia a saída de gases e impossibilitava a entrada de ar. A forragem foi compactada por pisoteio humano (Figura 2), tomando-se como critério camadas de aproximadamente 5 a 10 cm de espessura, buscando-se atingir a maior quantidade possível de material ensilado em cada tambor. Após a acomodação final do material, o saco plástico foi amarrado e o tambor fechado para evitar a entrada de ar. Em seguida os tambores foram pesados, os quais apresentaram valores médios de $105,9 \pm 2,7$, $121,7 \pm 3,0$ e $119,3 \pm 4,6$ kg MV/tambor, no tratamento controle, tratado com 1% de cal virgem e tratado com 1% de

calcário, respectivamente, armazenados em local protegido e mantidos sob temperatura ambiente.



Figura 2 - Compactação das silagens por meio de pisoteio humano

3.2.4 Abertura dos silos experimentais

Os silos foram pesados e abertos em 20 de setembro de 2006 (365 dias de armazenamento), sendo amostrados ao longo de seu perfil com auxílio de cavadeira. Após a retirada da silagem, o conteúdo foi homogeneizado e amostras de aproximadamente 2 kg foram congeladas para posteriores análises (Figura 3).

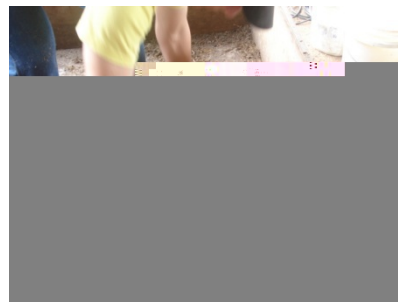


Figura 3 - Amostragens ao longo do perfil dos silos experimentais e homogeneização do material retirado

3.2.5 Determinação de perdas gasosas

Decorrido o período de fermentação, em cada tratamento foi avaliada as perdas por produção de gases, sendo calculada pela subtração do peso entre a quantidade de matéria seca inicial e final acondicionada nos tambores, descontando-se o peso do

tambor vazio em ambos os casos, expressa em relação à quantidade de matéria seca inicialmente ensilada. A equação 1, adaptada por Schmidt (2006), demonstra as perdas gasosas em % da matéria seca:

$$\text{Gás} = \frac{[(PT_{\text{en}} - PT_{\text{v}}) \times MS_{\text{en}}] - [(PT_{\text{ab}} - PT_{\text{v}}) \times MS_{\text{ab}}]}{[(PT_{\text{en}} - PT_{\text{v}}) \times MS_{\text{en}}]} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

Gás = perdas gasosas (% MS);

PT_{en} = peso do tambor cheio na ensilagem (kg)

PT_{ab} = peso do tambor cheio no momento da abertura (kg);

PT_v = Peso do conjunto (tambor + tampa) no momento da ensilagem (kg);

MS_{en} = teor de matéria seca da forragem na ensilagem (%);

MS_{ab} = teor de matéria seca da silagem na abertura (%).

3.2.6 Determinação do tamanho de partículas

A avaliação do tamanho de partículas das silagens foi realizada com base na estratificação das partículas por meio do método "Penn State Particle Size" (LAMMERS; BUCKMASTER; HEINRICHS, 1996). Entretanto, foi incorporada uma adaptação ao método original realizada por Mari e Nussio (2002) com a inserção de uma peneira adicional com orifícios de diâmetro de 38 mm (Figura 4).



Figura 4 - Sistema Penn State Particle Size Separator

Dessa forma, foi obtido o material retido com diâmetro superior a 38 mm, entre 38 e 19 mm, entre 19 e 7,80 mm e inferior a 7,80 mm. O tamanho médio de partículas

foi estimado por meio da ponderação da proporção de retenção do material em cada uma das peneiras (Tabela 1).

Tabela 1 - Retenção percentual de partículas e silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos

Variável	Tratamentos ¹		
	Controle	Cal virgem 1%	Calcário 1%
Peneira 38 mm	13,8	10,3	5,8
Peneira 19 mm	15,6	32,8	22,3
Peneira 7,8 mm	49,0	37,6	52,3
Fundo cego	21,6	19,3	19,5

¹Tratamentos: Controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário.

3.2.7 Ensaio de estabilidade aeróbia

Após a abertura dos silos, das 15 unidades experimentais existentes foram escolhidas aleatoriamente 4 destas de cada tratamento (silagens) e inseridas mais 4 unidades experimentais de cana-de-açúcar *in natura*, gerando um ensaio de estabilidade aeróbia composto por quatro tratamentos:

1. Cana-de-açúcar *in natura*;
2. Silagem de cana-de-açúcar (controle);
3. Silagem de cana-de-açúcar aditivada com cal virgem (1%);
4. Silagem de cana-de-açúcar aditivada com calcário (1%).

A partir destes quatro volumosos, também gerou-se um ensaio visando avaliar as rações experimentais semelhantes às utilizadas no desempenho dos animais (Tabela 2), com três repetições.

Imediatamente após a abertura dos silos (dia zero), amostras de aproximadamente 4 Kg dos volumosos e das rações totais de cada tratamento foram colocadas sem compactação em baldes de plástico sem tampa (20 L), os quais foram mantidos em ambiente aeróbio com temperatura controlada durante o período de 10 dias.

No centro geométrico dos baldes e no ambiente foram acondicionados sensores de temperatura associados à sistema informatizado e eletrônico de aquisição de dados (Dickson[®], Addison, USA), programados para a tomada de temperatura da massa em intervalos constantes de uma hora.

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais utilizadas no ensaio de estabilidade aeróbia (% MS)

Ingredientes	Tratamentos ¹			
	Cana <i>in natura</i>	Silagem controle	Cal virgem 1%	Calcário 1%
Volumoso	50,0	50,0	50,0	50,0
Milho moído	28,0	28,0	28,0	28,0
Farelo de Soja	19,0	19,0	19,0	19,0
Uréia	1,0	1,0	1,0	1,0
Calcário	0,9	0,9	0,9	0,9
Mistura Mineral ²	1,1	1,1	1,1	1,1
Composição Química ³				
MS	45,9	42,3	45,1	47,6
MM	5,1	7,0	8,5	6,1

¹Tratamentos: Cana *in natura* = cana-de-açúcar *in natura* picada; Silagem controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. ²Composição: 7,5% P; 19% Ca; 1% Mg; 7% S; 14,3% Na; 21,8% Cl; 500 ppm Fe; 300 ppm Cu; 4600 ppm Zn; 1100 ppm Mn; 80 ppm I; 405 ppm Co; 30 ppm Se; ³MS: matéria seca; MM: matéria mineral.

Durante o período de estabilidade aeróbia foram realizadas pesagens dos baldes no quinto e décimo dia, objetivando-se determinar as perdas de matéria seca no período pós-abertura ocorridas nos diferentes tratamentos. Juntamente com as pesagens dos baldes, foram realizadas colheita de amostras para análises laboratoriais de pH, matéria seca e cinzas.

Para a determinação da estabilidade aeróbia utilizando-se dos dados de temperatura, foram estudadas as seguintes variáveis: horas para quebra de estabilidade (aumento em 2 °C da temperatura dos volumosos e das rações em relação

à temperatura ambiente). Com base no conjunto de dados gerados pelos sensores eletrônicos foi possível obter o gráfico relativo entre as temperaturas das unidades experimentais descontados da temperatura ambiente ao longo de todo o período do ensaio. Dessa maneira, foi possível determinar o acúmulo total de temperatura em cada balde. Esta variável foi obtida por meio da diferença entre a temperatura do volumoso e a do ambiente registrada nos intervalos de tempo determinados e, para fins de comparação entre os tratamentos, foi calculada na primeira metade do ensaio (do primeiro ao quinto dia) e no período total.

As perdas de matéria seca foram calculadas pela diferença de peso entre a massa seca do volumoso e da ração no dia zero (abertura das silagens) e no dia referido (5^o e 10^o dia em aerobiose), descontando o peso do balde vazio em ambos os casos, expressa em relação à quantidade de massa seca no dia zero. A equação 2, adaptada por Schmidt (2006), demonstra as perdas de matéria seca (%):

$$PMS = \frac{[(PBd0 - PBv) \times MSd0] - [(PBdn - PBv) \times MSdn]}{[(PBd0 - PBv) \times MSd0]} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

PMS = perdas de matéria seca (%);

PBd0 = peso do balde no dia zero (kg);

PBdn = peso do balde no 5^o 10^o dia (kg);

PBv = peso do balde vazio (kg);

MSd0 = teor de matéria seca do material no dia zero (%);

MSdn = teor de matéria seca do material no dia referido (5^o e 10^o) (%).

3.2.8 Análises químico-bromatológicas

As análises bromatológicas das forragens, das silagens e das rações foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP).

As amostras de cana-de-açúcar colhidas no momento da ensilagem, após a abertura dos silos, as dos volumosos e das rações durante o ensaio de estabilidade aeróbia, foram secas em estufa a 60 °C por 72 horas de acordo com Silva e Queiroz (2002) e, posteriormente moídas em moinho tipo Wiley provido de peneira com perfurações de 1 mm.

Para a cana-de-açúcar no momento da ensilagem e na abertura dos silos foram determinadas as concentrações de matéria seca (MS) e cinzas (MM), conforme AOAC (1990). O teor de proteína bruta (PB) foi obtido pela combustão das amostras em equipamento auto-analisador de nitrogênio, da marca LECO® (modelo FP-528), segundo Wiles, Gray e Kissling (1998).

Os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) foram obtidos pelo método seqüencial proposto pela ANKOM® Fiber Analyser (ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY) e descrito por Holden (1999), sendo que para esta determinação foi utilizado amilase e sulfito de sódio. Os teores de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e lignina foram calculados segundo método de Van Soest (1994). A fração hemicelulose foi calculada pela diferença observada entre os teores de FDN e FDA. A fração celulose foi calculada pela diferença observada entre os teores de FDA e lignina.

Para as amostras dos volumosos e das rações utilizadas durante o ensaio de estabilidade aeróbia foram determinadas as concentrações de matéria seca (MS) e cinzas (MM), conforme AOAC (1990).

3.2.9 Obtenção e análise do extrato aquoso

O extrato aquoso das amostras de cana-de-açúcar no momento da ensilagem e das silagens foi preparado segundo metodologia proposta por Kung (1996). Uma alíquota de 25 g de forragem úmida e 225 mL

O extrato obtido foi utilizado para análises de carboidratos solúveis (CHO sol.), etanol e ácidos graxos voláteis (AGV). A concentração de carboidratos solúveis foi obtida pelo método colorimétrico, adaptando-se a metodologia descrita por Dubois et al. (1956) com leitura em comprimento de onda de 490 nm. A adaptação foi realizada em relação ao aumento na diluição das amostras, uma vez que a cana-de-açúcar e suas silagens apresentam teores elevados de carboidratos solúveis.

O teor de etanol foi determinado diretamente por meio de leitura em auto-analisador YSI 2700 Select[®] (Biochemistry Analyser, Yellow Spring, OH, EUA) calibrado com soluções padronizadas de etanol (2 g/L). Após leitura, o equipamento forneceu o valor da concentração de etanol, em g/L.

Para análise dos ácidos graxos voláteis (ácido acético e ácido butírico), 800 µL do extrato aquoso da silagem, juntamente com 200 µL de ácido fórmico e 100 µL de padrão interno foram transferidos para um frasco de vidro. A leitura foi realizada em cromatógrafo líquido gasoso, CLG (Hewlett Packard[®] 5890, series II).

3.2.10 Análises estatísticas

O delineamento estatístico utilizado para avaliações da ensilagem foi o inteiramente casualizado e para o ensaio de estabilidade aeróbia das silagens e das rações utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo.

As variáveis obtidas no momento da abertura foram analisadas por meio do procedimento GLM do programa estatístico SAS[®], versão 8 para Windows[®] (SAS, 1999). No ensaio de estabilidade aeróbia, para medidas repetidas no tempo, utilizou-se o procedimento MIXED do programa estatístico SAS[®], versão 8 para Windows[®] (SAS, 1999), para se verificar efeitos de tratamento, de tempo e da interação desses fatores. Em ambos os casos, o teste de Tukey com nível de significância de 5% foi utilizado para efeito de comparação de média entre tratamentos.

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Caracterização da cana-de-açúcar no momento da ensilagem

Na Tabela 3 estão apresentados os dados referentes à composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar no momento da ensilagem de acordo com os tratamentos estabelecidos. Os teores de MS, FDN, hemicelulose e FDA encontrados estão dentro da amplitude de valores relatados pela literatura. Assim sendo, Santos (2007) trabalhou com silagens de cana-de-açúcar tratadas com diferentes aditivos e observou valores de MS variando de 32 a 35%, de FDN entre 48 e 52%, de hemicelulose entre 17 e 22% e de FDA entre 29 e 32%. De maneira similar, os teores de PB estão de acordo com os valores encontrados por Schmidt et al. (2007), onde os autores observaram valor médio de PB de 3,4%.

Tabela 3 - Composição químico-bromatológica dos tratamentos contendo cana-de-açúcar no momento da ensilagem

Variável ²	Tratamentos ¹		
	Controle	Cal virgem 1%	Calcário 1%
MS, %	37,3	36,7	35,6
Cinzas, % MS	5,2	9,8	6,3
PB, % MS	3,5	3,3	3,2
FDN, % MS	54,1	49,9	51,4
HEM, % MS	22,8	20,2	21,3
FDA, % MS	31,4	29,6	30,1
CEL, % MS	26,6	24,8	24,3
LIG, % MS	4,8	4,9	5,8
CHO sol., % MS	14,1	14,3	14,5
pH	5,4	10,6	8,0

¹Tratamentos: Controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. As doses dos aditivos estão expressas com base na matéria verde; ²MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; HEM: hemicelulose; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido; CEL: celulose; LIG: lignina; CHO sol.: carboidratos solúveis.

O teor de cinzas observado no presente experimento apresentou valores acima do encontrado por Santos (2007), que avaliou silagens de cana-de-açúcar aditivadas com 1% de cal virgem e 1% de calcário, e observou valores de cinzas no momento da ensilagem de 2,3% no tratamento controle, de 4,5% na cal virgem e de 3,2% no calcário. Da mesma forma, no presente trabalho foi verificado aumento nos valores de cinzas quando o aditivo químico foi inserido no volumoso. Por outro lado, Schmidt et al. (2007), observaram valores médios acima do presente experimento nas silagens de cana-de-açúcar sem aditivo, onde encontraram valor médio de cinzas de 8,0%. Possivelmente, as variações no teor de cinzas da silagem dos diferentes trabalhos apresentados, podem ser atribuídas a diferentes variedades de cana-de-açúcar, ao estágio vegetativo em que a forrageira foi ensilada, bem como aos tratamentos culturais e às condições hídricas impostas a forrageira.

Ainda segundo a Tabela 3, os dados de carboidratos solúveis estão próximos aos relatados por Schmidt et al. (2007) onde as silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e microbianos, apresentaram teores de aproximadamente 11% de carboidratos solúveis no momento da ensilagem.

Com a inserção dos aditivos na cana-de-açúcar, devido à natureza alcalina dos mesmos, os valores de pH foram elevados em mais de 5 unidades para a cal virgem e de 2 unidades para o calcário. O que está acima dos encontrados por Santos (2007), onde os valores de pH foram 8,7 e 4,7 para os tratamentos aditivados com 1% de cal virgem e 1% de calcário, respectivamente.

3.3.2 Densidade e tamanho de partículas das silagens

Os valores relativos à densidade, retenção percentual de partículas e tamanho médio de partículas das silagens de cana-de-açúcar estão apresentados na Tabela 4.

Embora o tamanho médio das partículas não terem sido influenciados pelos tratamentos ($P > 0,05$), bem como, durante a confecção das silagens respeitou-se a espessura de camada adicionada ao silo e a homogeneidade dos pesos humanos durante a compactação, verificou-se diferença entre os tratamentos ($P < 0,01$) para os valores de densidade das silagens, sendo que as silagens tratadas com os aditivos químicos apresentaram os maiores valores em relação ao tratamento controle.

Os valores de densidade encontrados no presente trabalho foram inferiores àqueles preconizados por Holmes e Muck (1999) como sendo mínimo para a compactação ideal (225 kg MS/m³). Por outro lado, esses valores são próximos aos encontrados por Schmidt (2006), que ensilou a cana-de-açúcar em silos do tipo poço e obteve valores variando entre 139 e 157 kg MS/m³.

Tabela 4 - Densidade, retenção percentual de partículas e tamanho médio de partículas (TMP) de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos

Variável	Tratamentos ¹			EPM ²	P ³
	Controle	Cal virgem 1%	Calcário 1%		
Densidade, kg MS/m ³	171,2 ^b	195,1 ^a	188,2 ^a	3,00	<0,001
TMP, cm	2,6	2,2	1,8	0,22	0,28

¹Tratamentos: Controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (P>0,05); ²EPM: erro padrão da média; ³P: probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos.

Giger-Reverdin (2000) avaliou alguns parâmetros físicos de ingredientes utilizados em dietas de ruminantes, dentre eles a silagem de milho, descreveu que valores de densidades são negativamente correlacionados ao teor de FDN do material. Dessa forma, provavelmente o tratamento da forragem com a cal virgem ou com o calcário, além de reduzirem os teores de FDN em comparação ao tratamento controle, desestruturou a parede celular da forragem, permitindo melhor acomodação destas no silo e conseqüentemente melhor compactação. Uma vez que, segundo Van Soest (1994), algumas ligações que ocorrem durante a formação da parede celular são susceptíveis a ação de agentes alcalizantes. Além da ação hidrolítica no complexo lignina, carboidratos e ácidos ferúlico e p-coumárico, os agentes alcalinizantes podem ainda atuar na estrutura dos polissacarídeos. Esses agentes promovem a expansão das moléculas de celulose, causando ruptura das ligações intermoleculares das pontes de hidrogênio. Além disso, atuam solubilizando parte da hemicelulose que estava ligada a celulose por meio de ligações covalentes. Segundo Klopfenstein (1978), o processo permite a expansão das fibras e conseqüente hidratação destas.

3.3.3 Avaliação das perdas e do processo fermentativo das silagens

Durante o processo fermentativo, microrganismos consomem proteína e carboidratos. A fermentação de carboidratos pode gerar vários produtos como ácidos orgânicos, etanol, água, ATP e dióxido de carbono. A produção de gás carbônico durante a fermentação por leveduras é bastante significativa, e segundo Pedroso (2003), na ensilagem da cana-de-açúcar perdas por gases é um parâmetro de muita importância, pois essa apresenta alta correlação com a produção de etanol por leveduras.

Na Tabela 5 encontram-se os dados referentes às perdas gasosas das silagens de cana-de-açúcar. Observa-se que as silagens tratadas com os aditivos químicos apresentaram menores perdas em relação ao tratamento controle ($P < 0,01$), sendo que o tratamento contendo calcário foi o mais eficiente nessa redução, apresentando 7,9% de perdas gasosas contra 21,4% destas perdas para o tratamento controle. A silagem tratada com a cal virgem apesar de possuir valor intermediário de perdas gasosas, apresentou redução em aproximadamente de 38% frente à silagem não tratadas com aditivos químicos.

Tabela 5 - Perdas e dinâmica fermentativa das silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos no momento da abertura dos silos experimentais

Variável ²	Tratamentos ¹			EPM ³	P ⁴
	Controle	Cal virgem 1%	Calcário 1%		
Perdas gasosas, % MS	21,4 ^a	13,2 ^b	7,9 ^c	1,58	<0,001
pH	3,4 ^c	4,0 ^a	3,6 ^b	0,07	<0,001
CHO sol., % MS	2,9 ^c	4,4 ^b	6,0 ^a	0,37	<0,001
Etanol, % MS	4,3 ^a	1,2 ^b	1,2 ^b	0,42	<0,001
Ácido acético, % MS	1,3 ^b	1,6 ^a	1,5 ^a	0,40	0,005
Ácido butírico, % MS	0,2 ^b	3,1 ^a	0,4 ^b	0,37	<0,001

¹Tratamentos: Controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$); ²CHO sol.: carboidratos solúveis; ³EPM: erro padrão da média; ⁴P: probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos.

capazes de neutralizar os íons hidrogênio oriundos dos ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação.

Outro fato a ser destacado, é a relação entre os valores de pH no momento da ensilagem (Tabela 3) com os valores no momento da abertura dos silos. Devido à

leveduras, as quais, segundo McDonald, Henderson e Heron (1991) não são inibidas em ambientes com valores de pH variando entre 3,5 e 6,5.

Os teores de etanol apresentados na Tabela 5 indicam que houve diferença ($P < 0,01$) entre os tratamentos, onde a silagem controle apresentou maior valor (4,3%) frente às silagens tratadas com os aditivos alcalinizantes, as quais apresentaram valor médio de 1,2%. Estes valores estão de acordo com os dados obtidos por Santos (2007), onde as silagens de cana-de-açúcar tratadas com cal virgem e calcário apresentaram valores de 4,8, 0,4 e 1,4% para as silagens controle, tratada com 1% de cal virgem e tratada com 1% de calcário, respectivamente. Segundo McDonald, Henderson e Heron (1991), a produção de etanol representa perdas de aproximadamente 49% de matéria seca dos substratos, sendo essa perda composta principalmente por carboidratos solúveis. Os dados observados na silagem controle condizem com essa informação, pois nesse tratamento foi verificada elevação significativa no teor de etanol ($P < 0,01$), e dessa forma, resultou na silagem com maior consumo de carboidratos solúveis e maior perdas gasosas (Tabela 5).

As concentrações de ácido acético e ácido butírico estão apresentadas na Tabela 5. Onde para concentração de ácido acético, as silagens que foram tratadas com os aditivos apresentam valores maiores em relação ao tratamento controle ($P < 0,01$). Os valores encontrados no presente trabalho são inferiores aos encontrados por Schmidt et al. (2007), onde as silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e microbianos apresentaram valores médios de 2,3%. Da mesma forma, Silva et al. (2003) também encontraram valores de 2,8% de ácido acético na silagem de cana-de-açúcar sem aditivo. Vieira et al. (2004) avaliaram silagens de sorgo tratadas com a combinação uréia e carbonato de cálcio, e observaram que a mistura dos aditivos elevou de forma significativa o pH final e as concentrações dos ácidos acético e láctico. Segundo estes autores, provavelmente ocorreu um somatório de efeito tamponante dos sais de amônio e cálcio.

As concentrações de ácido butírico diferiram entre os tratamentos ($P < 0,01$), sendo que a silagem tratada com 1% de cal virgem foi a que apresentou a maior valor (3,1%), seguido dos tratamentos com 1% de calcário (0,4%) e do tratamento controle (0,2%). Apesar das silagens tratadas terem apresentado diferença em relação ao

tratamento controle ($P < 0,01$), a concentração obtida na silagem tratada com 1% de cal virgem foi inesperada, contrariando valores encontrados na literatura para esta variável. Poucos são os trabalhos sobre a ensilagem da cana-de-açúcar que abordam concentrações de ácidos orgânicos, principalmente o ácido acético e butírico. Bolsen, Tetlow e Wilson (1983) trabalharam com silagens de trigo sob diferentes concentrações de MS e com aplicação de aditivos químicos, e encontraram nas silagens com 27% de MS aumento na concentração de ácido butírico de zero, referente ao tratamento controle, para 5,9% e 8,6% nas silagens tratadas com hidróxido de sódio e hidróxido de cálcio, respectivamente. Schmidt et al. (2007) não observaram diferença nas concentrações de ácido butírico em silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos, onde encontraram valores médios de 0,05% da MS.

McDonald, Henderson e Heron (1991) descreveram que durante o processo de conservação de forragens, inicialmente o grupo de microrganismos que atuam na acidificação da massa de forragem são as enterobactérias, as quais sobrevivem até o momento em que bactérias ácido lácticas homofermentativas apresentem condições ideais de desenvolvimento (menores valores de pH), onde iniciam a conversão de açúcares em ácido láctico. Assim, com a queda de pH, as enterobactérias são inibidas e prevalecem na massa ensilada as bactérias ácido lácticas.

Dessa forma, pode-se inferir que devido à elevação dos valores de pH no momento da ensilagem e ao provável aumento do poder tamponante das silagens tratadas, como foi reportado por Santos (2007), onde observou valores de poder tamponante de 27,6 e 17,9 e.mg/100 g de MS nas silagens tratadas com 1% de cal virgem e 1% de calcário, respectivamente, foram os principais fatores que determinaram o padrão fermentativo nas silagens, dando condições ao desenvolvimento de microrganismos como bactérias heterofermentativas e clostrídeos, pelo fato da forte resistência destas silagens ao abaixamento do pH.

Na silagem tratada com 1% de cal virgem, possivelmente os maiores valores de ácido butírico podem ser explicados pelo maior poder tamponante, o qual permitiu desenvolvimento de clostrídeos, os quais segundo Pahlow et al. (2003), além de converterem açúcares em ácido butírico, também utilizam o ácido láctico e o ácido acético para esta conversão. Em silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos

alcalinizantes, observa-se aumento na produção de ácido láctico (SANTOS, 2007), fato que pode ter auxiliado para maior produção deste ácido orgânico.

Além disso, nas silagens de cana-de-açúcar tratadas com cal virgem a atividade de clostrídeos possivelmente foi maior em relação às silagens tratadas com calcário. Pois, segundo Rooke e Hatfield (2003), clostrídeos geram perdas de até 34% de MS e 22,1% de energia, e as bactérias heterofermentativas provocam 13% de perdas de MS e 20,4% de energia. Portanto, de acordo com as perdas gasosas encontradas no presente trabalho (Tabela 5), pode-se aliar, que pelo fato das silagens tratadas com cal virgem apresentarem maiores perdas gasosas e menor concentração de carboidratos solúveis em relação às tratadas com calcário, a atuação de clostrídeos deve ter sido maior.

3.3.4 Valor nutritivo das silagens no momento da abertura dos silos

Os dados referentes ao valor nutritivo das silagens tratadas com aditivos químicos estão apresentados na Tabela 6. Os teores de MS diferiram entre os tratamentos ($P < 0,01$), sendo que as silagens tratadas com 1% de calcário apresentaram o maior teor (32,1%), seguido da silagem tratada com 1% de cal virgem (30,5%) e finalmente, o tratamento controle com teor de 28,3%. Esses valores estão de acordo com os reportados por Schmidt et al. (2007), que avaliaram silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos, e encontraram valores de MS variando entre 29,7 e 30,9%. Pedroso et al. (2007) observaram valores de MS entre 23,7% e 29,2% em silagens de cana-de-açúcar.

A diferença nos teores de MS observadas no presente trabalho (Tabela 6) pode ser explicada em função da diferença no perfil fermentativo em cada tratamento. Dessa forma, em análise conjunta das Tabelas 3, 5 e 6, nota-se que a diferença entre os teores de MS no momento da ensilagem e na abertura dos silos foram de 8,9, 6,2 e 3,5 unidades, respectivamente, para os tratamentos controle, silagem tratada com 1% de cal virgem e silagem tratada com 1% de calcário. Portanto, a silagem referente ao tratamento controle apresentou maior diferença, provavelmente, em função da maior atividade de leveduras, o que acarretou maiores perdas gasosas e maior consumo de carboidratos solúveis (Tabela 5). Queiroz (2006) ao avaliar silagens de cana-de-açúcar

observou correlação negativa de 92% entre o teor de MS e as perdas fermentativas, corroborando com Rooke e Hatfield (2003), onde mencionaram que a atividade intensa de leveduras pode gerar elevada produção de etanol e perdas de MS de até 49%. A silagem tratada com 1% de calcário, possivelmente obteve melhor padrão de fermentação, pois apresentou a menor variação nos teores de MS, bem como, menor perdas gasosas e maior concentração de carboidratos solúveis no momento da abertura dos silos.

Tabela 6 - Valor nutritivo das silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos no momento da abertura dos silos experimentais

Variável ²	Tratamentos ¹			EPM ³	P ⁴
	Controle	Cal virgem 1%	Calcário 1%		
MS, %	28,3 ^c	30,5 ^b	32,1 ^a	0,44	<0,001
Cinzas, % MS	7,3 ^b	10,8 ^a	6,3 ^c	0,52	<0,001
PB, % MS	3,9 ^a	3,6 ^b	3,3 ^c	0,08	<0,001
FDN, % MS	68,7 ^a	62,2 ^b	61,8 ^b	1,05	<0,001
HEM, %MS	26,4 ^a	22,3 ^b	24,5 ^{ab}	0,57	0,003
FDA, % MS	42,3 ^a	39,9 ^b	37,2 ^b	0,63	<0,001
CEL, %MS	34,8 ^a	32,9 ^{ab}	31,7 ^b	0,53	0,04
LIG, % MS	7,4 ^a	7,0 ^a	5,5 ^b	0,30	0,01

¹Tratamentos: Controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (P>0,05); ²MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido; HEM: hemicelulose; CEL: celulose; LIG: lignina; ³EPM: erro padrão da média; ⁴P: probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos.

Os valores de matéria mineral diferiram entre as silagens (P<0,01), onde a silagem tratada com 1% de cal virgem apresentou valor de 10,8%, e inesperadamente, o valor de MM na silagem tratada com 1% de calcário (6,3%) foi inferior (P<0,01) ao encontrado na silagem controle (7,3%). Possivelmente, devido à excessiva perda de componentes solúveis na silagem controle em comparação aos demais tratamentos ocasionou este aumento na concentração da fração mineral. Santos (2007) verificou aumento no teor de MM de silagens de cana-de-açúcar tratadas com óxido de cálcio e

calcário, nas silagens que receberam 1% de óxido de cálcio, o autor encontrou valores de 6,1% de MM, ao passo que nas silagens tratadas com 1% de calcário foi constatado valor de 4,7% de MM, inferiores aos valores encontrados no presente trabalho. Simkins, Baumgardt e Niedermeier (1965) trabalharam com silagens de milho tratadas com 0,5% de calcário na MV, e obtiveram teor de matéria mineral de 6,9% na silagem tratada contra 5,2% da MS para o tratamento contro

cal virgem (62,2%) e calcário (61,8). A maior concentração dessa variável na silagem controle, possivelmente pode estar aliada ao fato do consumo das frações orgânicas solúveis como reportado na Tabela 5, que dessa forma, elevou o teor de FDN. Em relação às silagens tratadas com aditivos alcalinizantes, além de ter havido consumo de componentes solúveis, porém em menores quantidades em relação ao tratamento controle, pode ter havido também hidrólise alcalina na porção fibrosa, em função dos menores teores de FDN e às menores concentrações de hemicelulose nestas silagens (Tabela 6). Segundo Klopfenstein (1978), o tratamento de resíduos fibrosos com agentes alcalinizantes resultou em solubilização parcial da hemicelulose e pouca alteração da fração celulósica. Resultados similares ao presente trabalho foram encontrados por Santos (2007) e Balieiro Neto et al. (2007) que ao avaliarem agentes alcalinizantes em silagens de cana-de-açúcar observaram menores concentrações de FDN e hemicelulose quando comparadas ao tratamento controle.

Conforme pode ser observado na Tabela 6, o teor de hemicelulose na silagem tratada com 1% de cal virgem foi o que apresentou menor concentração entre os tratamentos ($P < 0,01$), o que sugere maior solubilização deste agente em relação ao calcário, corroborando com o trabalho de Santos (2007), onde verificou menores concentrações de hemicelulose nas silagens de cana-de-açúcar tratadas com 1% de óxido de cálcio (17,2%) em relação às silagens tratadas com 1% de calcário (20,4%).

Em relação aos teores de FDA (Tabela 6), após a abertura dos silos verificou-se elevação da concentração em todas as silagens, porém em menor intensidade ($P < 0,01$) nas silagens tratadas com 1% de cal virgem ou 1% de calcário. Elevação mais pronunciada foi observada na silagem controle, a qual apresentou maiores perdas gasosas e menores concentrações de carboidratos solúveis no momento da abertura dos silos (Tabela 5). Siqueira et al. (2007) trabalharam com silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos, observaram que durante o período de fermentação houve elevação nos teores de FDA de 13,9 unidades percentuais na silagem controle, sendo que a silagem tratada com hidróxido de sódio apresentou elevação de 5,2 unidades percentuais. Os autores sugeriram a possibilidade do aditivo em restringir a fermentação indesejável, o que ocasionou maior recuperação de carboidratos não-fibrosos, possibilitando menor incremento nos teores de FDA.

Os resultados referentes ao teor de celulose estão apresentados na Tabela 6, onde verificou-se efeito significativo ($P < 0,05$) entre os tratamentos, sendo que a menor concentração observada foi na silagem tratada com 1% de calcário. O tratamento que continha adição de 1% de cal virgem não apresentou diferença entre o tratamento controle e a silagem tratada com calcário. Apesar de ter havido diferença entre os tratamentos nos valores de celulose, quando se realiza analogia entre seus valores no momento da ensilagem e na abertura dos silos, verifica-se aumento semelhante na concentração de 8,3, 8,1 e 7,5 unidades percentuais nas silagens controle, tratada com 1% de cal virgem e tratada com 1% de calcário, respectivamente. Provavelmente, essas elevações são devido às perdas ocorridas durante o processo fermentativo, pois apesar de Jackson (1977) comentar que agentes alcalinizantes promovem expansão das moléculas de celulose, causando ruptura das ligações intermoleculares das pontes de hidrogênio, o que poderia auxiliar em maior ataque microbiano ou maior solubilização desta fração, os dados do presente trabalho concordam com Van Soest (1994), onde comenta que a fração celulose se mantém estável durante a fermentação no interior do silo.

Os teores de lignina apresentaram diferença significativa ($P < 0,01$) entre os tratamentos (Tabela 6), onde a silagem tratada com 1% de calcário foi a que apresentou a menor concentração desta fração (5,5%), sendo que as silagens controle e tratadas com 1% de cal virgem não diferiram estatisticamente, apresentando valor médio de 7,2%. Dados similares foram relatados por Balieiro Neto et al. (2007), onde trabalharam com silagens de cana-de-açúcar tratadas com doses crescentes de óxido de cálcio (0,5; 1,0 e 2,0%) e observaram valores de lignina variando entre 4,3 e 8,4%, sendo que a silagem tratada com 1% de cal virgem apresentou valor de lignina de 8,0%. De acordo com Klopfenstein (1980) o teor de lignina normalmente não é alterado pelo tratamento com agentes alcalinizantes, mas a ação desse tratamento leva ao aumento da taxa de digestão da celulose e hemicelulose, provavelmente devido às quebras das ligações entre essas frações. O aumento na concentração desta fração quando comparada aos valores no momento da ensilagem, pode ser justificada igualmente aos outros componentes da parede celular mencionados anteriormente, por

efeito de aumento na concentração dos componentes fibrosos devido à diminuição de componentes solúveis que foram utilizados durante o período de fermentação.

3.3.5 Fase em aerobiose

3.3.5.1 Estabilidade aeróbia da cana-de-açúcar *in natura* e das silagens

Após a abertura dos silos ou a exposição de alimento úmido aos efeitos do oxigênio presente no ambiente, se estabelece um quadro de alterações microbiológicas e químicas, no qual bactérias aeróbias, fungos filamentosos e leveduras oxidam componentes solúveis e produtos da fermentação da silagem, substâncias geralmente encontradas em concentrações elevadas na cana-de-açúcar *in natura* e em sua silagem, respectivamente. Assim, de acordo com Santos (2007) é verificado que a atividade microbiana resulta em aumento nos valores de pH, aquecimento da massa de forragem, alterações no valor nutritivo e perdas de matéria seca durante o período pós-abertura.

Durante o período de exposição aeróbia da massa de forragem, o monitoramento da temperatura permite, de forma indireta, avaliar a intensidade do desenvolvimento de microrganismos espoliadores. Dessa forma, na Figura 5 são apresentados os valores de temperatura, calculados pela diferença entre a temperatura da massa de forragem com a temperatura ambiente e, o momento em que esses volumosos ultrapassaram 2 °C acima da temperatura ambiente, caracterizado como momento de quebra de estabilidade aeróbia.

Com a mensuração da temperatura em menor espaço de tempo (intervalos de uma hora), pode-se observar que para todos os tratamentos houve picos de temperatura, pelo menos em dois momentos (Figura 5). Possivelmente, esta ocorrência pode ser associada ao desenvolvimento de diferentes grupos de microrganismos deterioradores, pois segundo Yamashita et al. (1975) apud McDonald, Henderson e Heron (1991) a deterioração da massa de forragem está associada a picos termais, sendo que, com dois a três dias de exposição aeróbia, pode ocorrer o primeiro pico, sendo este atribuído às leveduras, enquanto que de três a quatro dias mais tarde ocorre o segundo pico termal, sendo este atribuído aos fungos filamentosos.

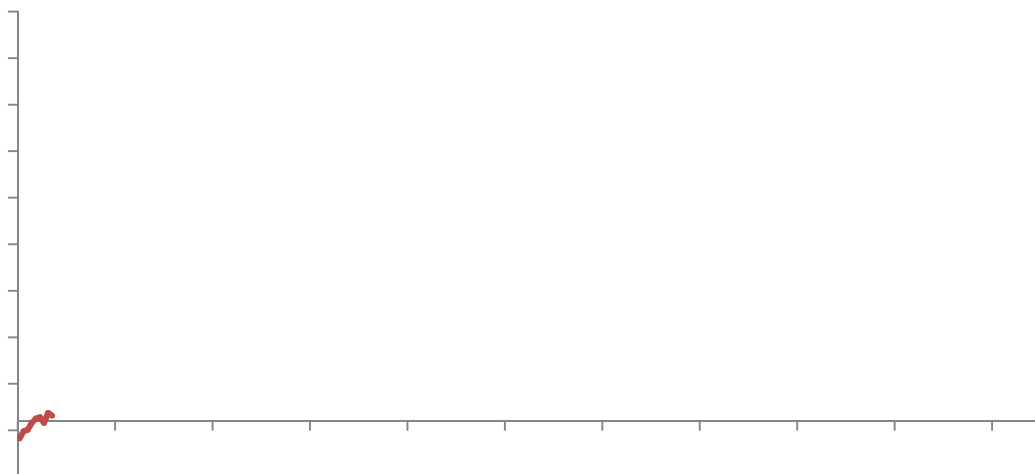


Figura 5 - Temperatura alcançada acima da temperatura ambiente e quebra de estabilidade (2 °C) dos volumosos submetidos aos diferentes tratamentos ao longo das horas de exposição aeróbia

Entre os tratamentos, verificou-se que a cana-de-açúcar *in natura* teve sua quebra de estabilidade antecipada frente às silagens ($P < 0,05$), após 33,7 horas de exposição ao ar, ao passo que a silagem tratada com 1% de cal virgem teve sua quebra de estabilidade após 163,3 horas (Figura 6). As silagens controle e tratada com 1% de calcário apresentaram valores intermediários com média de 90,15 horas para quebra de estabilidade. A quebra de estabilidade antecipada da cana-de-açúcar *in natura* já era esperada, visto a superioridade de carboidratos solúveis presente na forragem frente às silagens, o que provavelmente possibilitou maior intensidade e em menor tempo, a atividade de leveduras e fungos filamentosos.

O motivo para a silagem tratada com 1% de cal virgem ter apresentado maior estabilidade aeróbia, pode estar relacionado ao seu padrão fermentativo, visto que esta, apesar de possuir maior quantidade de carboidratos solúveis em relação à silagem controle (Tabela 5), sua quantidade de ácido acético e ácido butírico foi superior, principalmente a quantidade de ácido butírico, o que possibilitou o controle da deterioração aeróbia.

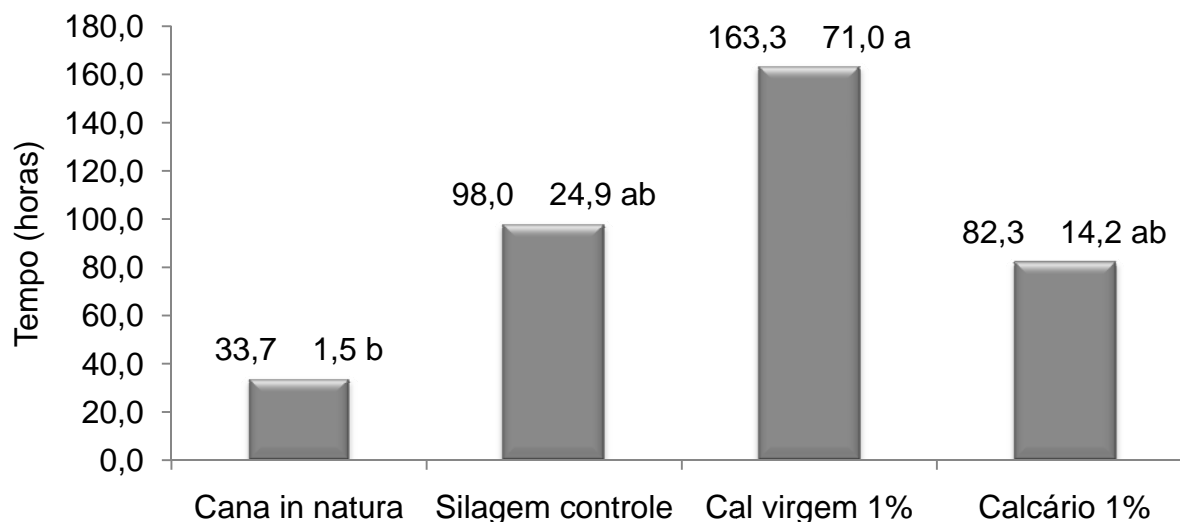


Figura 6 - Tempo para quebra da estabilidade aeróbia dos volumosos submetidos aos diferentes tratamentos

Ácidos orgânicos fracos, no caso, o ácido acético e butírico, tem ação sobre o metabolismo de leveduras e fungos filamentosos (MOON, 1983; McDONALD; HENDERSON; HERON, 1991), sendo que, esses ácidos quando em pH inferior ao seu pKa, se apresentam na forma não dissociada, sendo a membrana dos microrganismos permeável a eles, conseqüentemente a entrada do ácido é realizada via transporte passivo. Dentro das células, eles são dissociados devido ao pH interno do microrganismo ser por volta de 7,0 (superior ao pKa), liberando íons H^+ , conseqüentemente ocorre rápida redução do pH intracelular. Para elevar novamente o pH, o microrganismo tem que expulsar os íons H^+ , implicando em gasto de energia, por se tratar de um processo de transporte ativo, retardando o crescimento e podendo causar a morte celular (McDONALD; HENDERSON; HERON, 1991).

Santos (2007) trabalhou com silagens de cana-de-açúcar tratadas com diferentes aditivos e verificou que a silagem tratada com 1% de óxido de cálcio apresentou 131 horas de estabilidade, ao passo que as silagens controle e tratada com 1% de calcário apresentaram 40 e 50 horas, respectivamente, concordando com os dados do presente trabalho. Os dados de Balieiro Neto et al. (2005a) também demonstraram resultados satisfatórios na estabilidade aeróbia com o uso de óxido de cálcio com aditivo na ensilagem da cana-de-açúcar. Os autores verificaram estabilidade

de 204 horas e temperatura máxima de 26,7 °C para a silagem tratada com 2% de óxido de cálcio e exposta ao ar por nove dias.

A análise descritiva para as variáveis químicas do ensaio de estabilidade aeróbia está apresentada na Tabela 7. De acordo com a tabela, todos os parâmetros foram afetados, demonstrando que tanto o fator tratamento quanto o fator tempo e suas interações modificaram de forma significativa a composição química da cana-de-açúcar *in natura* e das silagens durante o período de exposição aeróbia.

Tabela 7 - Análise descritiva para os valores de pH, matéria seca e cinzas estudados durante o período de pós-abertura

Variável	Efeitos		
	Tratamentos	Tempo	Tratamento x Tempo
	Volumosos		
pH	<0,0001	<0,001	<0,0001
Matéria seca	<0,001	<0,0001	0,002
Cinzas	<0,0001	<0,0001	0,001

Na Tabela 8 são apresentados os valores de pH em função dos tratamentos e do tempo de exposição ao ar. A cana-de-açúcar *in natura* no dia zero apresentou o maior valor de pH entres os tratamentos e, com o passar da exposição aeróbia foi verificado queda em seus valores. Santos (2007) ao avaliar cana-de-açúcar *in natura* tratada com diferentes doses de óxido de cálcio, também observou queda nos valores de pH com o passar do período de exposição aeróbia, sendo que no dia zero verificou valores de pH de 4,1 e após 10 dias os valores reduziram-se para 3,0. Provavelmente, a elevada quantidade de carboidratos solúveis presente neste tipo de volumoso, servindo como substrato para microrganismos aeróbios, deu suporte ao desenvolvimento destes, mesmo na presença de ambiente aeróbio, visto que, segundo Rooke e Hatfield (2003), bactérias ácido lácticas são anaeróbias facultativas e dessa forma, tolerantes a certas quantidades de oxigênio.

Tabela 8 - Evolução temporal dos valores pH dos volumosos durante o ensaio de estabilidade aeróbia

Tratamentos ¹	Tempo (dias)			EPM	Equação de regressão ²
	0	5	10		
	pH				
Cana <i>in natura</i>	5,5 ^{Aa}	3,1 ^{Bb}	3,5 ^{Bb}	0,32	$Y=5,5250-0,7478*T+0,0542T^2$
Silagem controle	3,4 ^C	3,5 ^B	4,8 ^B	0,20	$Y=3,3482+0,1071*T$
Cal virgem 1%	4,0 ^{Bb}	4,1 ^{ABab}	6,0 ^{ABa}	0,40	$Y=4,0400-0,1908*T+0,0386*T^2$
Calcário 1%	3,6 ^{Cb}	5,8 ^{Aa}	7,9 ^{Aa}	0,56	$Y=3,6226+0,4286*T$
EPM	0,22	0,30	0,47		

¹Tratamentos: Cana *in natura* = cana-de-açúcar *in natura* picada; Silagem controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05); ³T: tempo em dias.

Ao contrário do volumoso *in natura*, todas as silagens apresentaram tendência de elevação dos valores de pH com o avançar do período de exposição aeróbia (Tabela 8). A silagem controle não diferiu (P>0,05) nesta variável ao longo do período de exposição, apresentando valor médio de 3,9. Na silagem tratada com 1% de cal virgem os valores de pH se mostraram estáveis até o quinto dia de exposição aeróbia, sendo que, no décimo dia houve elevação no valor (P<0,01). Entretanto, a silagem tratada com 1% de calcário apresentou elevação significativa (P<0,01) no valor de pH no quinto dia de exposição aeróbia, e entre os tratamentos. Essa elevação antecipada frente às demais silagens pode ser explicada em função da quantidade de carboidratos solúveis remanescentes na silagem contendo 1% de calcário (Tabela 5) e possivelmente por esta apresentar maior concentração de ácido láctico no momento da abertura do silo (SANTOS, 2007), fornecendo substratos para o desenvolvimento de microrganismos aeróbios na massa, tornando a silagem mais propensa ao aquecimento (Figuras 5 e 6) e a deterioração durante o período de pós-abertura. Apesar de a silagem tratada com cal virgem ter apresentado maior estabilidade por meio do monitoramento da temperatura (Figuras 5 e 6) e maior quantidade de ácidos orgânicos fracos, o aumento dos valores de pH em função do período de exposição aeróbia pode ter sido em função

do consumo de ácidos presente na silagem, porém, por grupos de microrganismos diferentes, tais como *Bacillus* e enterobactérias, e não por fungos filamentosos e leveduras, os quais elevam a temperatura da massa (McDONALD; HENDERSON; HERON, 1991).

Os dados referentes ao acúmulo de temperatura durante os cinco e dez dias de exposição aeróbia dos volumosos são apresentados na Figura 7. Nos cinco primeiros dias de exposição aeróbia verificou-se que as silagens apresentaram menor acúmulo de temperatura frente à cana-de-açúcar *in natura* ($P < 0,05$). Apesar de não ser verificada diferença estatística entre as silagens, a silagem tratada com cal virgem no momento da ensilagem apresentou acúmulo de 24,1 °C durante cinco dias de exposição aeróbia, ao passo que as silagens controle e tratada com calcário apresentaram acúmulo de 338 e 567 °C, respectivamente. Santos (2007) observou acúmulo de 529, 4 e 980 °C, nas silagens controle, tratada com 1% de óxido de cálcio e tratada com 1% de calcário, respectivamente, durante os cinco primeiros dias de exposição aeróbia.

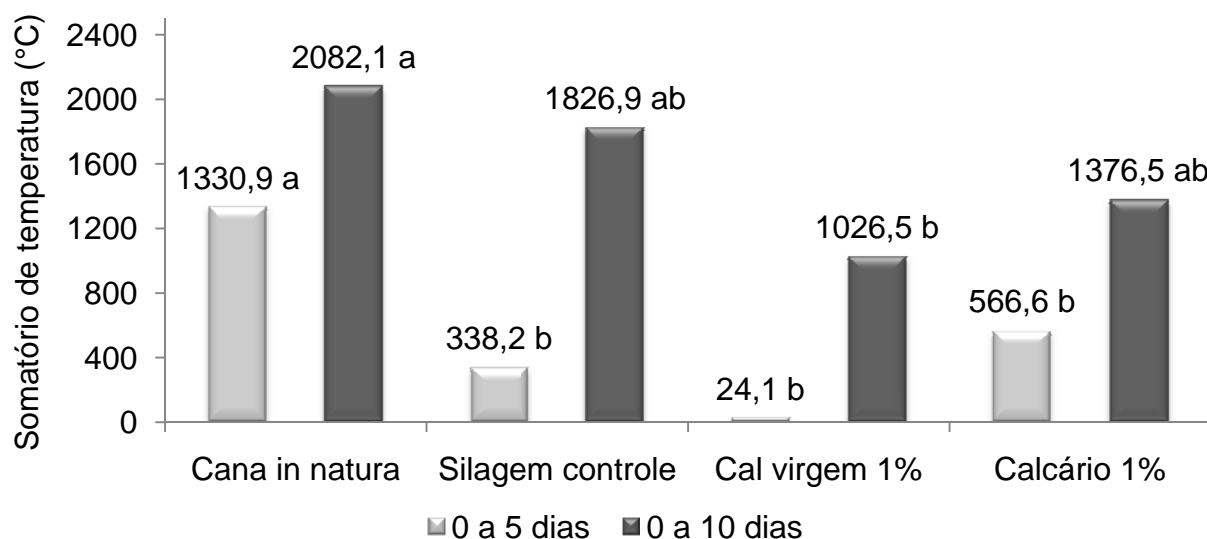


Figura 7 - Acúmulo de temperatura durante cinco e dez dias de exposição aeróbia da cana-de-açúcar submetida ou não aos tratamentos

Ao analisar o acúmulo de temperatura durante os dez dias de exposição aeróbia (Figura 7), verificou-se que a silagem tratada com 1% de cal virgem apresentou menor aquecimento ($P<0,01$). As silagens controle e tratada com 1% de calcário apresentaram-se em posição intermediária com acúmulo de temperatura de 1826,9 e 1376,5 °C, respectivamente. A cana-de-açúcar *in natura* apresentou acúmulo de temperatura de 2082,1 °C, sendo o maior valor observado entre os tratamentos ($P<0,01$).

Dados similares foram encontrados por Santos (2007), onde verificou que a silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de calcário teve acúmulo de temperatura de 2147 °C, o que foi superior quando comparado as silagens controle e a tratada com 1% de óxido de cálcio, as quais apresentaram 1255 e 1104 °C de acúmulo de temperatura, respectivamente. No presente trabalho, provavelmente, o menor acúmulo de temperatura encontrado na silagem tratada com 1% de cal virgem foi em função de suas características apresentada durante o período fermentativo, pois, apesar de possuir maior concentração de carboidratos solúveis frente a silagem controle, as altas concentrações de ácido acético e butírico proporcionaram maior estabilidade aeróbia, por meio da inibição destes ácidos sobre o desenvolvimento de microrganismos aeróbios deterioradores. A principal justificativa para a cana-de-açúcar *in natura* e as demais silagens apresentarem menor estabilidade aeróbia pode ser atribuída ao fato de estes volumosos não apresentarem barreiras que impedissem o desenvolvimento de fungos filamentosos e leveduras, os quais utilizaram componentes solúveis, gerando como um de seus produtos, o calor.

Os valores de matéria seca em função dos tratamentos e do tempo de exposição aeróbia estão apresentados na Tabela 9. Houve diferença entre os tratamentos ($P<0,01$) e para os dias de exposição aeróbia ($P<0,01$), sendo que em todos os volumosos observou-se aumento da concentração de matéria seca ao longo dos dez dias. Provavelmente, essa elevação nos teores de matéria seca ocorreu devido à perda de água para o ambiente. Alguns trabalhos encontrados na literatura relatam a perda de água dos volumosos para o ambiente (AMARAL, 2005; SIQUEIRA, 2005), visto que, na maior parte dos trabalhos tem-se controle apenas da temperatura ambiente, que é feito por meio de refrigeradores e aquecedores, que para manutenção da temperatura

constante necessitam retirar umidade do ambiente, sendo essa uma fonte de variação não controlada.

Tabela 9 - Evolução temporal dos valores de matéria seca e cinzas dos volumosos durante o ensaio de estabilidade aeróbia

Tratamentos ¹	Tempo (dias)			EPM	Equação de regressão ²
	0	5	10		
Matéria seca (%)					
<i>Cana in natura</i>	30,6 ^{Ab}	32,2 ^{Bab}	37,5 ^{Aa}	0,99	Y=30,6249+0,5211*T
Silagem controle	28,2 ^{Bc}	34,1 ^{ABb}	41,6 ^{Aa}	1,68	Y=28,2338+1,2601*T
Cal virgem 1%	30,5 ^{Ab}	32,8 ^{Bab}	38,6 ^{Aa}	1,25	Y=32,1406+1,1039*T
Calcário 1%	32,1 ^{Ab}	37,9 ^{Aa}	42,8 ^{Aa}	1,33	Y=30,4850+0,6581*T
EPM	0,39	0,66	0,80		
Cinzas (% MS)					
<i>Cana in natura</i>	4,0 ^{Dc}	5,1 ^{Db}	6,0 ^{Ca}	0,29	Y=3,9980+0,2002*T
Silagem controle	7,3 ^B	7,4 ^B	8,1 ^B	0,16	Y=7,2829+0,0738*T
Cal virgem 1%	10,8 ^A	10,9 ^A	11,6 ^A	0,12	Y=10,7188+0,0790*T
Calcário 1%	6,3 ^C	6,5 ^C	6,7 ^C	0,06	Y=6,3169
EPM	0,63	0,57	0,56		

¹Tratamentos: *Cana in natura* = cana-de-açúcar *in natura* picada; Silagem controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05); ²T: tempo em dias.

Os dados referentes à fração mineral dos volumosos durante o período de exposição aeróbia são apresentados na Tabela 9. Conforme pode ser observado, a cana-de-açúcar *in natura* apresentou diferença ao longo do período de exposição ao ar (P<0,01). Possivelmente, por este tratamento não ter sofrido fermentação e por apresentar grande disponibilidade de componentes solúveis, a oxidação destes compostos, verificada pela elevada produção de calor (Figura 7), com conseqüentes perdas, aumentou a concentração da fração mineral ao longo do período.

Na cana-de-açúcar ensilada, não foi verificada alterações significativas entre os tratamentos no teor médio de cinzas ao longo do período de exposição aeróbia (Tabela 9). Na análise isolada entre os tempos de exposição aeróbia, verificou-se que o menor valor da fração mineral foi para a silagem tratada com 1% de calcário, seguida da silagem controle e finalmente pela silagem tratada com 1% de cal virgem.

Como mencionado anteriormente, esses aditivos químicos elevaram a concentração da fração mineral durante a ensilagem (Tabela 3), porém, tanto na abertura dos silos como durante o período de exposição aeróbia, a silagem controle apresentou maior concentração frente à silagem tratada com 1% de calcário. Possivelmente, devido à maior intensidade de perdas na silagem controle em relação a tratada com calcário, ocasionou aumento na concentração de minerais. Santos (2007) encontrou aumento nos teores da fração mineral nas silagens de cana-de-açúcar tratadas com 1% de óxido de cálcio e 1% calcário aditivadas, verificando amplitude de valores entre 4,7 e 7,1% durante o período de exposição aeróbia.

Os dados referentes às perdas de matéria seca durante cinco e dez dias de exposição aeróbia da cana-de-açúcar *in natura* e das silagens são apresentados na Figura 8. Verificou-se que durante os cinco primeiros dias, a silagem tratada com 1% de cal virgem apresentou menores perdas de matéria seca. Possivelmente, os efeitos do período fermentativo nesta silagem, como alta concentração de ácidos orgânicos (Tabela 5) e a efetividade do aditivo em manter o pH constante ao longo do tempo de exposição aeróbia (Tabela 8), atuaram de forma à inibir o desenvolvimento de microrganismos aeróbios.

Apesar do bom padrão fermentativo apresentado pela silagem tratada com 1% de calcário na fase anaeróbia, durante o período de exposição aeróbia este padrão não foi sustentado. Além de apresentar aquecimento significativo (Figura 7), a silagem tratada com esse aditivo também apresentou maiores perdas de matéria seca ($P < 0,05$) frente à silagem tratada com cal virgem (Figura 8). Provavelmente, a elevação do pH observada no quinto dia de exposição ao ar (Tabela 8) foi um indicativo de atuação de microrganismos aeróbios, com conseqüente degradação de ácido láctico, o qual poderia justificar o aquecimento e o desaparecimento de matéria seca neste tratamento. Siqueira (2005) avaliou silagens de cana-de-açúcar tratada com hidróxido de sódio

encontrou recuperação de matéria seca de 94% nos cinco primeiros dias de exposição aeróbia. Santos (2007) verificou valores de perdas de matéria seca de 2,0, 1,0 e 9,0% para as silagens controle, tratada com 1% de cal virgem e tratada com 1% de calcário, respectivamente

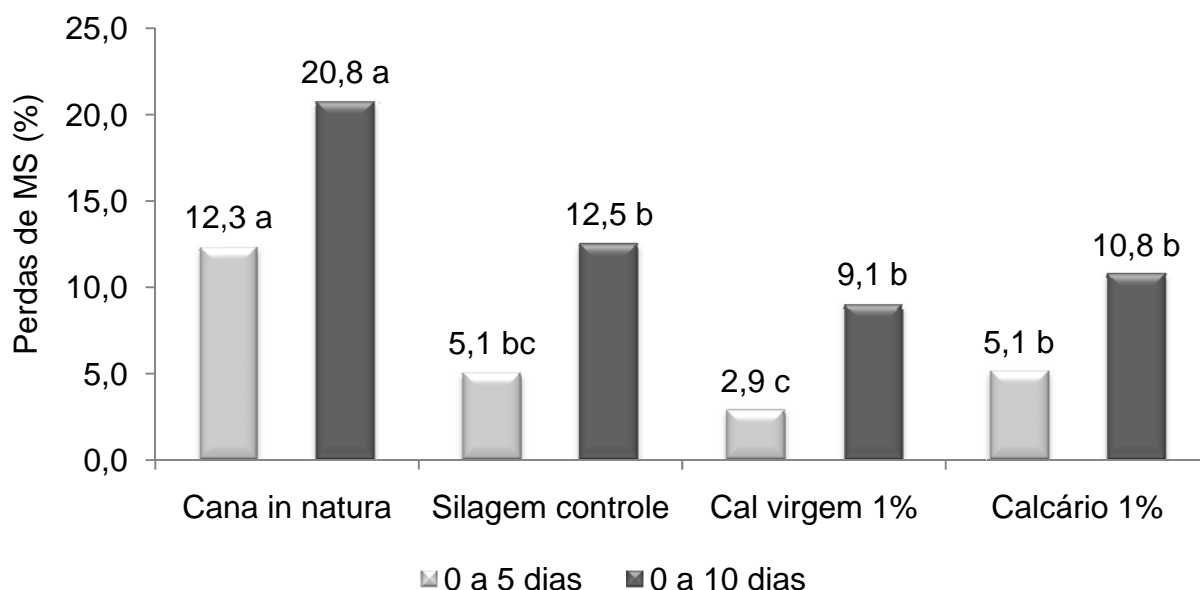


Figura 8 - Perdas de matéria seca mensuradas durante cinco e dez dias de exposição aeróbia da cana-de-açúcar submetida ou não aos tratamentos

A melhor justificativa para o desempenho favorável da silagem controle durante o período de exposição ao ar pode ser atribuída pelo fato de que durante a fase anaeróbia foram verificadas elevadas perdas gasosas e de carboidratos solúveis, além de altas concentrações de etanol (Tabela 5). Assim, provavelmente a baixa quantidade de substrato disponível não foi suficiente no estímulo ao desenvolvimento de microrganismos espoliadores durante o período de pós-abertura, o que pode ser confirmado pelo baixo aquecimento da massa (Figura 7) e pela manutenção dos valores de pH (Tabela 8).

A cana-de-açúcar *in natura* apresentou as maiores perdas de matéria seca frente aos demais tratamentos ($P < 0,05$). Possivelmente, pela maior atuação de microrganismos aeróbios nas frações solúveis da forragem, justificado pelo excessivo acúmulo de calor durante o período de exposição aeróbia (Figura 7). Santos (2007)

observou perdas de 10,4% para cana-de-açúcar *in natura* durante cinco dias de exposição aeróbia, perdas semelhantes às encontradas no presente trabalho, as quais foram de 12,3% nos primeiros cinco dias de exposição ao ar.

De acordo com a Figura 8, não foi observada diferença estatística entre as silagens para perdas de matéria seca durante dez dias de exposição aeróbia, as quais apresentaram valor médio de 10,8%. Entretanto, Santos (2007) observou perda média de 16,8% de matéria seca em silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos, expostas ao ar durante dez dias. Da mesma forma, Junqueira (2006) também encontrou valores acima do presente trabalho, onde a perda de matéria seca nas silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e microbianos foi de 13,9% após dez dias de exposição aeróbia.

A cana-de-açúcar *in natura* apresentou perdas de matéria seca de 20,8%, diferindo estatisticamente entre as silagens. Contrariamente ao valor observado no presente trabalho, Santos (2007) trabalhando com cana-de-açúcar *in natura* com diferentes doses de óxido de cálcio, observou perdas de 47,6% de matéria seca para o tratamento controle.

3.3.5.2 Estabilidade aeróbia das rações

Simultaneamente ao ensaio de estabilidade aeróbia da cana-de-açúcar *in natura* e das silagens de cana-de-açúcar, foi realizado um ensaio de estabilidade aeróbia dos volumosos misturados aos ingredientes concentrados (Tabela 2), na mesma proporção das rações fornecidas aos animais, tanto no ensaio metabólico como no de desempenho. Dessa forma, na Figura 9 estão apresentados os valores de temperatura, calculados pela diferença entre a temperatura da massa das rações com a temperatura ambiente e, o momento em que essas rações ultrapassaram 2 °C acima da temperatura ambiente, caracterizado como momento de quebra de estabilidade aeróbia.

Na Figura 9 e 10 observa-se que a ração que continha cana-de-açúcar *in natura* teve quebra de estabilidade aeróbia mais acelerada ($P < 0,05$), após 36,7 horas do início do ensaio, frente às rações que continham a cana-de-açúcar ensilada. As rações contendo a silagem controle e 1% de calcário apresentaram quebra de estabilidade intermediária, após 95,0 e 74,5 horas, respectivamente. Já a ração que continha como

fonte volumosa a silagem tratada com 1% de cal virgem, foi a mais estável entre os tratamentos durante o ensaio de estabilidade aeróbia, tendo quebra somente após 153,0 horas de exposição ao ar.

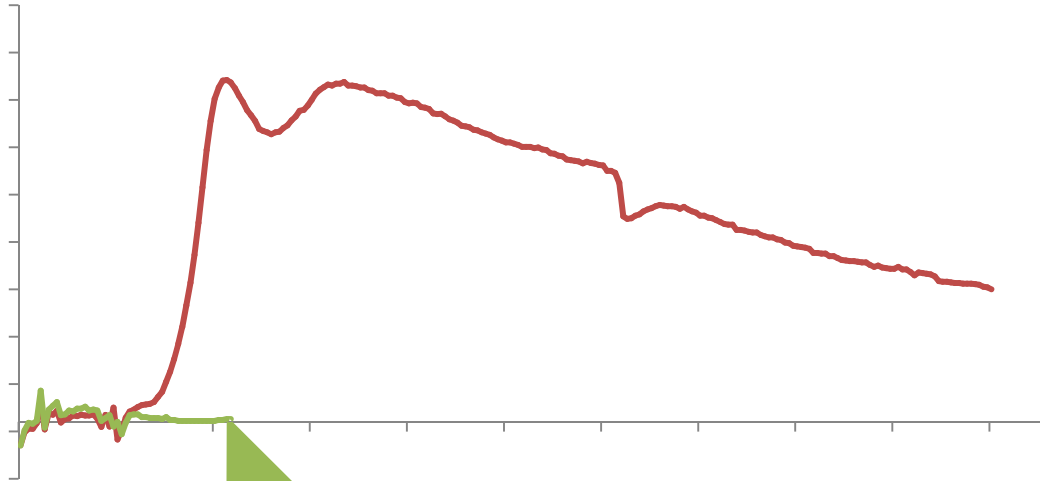


Figura 9 - Temperatura e quebra de estabilidade aeróbia da temperatura ambiente e quebra de estabilidade aeróbia em rações experimentais ao longo das horas de exposição aeróbia.

Uma das expectativas era de que com a inclusão de ingredientes concentrados as fontes de nutrientes estariam disponíveis aos microrganismos, aumentando a estabilidade aeróbia das rações estariam suscetíveis à deterioração aeróbica frente aos volumosos estudados. Porém, realizando-se uma analogia entre os dados para quebra de estabilidade aeróbia dos volumosos (Figura 6) com os dados das rações (Figura 10), observa-se similaridade entre estes. Schmidt (2006) determinou a estabilidade aeróbia de rações contendo silagens de cana-de-açúcar e observou maior estabilidade nas silagens associadas com ingredientes concentrados em relação à estabilidade somente dos volumosos.

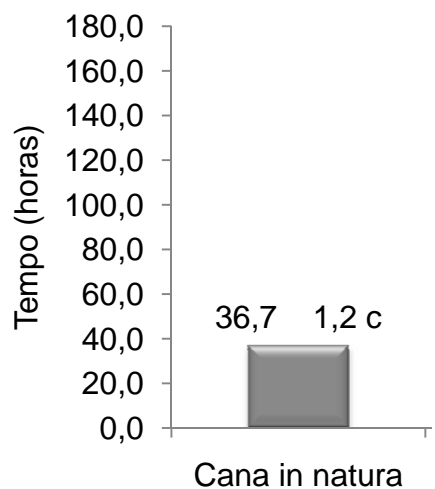


Figura 10 - Tempo para quebra da estabilidade

A análise descritiva para os valores de pH e matéria seca do ensaio de estabilidade aeróbia estão apresentadas para verificar que, durante o período de experimentação, não foram afetados pelos tratamentos e pelo tempo de tratamento quanto o fator tempo, porém não modificaram de forma significativa a composição de açúcar *in natura* ou as ensiladas.

Tabela 10 - Análise descritiva para os valores de pH e matéria seca estudados durante o ensaio de estabilidade aeróbia

Variável	Tratamento
pH	<0,05
Matéria seca	0,05
Cinzas	<0,05

Os valores de pH das rações e das ensiladas durante o ensaio de estabilidade aeróbia estão apresentados na

($P < 0,01$) apenas no início do ensaio (dia zero), onde as rações contendo cana-de-açúcar *in natura* apresentaram os maiores valores de pH. As rações contendo as silagens de cana-de-açúcar não diferiram-se entre si, e apresentaram valor médio de pH de 4,5. Pode-se observar que quando os ingredientes concentrados foram incluídos às rações, os valores de pH se elevaram em comparação aos volumosos, com incremento de 2,0, 1,0, 0,5 e 0,9 unidades para as rações contendo cana-de-açúcar *in natura*, silagem controle, tratada com 1% de cal virgem e 1% de calcário, respectivamente. Possivelmente, os menores incrementos nos valores de pH para as rações contendo silagem foi devido em parte pelo tamponamento dos aditivos presentes e também pela quantidade de ácidos produzidos durante o período fermentativo.

Tabela 11 - Evolução temporal dos valores de pH das rações experimentais durante o ensaio de estabilidade aeróbia

Tratamentos ¹	Tempo (dias)			EPM	Equação de regressão ²
	0	5	10		
	pH				
Cana <i>in natura</i>	7,5 ^{Ab}	6,4 ^b	8,5 ^a	0,32	$Y=7,4933-0,5577*T+0,0658*T^2$
Silagem controle	4,3 ^{Bb}	5,0 ^b	8,5 ^a	0,69	$Y=4,3433-0,1550*T+0,0567*T^2$
Cal virgem 1%	4,6 ^B	4,5	7,8	0,55	$Y=4,5700-0,3663*T+0,0690*T^2$
Calcário 1%	4,5 ^{Bb}	7,0 ^b	8,5 ^a	0,60	$Y=4,5353+0,3958*T$
EPM	0,40	0,37	0,11		

¹Tratamentos: Cana *in natura* = cana-de-açúcar *in natura* picada; Silagem controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$); ²T: tempo em dias.

Quanto aos valores de pH ao longo do período de exposição aeróbia (Tabela 11), apenas a ração contendo silagem tratada com 1% de cal virgem não diferiu ($P > 0,05$) entre os dias (mesmo com aumento de 3,4 unidades no décimo dia em relação ao quinto dia). As rações contendo as silagens controle e tratada com 1% de calcário apresentaram elevação nos valores de pH ($P < 0,01$) somente no décimo dia de exposição aeróbia. Realizando-se um comparativo entre a evolução dos valores de pH

e temperatura dos volumosos e foram mais tardias, possivelmente devido à diminuição na atividade de água (Heron (1991), causa inibição do

Os dados referentes ao acúmulo de temperatura durante dez dias de exposição aeróbia a temperaturas que são semelhantes ao acúmulo aplicado em silagem de cana-de-açúcar *in natura* contendo silagem tratada com 1% de calcário ou seja, durante os cinco primeiros dias, abaixo da temperatura ambiente e a partir do sexto dia, a silagem tratada com 1% de calcário apresentou acúmulos semelhantes aos observados no

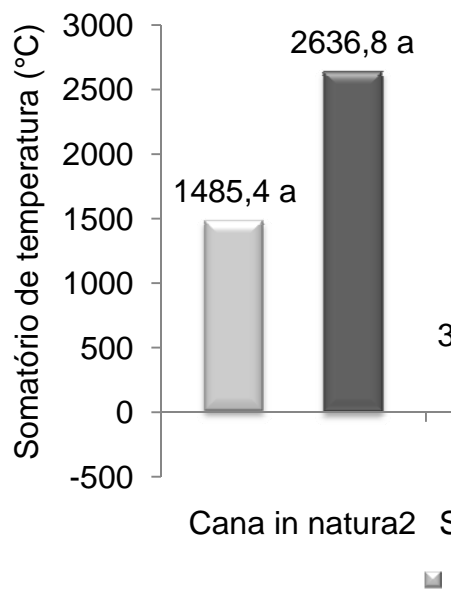


Figura 11 - Acúmulo de temperatura durante as exposições experimentais

Os valores de acúmulo de temperatura durante a exposição ao ar estão apresentados na Tabela 1. Os acúmulos de temperatura verifi-

aeróbia, a ração contendo cana-de-açúcar *in natura* apresentou o maior valor (2636,8 °C), frente às demais rações ($P < 0,05$). Já a ração contendo a silagem controle não diferiu ($P > 0,05$) entre a ração contendo cana-de-açúcar *in natura* e a ração contendo silagem tratada com 1% de calcário. A ração com silagem tratada com 1% de cal virgem apresentou acúmulo de 663,3 °C, sendo a que menos acumulou temperatura ao longo dos dez dias de exposição ao ar.

Realizando uma análise conjunta de todas as variáveis até o momento apresentadas nas avaliações das rações, pode-se inferir que apesar de estas terem apresentados quebra de estabilidade aeróbia próximos aos observados no ensaio com os volumosos, a persistência de elevadas temperaturas foi maior nas rações em relação aos volumosos (Figuras 5 e 9). Provavelmente, a explicação para este fato, pode ser atribuída ao baixo conteúdo de umidade dos ingredientes do concentrado, que com o passar do tempo foi sendo umidificado pela água contida nos volumosos, tornando os nutrientes mais disponíveis ao ataque microbiano, o que pode ser verificado pelo aumento nos valores de pH no décimo dia. Apesar de a cana-de-açúcar *in natura* possuir carboidratos solúveis e as silagens ácidos orgânicos prontamente disponíveis ao ataque microbiano no início do período de exposição aeróbia, a elevação nos teores de matéria seca das rações frente aos volumosos, pode ter conferido inibição parcial de microrganismos aeróbios nos primeiros dias de estabilidade aeróbia, pela diminuição da atividade de água nas rações, porém com o avançar do período estes se sobressaíram, causando deterioração das mesmas.

Na Tabela 12 estão apresentados os valores de matéria seca das rações ao longo do período de exposição aeróbia. Não houve diferença entre os tratamentos ($P > 0,05$), sendo que, durante os dias de exposição aeróbia, somente a ração contendo silagem controle aumentou ($P < 0,01$) o teor de matéria seca com o avançar do período de exposição ao ar. Verifica-se que quando os ingredientes concentrados foram misturados aos volumosos, os teores de matéria seca se elevaram. Essa elevação possivelmente pode justificar a diminuição da atividade de água nas rações, o que possibilitou atraso para início da deterioração. Segundo Greenhill (1964) a atividade de água se refere ao percentual de água livre disponível ao crescimento de microrganismos e segundo Balsalobre, Nussio e Martha Júnior (2001), a redução da

atividade de água, devida ao aumento da pressão osmótica, ocorre em materiais que possuem elevação nos teores de matéria seca.

Tabela 12 - Evolução temporal dos valores de matéria seca e cinzas das rações experimentais durante o ensaio de estabilidade aeróbia

Tratamentos ¹	Tempo (dias)			EPM	Equação de regressão ²
	0	5	10		
Matéria seca (%)					
<i>Cana in natura</i>	45,9	51,7	56,2	2,21	$Y=45,9474+1,0787*T$
Silagem controle	42,3 ^b	46,5 ^{ab}	63,9 ^a	3,42	$Y=41,9090+1,6146*T$
Cal virgem 1%	45,1	45,6	53,0	1,48	$Y=48,1525$
Calcário 1%	47,6	52,1	60,1	2,15	$Y=47,5326+1,0994*T$
EPM	0,78	1,19	1,87		
Cinzas (% MS)					
<i>Cana in natura</i>	5,1 ^{Dc}	5,6 ^{Cb}	6,7 ^{Ba}	0,26	$Y=5,0633+0,0647*T+0,010*T^2$
Silagem controle	7,0 ^B	7,2 ^B	7,6 ^B	0,12	$Y=7,3529$
Cal virgem 1%	8,5 ^{Ab}	8,0 ^{Ac}	9,0 ^{Aab}	0,16	$Y=8,4767-0,2433*T+0,0299*T^2$
Calcário 1%	6,1 ^{Cc}	6,5 ^{Bb}	7,3 ^{Ba}	0,19	$Y=6,1029+0,1113*T$
EPM	0,38	0,27	0,27		

¹Tratamentos: *Cana in natura* = cana-de-açúcar *in natura* picada; Silagem controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($P<0,05$); ²T: tempo em dias.

Os dados referentes ao teor de cinzas das rações durante o período de exposição aeróbia são apresentados na Tabela 12. Verifica-se que as rações contendo cana-de-açúcar *in natura*, silagem tratada com 1% de cal virgem e 1% de calcário apresentaram elevação em seus teores ($P<0,01$) com o avançar do período de exposição aeróbia, sendo que a ração contendo a silagem controle não diferiu entre os tempos de exposição aeróbia, apresentando valor médio de cinzas de 7,3%. Entre os tratamentos com a cana-de-açúcar ensilada, a tratada com 1% de cal virgem apresentou os maiores valores ao longo dos tempos. Os aditivos químicos quando

foram inseridos na cana-de-açúcar no momento da ensilagem, elevaram os teores da fração mineral (Tabela 3). Dessa forma, os valores elevados nas rações contendo as silagens, além da contribuição da fração mineral dos aditivos e dos ingredientes concentrados, apresentaram elevação em sua concentração no decorrer do período, possivelmente pelo fato da perda de componentes solúveis e também pela perda de água para o ambiente, o que elevou a concentração dessa fração. Na ração contendo cana-de-açúcar *in natura*, os aumentos nos teores de cinzas podem ser devidos a perda de água para o ambiente, bem como, reflexo do consumo pelos microrganismos de componentes solúveis, fazendo com que os teores de minerais se elevassem com o decorrer do período de exposição ao ar.

Os dados referentes às perdas de matéria seca durante cinco e dez dias de exposição aeróbia das rações estão apresentados na Figura 12. Conforme pode ser observado, durante este período, as rações contendo as silagens não diferiram entre si ($P>0,05$), porém apresentaram menores perdas em relação à ração contendo cana-de-açúcar *in natura* ($P<0,05$).

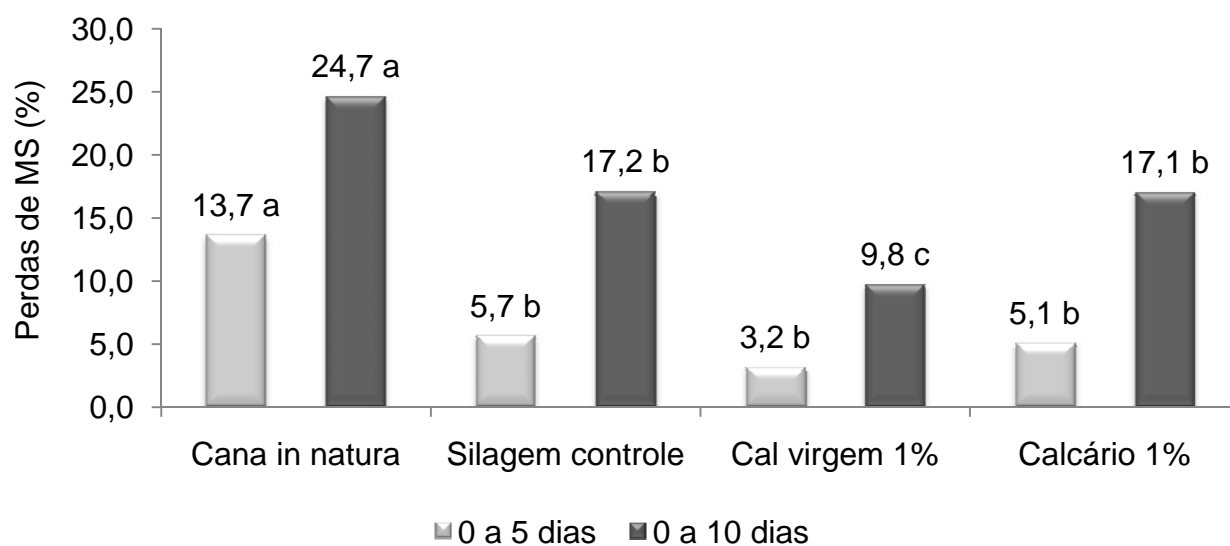


Figura 12 - Perdas de matéria seca mensuradas durante cinco e dez dias de exposição aeróbia das rações experimentais

Como descrito anteriormente, as concentrações de ácidos orgânicos nas silagens (Tabela 5) e a efetividade do aditivo em manter o pH constante ao longo do tempo de exposição aeróbia, juntamente a elevação nos teores de matéria seca das rações, em função da associação dos ingredientes concentrados, atuaram de forma à inibir o desenvolvimento de microrganismos aeróbios, gerando valores de perdas semelhantes aos observados nos volumosos sem o concentrado.

As perdas de matéria seca das rações durante dez dias de exposição aeróbia são apresentadas na Figura 12. Verificou-se que seguindo a mesma tendência de perdas durante os cinco primeiros dias de exposição ao ar, a ração contendo cana-de-açúcar *in natura* apresentou as maiores perdas ($P<0,05$). Porém, nas rações contendo as silagens, foi observado menores perdas ($P<0,05$) para a ração contendo silagem tratada com 1% de cal virgem. As rações contendo silagem controle e tratada com 1% de calcário não diferiram entre si, apresentado valor médio de 17,2% de perdas de matéria seca.

Analisando-se os valores de perdas de matéria seca entre os volumosos e as rações, durante os cinco e dez dias de exposição aeróbia (Figuras 8 e 12), verifica-se semelhança nos valores de perdas de matéria seca dos volumosos e rações durante os cinco primeiros dias de ensaio. Porém, quando se compara as perdas de matéria seca ao longo dos dez dias de exposição ao ar, nota-se aumento dessas nas rações, principalmente nas contendo cana-de-açúcar *in natura*, silagem controle e tratada com 1% de calcário. Portanto, a atuação de microrganismos aeróbios ou a deterioração da ração possivelmente é mais tardia quando comparado ao volumoso isolado. Assim, realizando-se uma analogia, tendo as silagens isoladas como volumoso exposto no painel do silo e as suas rações como alimento mantido no cocho, e concordando com Schmidt (2006), é preferível optar por menor frequência diária de arraçoamento aos animais, em mistura total, e retirada de maiores quantidades de silagem do painel do silo, como forma de reduzir perdas.

3.4 Conclusões

A adição da cal virgem e do calcário no momento da ensilagem auxiliou na obtenção de melhor padrão fermentativo das silagens, promovendo redução na

produção por gases, inibição da fermentação alcoólica e maior quantidade de carboidratos solúveis remanescentes.

Durante a fase de aerobiose, os aditivos se mostraram efetivos para melhoria da estabilidade das silagens, bem como, na redução das perdas de matéria seca. A cana-de-açúcar *in natura* apresentou maior susceptibilidade à deterioração aeróbia, frente às ensiladas.

As rações contendo o concentrado tornaram a deterioração aeróbia mais tardia, revelando-se como possível estratégia para melhoria do manejo dentro da propriedade.

Referências

ALLI, I.; FAIRBAIRN, R.; BAKER, B.E.; GARCIA, G. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 9, p. 291-299, 1983.

ALVAREZ, F.J.; PRIEGO, A.; PRESTON, T.R. Animal performance on ensiled sugarcane. **Tropical Animal Production**, Mérida, v. 2, p. 2-33, 1997.

AMARAL, R.C. **Efeito da compactação sobre as perdas e o valor nutritivo durante a fermentação e seu reflexo na estabilidade aeróbia das silagens do capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu)**. 2005. 95 p. Trabalho (Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington, 1990. v. 1, 1117 p.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; NOGUEIRA, J.R.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Brasília, v. 36, n. 5, p. 1231-1239, 2007.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; NOGUEIRA, J.R.; REIS, R.A.; SILVA, D.N.; ROTH, A.P.T.P.; ROTH, M.T.P. Pós-abertura de silagem de cana-de-açúcar cv. IAC86/2480 (*Saccharum officinarum* L.) com doses de óxido de cálcio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005a, Goiânia. **Anais ...** Goiânia: SBZ, 2005a. 1 CD ROM.

_____. Perdas na ensilagem da cana-de-açúcar cv. IAC86/2480 (*Saccharum officinarum* L.) com doses de óxido de cálcio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005b, Goiânia. **Anais ...** Goiânia: SBZ, 2005b. 1 CD ROM.

BALSALOBRE, M.A.A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA JÚNIOR, G.B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: MATTOS, W.R.S.; FARIA, V.P.; DA SILVA, S.C. (Ed.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 890-911.

BOLSEN, K.K.; TETLOW, R.M.; WILSON, R.F. The effect of calcium and sodium hydroxides and of sodium acrylate on the fermentation and digestibility *in vitro* of ensiled whole-crop wheat and barley harvested at different stages of maturity. **Animal Feed Science and Technology**. Amsterdam, v. 9, p. 37-47. 1983.

GIGER-REVERDIN, S. Characterization of feedstuffs for ruminants using some physical parameters. **Animal Feed Science and Technology**. Amsterdam, v. 86, p. 53-69, 2000.

GREENHILL, W.L. Plant juice in relation to silage fermentation. **Journal of the British Grassland Society**. v. 19, p. 336-339, 1964.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 82, n. 8, p. 1791-1794, 1999.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A. SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 28, p. 350, 1956.

HOLMES, B.J.; MUCK, R.E. **Factors affecting bunker silos densities**. Madison: University of Wisconsin, 1999. 7 p.

FARIA, V.P. O uso da cana-de-açúcar para bovinos no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 1-16.

JACKSON, M.G. Review articles: The alkali treatment of straws. **Animal Feed Science and Technology**. Amsterdam, v. 2, n. 2, p. 105-130, 1977.

JUNQUEIRA, M.C. **Aditivos químicos e inoculantes microbianos em silagens de cana-de-açúcar: perdas na conservação, estabilidade aeróbia e o desempenho de animais**. 2006. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

KLOPFENSTEIN, T.J. Chemical treatment of crops residues. **Journal of Animal Science**. Albany, v.46, n.2, p.841-848, 1978.

_____. Increasing the nutritive value of crop residues by chemical treatments. In: HUBER, J.T. **Upgrading residues and products for animals**. Boca Raton: CRC Press, 1980. p. 40-60.

KUNG, L. Jr. **Preparation of silage water extracts for chemical analysis**: standard operating procedure - 001 6.03.96. WorriLOW: University of Delaware, Ruminant Nutrition Lab., 1996. p. 309.

LAMMERS, B.P.; BUCKMASTER, D.R.; HEINRICHS, E.J. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 5, p. 922-928, 1996.

MARI, L.J.; NSSIO, L.G. **O método Penn State Particle Size Separator para a predição do tamanho de partículas de silagens**. 2002. Disponível em: <<http://www.beefpoit.com.br/bn/radarestecnicos>>. Acesso em: 10 out. 2007.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2nded. Merlow: Chalcomb Publications, 1991. 340 p.

MOON, N.J. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 55, p. 453-460, 1983.

NIEBLAS, T.D.; SHIMADA, A.S.; PALACIOS, J.T. Manipulación de la fermentación em ensilaje de La caña de azúcar y valor alimentício para borregos. 3. Digestibilidade aparente. **Veterinária México**, Coyoacán, v. 13, p. 23-26, 1982.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA, 2003. Lavras. **Anais ...** Lavras: Ed. UFLA, 2003. p. 49-72.

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H; SPOELSTRA, S.F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Ed.). **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, 2003. p. 31-94.

PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos e microbianos como inibidores da produção de etanol em silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 140 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

QUEIROZ, O.C.M. **Associação de aditivos microbianos na ensilagem e o desempenho de vacas em lactação recebendo silagem de cana-de-açúcar comparada a volumosos tradicionais**. 2006. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

ROOKE, J.A.; HATFIELD, R.D. Biochemistry of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Ed.). **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, 2003. p. 251-304.

SANTOS, M.C. **Aditivos químicos para o tratamento da cana-de-açúcar *in natura* e ensilada (*Saccharum officinarum* L.)**. 2007. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. 228 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; NUSSIO, L.G.; PEDROSO, A.F.; PAZIANI, S.F.; WECHSLER, F.S. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Brasília, v. 36, n. 5, p. 1666-1675, 2007. Suplemento.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 2002. 235 p.

SILVA, S.A.R.; ROSA, B.; REIS, R.A.; DESCHAMPS, F.C. Eficiência fermentativa da cana-de-açúcar ensilada com diferentes aditivos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

SILVESTRE, R.; McLEOD, N.A.; PRESTON, T.R. The performance of steers fed fresh chopped whole sugarcane or after ensiling with urea or ammonia. **Tropical Animal Production**, Mérida, v. 1, p. 40, 1976.

SIMKINS, K.L.; BAUMGARDT, B.R.; NIEDERMEIER, R.P. Feeding value of calcium carbonated-treated corn silage for dairy cows. **Journal of Dairy Science**. Urbana, v. 48, p. 1315-1318, 1965.

SIQUEIRA, G.R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ensilada com aditivos químicos e microbianos**. 2005. 92 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; BERNARDES, T.F.; PIRES, A.J.V.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T. Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Brasília, v. 36, n. 4, p. 789-798, 2007.

STATISTICAL ANALYSIS SYTEM. **SAS User's guide: statistics**. 6thed. Cary, 1999. 956 p.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nded. New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VIEIRA, F.A.P.; BORGES, I.; STEHLING, C.A.V.; GONÇALVES, L.C.; COELHO, S.G.; FERREIRA, M.I.C; RODRIGUE, J.A.S. Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 6, p. 764-772, 2004.

WILES, P.G.; GRAY, I.K.; KISSLING, R.C. Routine analysis of protein by Kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory study using dairy products. **Journal of the AOAC International**, Washington, v. 81, p. 620-632, 1998.

4 DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES, BALANÇO DE NITROGÊNIO E PARÂMETROS RUMINAIS EM BORREGOS ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO CANA-DE-AÇÚCAR *IN NATURA* E ENSILADA COM OU SEM ADITIVOS QUÍMICOS

Resumo

Os objetivos deste experimento foram avaliar o efeito do uso de aditivos químicos (cal virgem ou calcário) na ensilagem da cana-de-açúcar sobre o consumo, digestão de nutrientes no trato digestório e fermentação ruminal de borregos canulados no rúmen, alimentados com rações contendo 50% das silagens experimentais na matéria seca. Ração contendo cana-de-açúcar *in natura* também foi avaliada. Foram utilizados 16 borregos não castrados da raça Santa Inês, alocados em gaiolas para ensaio de metabolismo, em delineamento de blocos completos casualizados, definidos de acordo com o peso corporal. Foram utilizadas quatro rações como tratamentos, diferindo quanto ao tipo do volumoso utilizado: cana-de-açúcar *in natura*, silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, silagem de cana-de-açúcar aditivada com cal virgem (1%) e silagem de cana-de-açúcar aditivada com calcário (1%). Não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos nas variáveis relacionadas ao consumo de matéria seca e de matéria orgânica, sendo que os animais apresentaram consumo médio de 0,85 kg de matéria seca/dia. Houve diferença entre os tratamentos ($P<0,05$) nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e da matéria orgânica, onde a ração contendo cana-de-açúcar *in natura* apresentou os maiores valores nestas variáveis. Verificou-se diferença ($P<0,05$) entre os tratamentos no consumo de FDN digestível, sendo que, a ração que continha silagem tratada com 1% de cal virgem proporcionou maior consumo desta fração. Os valores de ácidos graxos voláteis totais e a concentração de acetato não diferiram ($P>0,05$) entre os tratamentos, bem como não apresentaram efeito ao longo das horas após a alimentação ($P>0,05$) e na interação entre os fatores tratamentos e horas ($P>0,05$), apresentando valores médios de 74,37 e 42,60 mM, respectivamente. A concentração de butirato foi maior ($P<0,05$) nos animais que consumiram a ração contendo silagem tratada com 1% de cal virgem, apresentando valor de 11,89 mM. A relação acetato:propionato apresentou valor médio de 2,41, entretanto, ao longo das horas de colheita verificou-se que no momento da alimentação dos animais a relação se mostrou superior (3,1:1) frente as demais horas de colheita. Os valores de pH ruminal não sofreram alteração ($P>0,05$) entre os tratamentos, apresentado valor médio de 6,3. O uso de 1% de cal virgem ou 1% de calcário na ensilagem da cana-de-açúcar não promoveu alterações no consumo e na digestibilidade da matéria seca das rações em relação à silagem produzida sem aditivos. A cana-de-açúcar ensilada foi eficiente em manter o valor nutritivo das rações, promovendo perfil fermentativo e ambiente ruminal satisfatórios e similares ao da ração contendo cana-de-açúcar *in natura*.

Palavras-chave: Ácidos graxos voláteis; Calcário; Cal virgem; Fermentação ruminal

Abstract

Apparent digestibility, N balance, and ruminal parameters of ram lambs fed diets containing sugarcane silage with or without additives or fresh sugarcane

The objectives of this experiment were to evaluate the effects of chemical additives in sugarcane silage on dry matter intake, apparent digestibility, and ruminal parameters of cannulated ram lambs fed diets containing 50% of experimental silages on the dietary dry matter. A diet containing fresh sugarcane was also assessed. Sixteen Santa Inês ram lambs, kept in metabolism crates were distributed in a complete randomized block design. Four experimental diets were used and determined according to roughage type: fresh sugarcane, sugarcane silage without additive, sugarcane silage containing calcium oxide (1% in as-fed basis), and sugarcane silage containing limestone (1% in as-fed basis). There was no difference ($P>0.05$) among treatments for dry matter intake and organic matter intake, with mean value of 0.85 kg/day. Differences ($P<0.05$) were observed for dry matter and organic matter digestibilities and the highest value was observed for diets containing fresh sugarcane. Differences ($P<0.05$) were also observed for digestible NDF intake and the highest value was observed for diets containing 1% calcium oxide treated silage. There were no treatment, hour after feeding, and treatment x hour interactions ($P>0.05$) effects on total volatile fatty acids and acetate concentrations, with mean values of 74.37 and 42.60 mM, respectively. Butyrate concentration was the highest for ram lambs fed 1% calcium oxide treated silage, showing value of 11.89 mM. Acetate:propionate ratio showed mean value of 2.41, however it was verified hour after feeding effect for this variable, with the highest value (3.1:1) observed at feeding time. The pH was not affected ($P>0.05$) by treatments, with mean value of 6.3. The addition of 1% of calcium oxide and limestone during sugarcane ensiling not affected intake and digestibilities of diets fed to ram lambs when compared with the diet containing the non-treated silage. Sugarcane silage was efficient to maintain the nutritive value of experimental diets, promoting a similar ruminal fermentation compared to fresh sugarcane.

Keywords: Calcium oxide; Limestone; Volatile fatty acids; Ruminal fermentation

4.1 Introdução

A cana-de-açúcar é uma alternativa para alimentação do rebanho no período seco do ano, bem como para animais mantidos em confinamento. Entretanto, a operacionalidade na utilização desta forrageira em sua forma *in natura*, é prejudicada pela excessiva mão-de-obra requerida e dificuldade do seu uso em larga escala. A ensilagem da cana-de-açúcar pode ser uma opção para melhoria do sistema de produção, concentrando a mão-de-obra em um determinado período do ano, melhorando assim a logística da propriedade.

Grande parte dos trabalhos de pesquisa com silagens de cana-de-açúcar visam à utilização de aditivos que, associados à ensilagem, sejam capazes de contornar a fermentação alcoólica característica desse material, como estratégia de redução das perdas observadas quando esta é ensilada exclusivamente. Diversos aditivos controladores da população de leveduras e da fermentação etanólica têm sido empregados na ensilagem da cana-de-açúcar, e os resultados até o momento têm se apresentado bastante variáveis (PEDROSO, 2003; FREITAS et al., 2006; SCHMIDT et al., 2007). Modificações na rota de fermentação das silagens mediante o uso de aditivos podem levar a alterações na composição química do alimento (CASTRO NETO, 2003; SIQUEIRA et al., 2007), o que pode afetar diretamente o consumo de MS e a digestão dos nutrientes pelos ruminantes (NIEBLAS; SHIMADA; PALACIOS, 1982; PEDROSO et al., 2006).

Segundo Bergman (1990), a concentração ruminal de ácidos graxos voláteis e o pH ruminal são bons indicativos dos padrões de fermentação das rações fornecidas aos animais. Do mesmo modo, a concentração de amônia ruminal é determinante do crescimento da população microbiana e influencia diretamente a digestão da fração fibrosa da ração consumida, sendo essa concentração, resultado do equilíbrio entre a produção, a absorção e a utilização pelos microrganismos ruminais (VAN SOEST, 1994).

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o uso da cana-de-açúcar *in natura* e o efeito da aplicação de aditivos químicos na ensilagem da cana-de-açúcar sobre o consumo, fermentação ruminal e digestão de nutrientes no trato

digestório de borregos canulados no rúmen, alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Localização

O experimento foi conduzido no Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP) no mês de outubro de 2006.

4.2.2 Confeção das silagens e manejo da cana-de-açúcar *in natura*

O corte e a ensilagem da cana-de-açúcar foram realizados em 20 de setembro de 2005, com aproximadamente 12 meses de crescimento vegetativo. O valor do grau Brix da forrageira foi determinado utilizando-se um refratômetro de campo (marca TOKYO® modelo 032), indicando valor médio de 23°. A variedade industrial utilizada foi a RB85-5453, sendo colhida mecanicamente com colhedora de forragem marca Mentamint®, tracionada por trator, regulada para corte com tamanho médio de partículas entre 5 a 10 mm.

A cana-de-açúcar colhida e picada foi submetida aos mesmos tratamentos e procedimentos adotados no experimento sobre a avaliação fermentativa e pós-abertura das silagens.

A cana-de-açúcar *in natura* utilizada estava com 13 meses de crescimento vegetativo e foi colhida manualmente em dias intercalados e somente foi picada no momento do fornecimento aos animais, sendo procedente da mesma área e variedade utilizada para confeção das silagens. A forragem foi picada em picadora estacionária regulada para corte de tamanho de partícula de 10 mm.

4.2.3 Animais e instalações experimentais

Foram utilizados 16 borregos não castrados da raça Santa Inês fistulados no rúmen, com peso corporal (PC) médio inicial de $40,4 \pm 8,8$ kg. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas para ensaios de metabolismo, com dimensões de

1,30 x 0,55 m, providas de cocho, bebedouro e sistema coletor de urina. A colheita de fezes foi realizada por meio de arreios adaptados aos animais (Figura 13).



Figura 13 - Disposição das gaiolas experimentais, coletor de urina e arreio utilizado nos animais para colheita de fezes

4.2.4 Período experimental e tratamentos

O período experimental teve duração de 15 dias, sendo dez dias para adaptação dos animais aos tratamentos e instalações e cinco dias de colheita de dados.

Foram utilizados quatro tratamentos, sendo as rações isonitrogenadas, contendo 50% de volumoso e 50% de concentrado (Tabela 13), balanceadas de acordo com as exigências do NRC (1985), diferindo quanto ao tipo do volumoso utilizado:

1. Cana-de-açúcar *in natura*;
2. Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo;
3. Silagem de cana-de-açúcar aditivada com cal virgem (1%);
4. Silagem de cana-de-açúcar aditivada com calcário (1%).

Tabela 13 - Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais utilizadas no ensaio de digestibilidade e parâmetros ruminais de borregos (% MS)

	Tratamentos ¹			
	Cana <i>in natura</i>	Silagem controle	Cal virgem 1%	Calcário 1%
Ingredientes				
Volumoso	50,0	50,0	50,0	50,0
Milho moído	28,0	28,0	28,0	28,0
Farelo de Soja	19,0	19,0	19,0	19,0
Uréia	1,0	1,0	1,0	1,0
Calcário	0,9	0,9	0,9	0,9
Mistura Mineral ²	1,1	1,1	1,1	1,1
Composição Química³				
MS	46,9	43,5	43,7	47,7
MO	95,6	94,3	92,0	93,6
PB	17,6	18,0	17,5	17,9
FDN	31,8	41,2	36,7	35,7
FDA	16,9	23,3	21,3	20,1
HEM	14,9	18,0	15,4	15,6

¹Tratamentos: Cana *in natura* = cana-de-açúcar *in natura* picada; Silagem controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. ²Composição: 7,5% P; 19% Ca; 1% Mg; 7% S; 14,3% Na; 21,8% Cl; 500 ppm Fe; 300 ppm Cu; 4600 ppm Zn; 1100 ppm Mn; 80 ppm I; 405 ppm Co; 30 ppm Se; ³MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido; HEM: hemicelulose.

4.2.5 Manejo alimentar e amostragens

Os ingredientes concentrados das rações foram pesados em balança eletrônica Marte[®] modelo LC 100, com precisão de 20g e misturados em misturador horizontal Lucato[®], com capacidade para 500 kg. O volumoso e o concentrado de cada animal foram pesados em balança eletrônica e misturados manualmente nos cochos.

A alimentação foi fornecida *ad libitum*, diariamente e sempre às 8h da manhã, não sendo permitidas sobras maiores que 10% do oferecido. As sobras e as fezes foram pesadas diariamente, sempre às 8h. Durante o período de colheita, amostras do

oferecido de cada tratamento, das sobras e das fezes de cada animal foram colhidas, compostas por animal e armazenadas a -10 °C. Os animais foram pesados no início e no fim do período de colheita.

Amostras das rações experimentais, das sobras e das fezes dos animais foram analisadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP. Depois de descongeladas, as amostras foram secas em estufa a 60 °C por 72 horas de acordo com Silva e Queiroz (2002) e, posteriormente moídas em moinho tipo Wiley provido de peneira com perfurações de 1 mm.

As determinações de matéria seca (MS) e cinzas (MM) foram realizadas de acordo com a AOAC (1990). O teor de proteína bruta (PB) foi obtido pela combustão das amostras em equipamento auto-analisador de nitrogênio, da marca LECO® (modelo FP-528), segundo Wiles et al. (1998).

Os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) foram obtidos pelo método seqüencial proposto pela ANKOM® Fiber Analyser (ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY) e descrito por Holden (1999), sendo que para esta determinação foi utilizado amilase e sulfito de sódio. Os teores de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) foram calculados segundo método de Van Soest (1994). A fração hemicelulose foi calculada pela diferença observada entre os teores de FDN e FDA. A matéria orgânica (MO) das amostras foi calculada pela diferença entre a MS e a MM.

Todos os borregos foram pesados sem jejum alimentar, no início e no fim do período de colheita de dados. Além da quantificação do alimento oferecido e das sobras para cálculo do consumo de MS, também foram colhidas as fezes dos animais para o cálculo de digestibilidade aparente dos nutrientes.

À medida que os animais urinavam, esta foi armazenada em baldes de plástico com capacidade para 5 L que continham 30 mL de ácido clorídrico 6 N. A quantidade de ácido foi regulada de acordo com a necessidade, de forma a manter o pH da urina inferior a 3. O pH foi avaliado duas vezes ao dia, utilizando-se fita medidora de pH (Macherey - Nagel®) entre 0,5 e 5,5.

O volume de urina excretada por animal foi registrado diariamente durante o período de colheita, sendo descontado o volume de ácido adicionado. Após a

quantificação e homogeneização, a urina foi filtrada em gaze cirúrgica e uma amostra de 10% foi colhida e armazenada a -10 °C para determinação da quantidade de N pelo método Macrokjeldahl (AOAC, 1990), no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP.

4.2.6 Cálculos de digestibilidade e balanço de nitrogênio

A digestibilidade aparente dos nutrientes foi calculada de acordo com a equação 3. Por sua vez, o balanço de N foi calculado pelas equações 4, 5 e 6.

$$\text{DAT}(\%) = \frac{(\text{MSC} \times \text{NMS}) - (\text{MSF} \times \text{NMF})}{(\text{MSC} \times \text{NMS})} \times 100 \quad (3)$$

Onde:

DATT = digestibilidade aparente do nutriente no trato total;

MSC = matéria seca consumida;

MSF = matéria seca fecal;

NMS = porcentagem do nutriente na matéria seca consumida;

NMF = porcentagem de nutriente na matéria seca fecal.

$$\text{Balanço de N (g/dia)} = N_{\text{consumido}} - N_{\text{fezes}} - N_{\text{urina}} \quad (4)$$

$$\text{Balanço de N (\% N consumido)} = [(N_{\text{consumido}} - N_{\text{fezes}} - N_{\text{urina}}) / N_{\text{consumido}}] \times 100 \quad (5)$$

$$\text{Balanço de N (\% N absorvido)} = [(N_{\text{consumido}} - N_{\text{fezes}} - N_{\text{urina}}) / N_{\text{consumido}} \times \text{absorção de N}] \times 100 \quad (6)$$

4.2.7 Parâmetros ruminais

O conteúdo ruminal foi colhido no dia posterior ao término das colheitas do ensaio de digestibilidade. As colheitas foram realizadas nos seguintes horários: 0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas após a refeição.

As amostras de líquido ruminal foram tomadas diretamente da região ventral do rúmen, sendo que a digesta retirada foi filtrada em pano de algodão dobrado em duas camadas, em seguida a parte sólida foi devolvida ao rúmen, e imediatamente o líquido

ruminal foi homogeneizado e o pH mensurado por meio de leitura direta com potenciômetro digital modelo DM 20, marca Digimed®.

Após a mensuração do pH, uma alíquota de aproximadamente 50 mL foi transferida para dois frascos distintos armazenados a -10 °C, para posterior determinação de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e concentração molar de ácidos graxos voláteis (AGV). Após o descongelamento, uma alíquota do líquido ruminal foi obtida seguindo-se de centrifugação e colheita do sobrenadante. Para determinação dos ácidos graxos voláteis, onde 800 µL do sobrenadante, juntamente com 200 µL de ácido fórmico e 100 µL de padrão interno foram transferidos para um frasco de vidro. A leitura foi realizada em cromatógrafo líquido gasoso, CLG (Hewlett Packard® 5890, series II).

A determinação do N-NH₃ foi realizada de acordo com o método colorimétrico descrito por Chaney e Marbach (1962) e adaptado para ser utilizado em placas de microtúbulos, e posterior mensuração em Colorímetro – Elisa Reader (absorbância de 550 nanômetros).

4.2.8 Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, sendo definidos pelo peso corporal dos borregos, em jejum, no início do período de adaptação. Foram utilizados quatro tratamentos, gerando-se um ensaio com 16 unidades experimentais.

Os dados foram analisados pelo procedimento GLM do programa estatístico SAS®, versão 8 para Windows® (SAS, 1999). Para variáveis envolvidas em medidas repetidas no tempo, utilizou-se o procedimento MIXED do programa estatístico SAS®, versão 8 para Windows® (SAS, 1999), verificando-se efeitos de tratamento, de tempo e da interação desses fatores.

Em ambos os casos, o teste de Tukey com nível de significância de 5% foi utilizado para efeito de comparação de média entre tratamentos.

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes no trato digestivo total

Os valores referentes ao consumo e digestibilidade aparente no trato digestório total, da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta das rações experimentais estão apresentados na Tabela 14. Não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para as variáveis relacionadas ao consumo de matéria seca e de matéria orgânica, sendo que os animais apresentaram consumo médio de 850 g de matéria seca /dia, ou 2,1 % do peso corporal. Entretanto, houve diferença entre os tratamentos ($P<0,05$) nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e da matéria orgânica, onde a ração contendo cana-de-açúcar *in natura* apresentou valores de 74,6 e 76,4% de digestibilidade aparente, respectivamente.

De maneira geral, o consumo de silagens é inferior quando comparada ao consumo da forragem original (CHARMLEY, 2001), sendo que a concentração dos ácidos orgânicos presentes na silagem são os maiores responsáveis pela diminuição no consumo, principalmente o ácido acético e o butírico (WILKINS et al., 1971; ROOK; GILL, 1990). Provavelmente, os fatores limitantes de consumo verificados nas silagens (Tabela 5) foram diluídos com a adição dos ingredientes concentrados na ração, não alcançando magnitude suficiente para alterar o consumo de matéria seca pelos animais. Entretanto, os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e da matéria orgânica se mostraram superiores na ração contendo cana-de-açúcar *in natura*, possivelmente pela maior concentração de componentes solúveis neste volumoso em relação às silagens, visto que nessas há consumo da fração solúvel durante o processo fermentativo. Dessa forma, as rações contendo silagens de cana-de-açúcar apresentaram maiores teores de FDN (Tabela 13), acarretando em menores concentrações de carboidratos solúveis, o que segundo Van Soest (1994) diminui a disponibilidade de energia para o crescimento e desenvolvimento dos microrganismos ruminais, causando redução da digestibilidade.

Mendes (2006) utilizou cana-de-açúcar, tanto na forma *in natura* como ensilada na alimentação de cordeiros e não verificou diferença entre os tratamentos no consumo de matéria seca e na digestibilidade dessa mesma fração, obtendo consumo médio de

1,50 kg de matéria seca/dia e digestibilidade aparente média de 70,7 %. O que está de acordo com o encontrado no presente experimento. Da mesma forma, Schmidt (2006) utilizou bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar tratadas com diferentes aditivos, não observou diferença entre as rações no consumo de matéria seca e obteve digestibilidade aparente média da matéria seca de 63,6%.

Tabela 14 - Consumo e digestibilidade aparente no trato digestório total (DATT) da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), e proteína bruta (PB) das rações experimentais

Variável ²	Tratamentos ¹				EPM ³	P ⁴
	Cana <i>in natura</i>	Silagem controle	Cal virgem 1%	Calcário 1%		
	Matéria seca					
Consumo, g/d	700,0	870,0	980,0	830,0	0,06	0,34
Consumo, % PC	1,7	2,0	2,3	2,3	0,13	0,21
Consumo, g/kg PC ^{0,75}	43,2	50,2	59,3	56,5	3,13	0,24
CMSD, g/d	530,0	610,0	680,0	580,0	0,04	0,55
DATT, %	74,6 ^a	70,2 ^b	69,5 ^b	69,6 ^b	0,80	0,02
	Matéria orgânica					
Consumo, g/d	670,0	820,0	890,0	780,0	0,05	0,46
CMOD, g/d	520,0	580,0	650,0	560,0	0,04	0,58
DATT, %	76,4 ^a	72,4 ^b	73,0 ^b	72,1 ^b	0,73	0,04
	Proteína bruta					
Consumo, g/d	130,0	180,0	180,0	160,0	0,01	0,32
CPBD, g/d	110,0	140,0	140,0	130,0	0,01	0,45
DATT, %	81,4	81,0	79,3	80,8	0,61	0,66

¹Tratamentos: Cana *in natura* = cana-de-açúcar *in natura* picada; Silagem controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (P>0,05); ²PC: peso corporal; PC^{0,75}: peso metabólico; CMSD: consumo de MS digestível; CMOD: consumo de MO digestível; CPBD: consumo de PB digestível; ³EPM: erro padrão da média; ⁴P: probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos.

Poucos são os trabalhos encontrados na literatura que avaliaram a digestibilidade aparente no trato digestório total de animais alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar, e a maioria avaliou somente a digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Assim sendo, Santos (2007) trabalhou com silagens de cana-de-açúcar tratadas com diferentes aditivos e determinou a digestibilidade verdadeira *in vitro* da matéria seca da silagem controle (48,7%) e das silagens tratadas com 1% de cal virgem e 1% de calcário, as quais apresentaram digestibilidade de 70,5 e 58,6%, respectivamente. O autor justificou a elevação nos coeficientes de digestibilidade das silagens tratadas com os aditivos em função da redução da porção fibrosa do volumoso. Estes dados estão de acordo com os encontrados por Siqueira et al. (2007), onde verificaram redução dos valores da digestibilidade *in vitro* da matéria quando ocorreu aumento nos teores de FDN e diminuição da concentração de carboidratos solúveis nas silagens estudadas.

Não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos tanto no consumo de MS e MO, como no CMSD e CMOD (Tabela 14). Porém, a digestibilidade da matéria seca e da matéria orgânica no trato digestório total foi maior ($P<0,05$) nos animais alimentados com cana-de-açúcar *in natura*. Isto pode ser explicado pelo maior teor de carboidratos solúveis nesta ração, o que provavelmente pode ter contribuído para o crescimento microbiano. Sendo que entre os demais tratamentos não houve diferença ($P>0,05$).

Não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos no consumo de proteína bruta e no consumo de proteína bruta digestível, bem como na digestibilidade aparente desta fração (Tabela 14). Provavelmente, o consumo de proteína bruta foi semelhante entre os tratamentos em função dos animais terem apresentado consumo de matéria seca similar e as rações serem isoproteicas (Tabela 13). Outro fato que pode explicar a ausência de efeitos sobre esta variável é que a grande maioria da proteína teve origem da ração concentrada, devido a baixa concentração desta fração nos volumosos avaliados. Da mesma forma, Gentil (2006) utilizou cabras em lactação e as alimentou com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e ensilada, tratada com diferentes aditivos, e não encontrou diferenças no coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta na forragem *in natura* comparada com a silagem aditivada com *Lactobacillus buchneri*. O valor médio de digestibilidade considerando todas as rações

foi de 75,8%, enquanto no que no presente trabalho a digestibilidade média foi de 80,6%.

Na Tabela 15 estão apresentados os valores de consumo da FDN, FDA e hemicelulose e as respectivas digestibilidades no trato digestório total. Segundo Minson (1990), a digestibilidade aparente de um alimento não considera a matéria metabólica fecal, representada principalmente pelas secreções endógenas, contaminação por microrganismos e descamações do epitélio, dessa forma, na porção fibrosa do alimento os valores de digestibilidade verdadeira e aparente são iguais, uma vez que não há produção endógena desse composto no organismo animal. Assim, na discussão da fração fibrosa no presente trabalho, optou-se apenas pela terminologia digestibilidade, ao invés de digestibilidade aparente.

Não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos em relação ao consumo de FDN e a digestibilidade desta fração, apresentando valores médios de 280 g/dia e 40,5%, respectivamente. Porém, verificou-se diferença ($P<0,05$) entre os tratamentos no consumo de FDN digestível, sendo que, a ração que continha silagem tratada com 1% de cal virgem proporcionou maior consumo desta fração em relação a ração contendo cana-de-açúcar *in natura*. Já para as rações formuladas com a silagem controle e com 1% de calcário não foram observadas diferenças ($P>0,05$), as quais apresentaram consumo de 120 e 100 g MS/dia, respectivamente. Possivelmente, o maior consumo de FDN digestível na ração contendo 1% de cal virgem pode ser relacionado ao efeito do aditivo em atuar na quebra de ligações entre os componentes fibrosos durante o processo fermentativo, tornando-os mais susceptíveis ao ataque microbiano no ambiente ruminal. Além disso, apesar de as rações não terem apresentado diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos na digestibilidade da FDN, a ração contendo 1% de cal virgem apresentou valor de 47,3%, ao passo que, nas rações contendo cana-de-açúcar *in natura*, silagem controle e silagem tratada com 1% de calcário foi verificado redução de 11,3, 6,3 e 9,7 unidades percentuais para essa variável, respectivamente, em relação à ração contendo silagem tratada com 1% de cal virgem, possibilitando a detecção de diferença no consumo.

Tabela 15 - Consumo e digestibilidade no trato digestório total (DATT) da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e hemicelulose (HEM) das rações experimentais

Variável ²	Tratamentos ¹				EPM ³	P ⁴
	Cana <i>in natura</i>	Silagem controle	Cal virgem 1%	Calcário 1%		
Fibra insolúvel em detergente neutro						
Consumo, g/d	190,0	300,0	340,0	270,0	0,02	0,08
CFDND, g/d	60,0 ^b	120,0 ^{ab}	160,0 ^a	100,0 ^{ab}	0,01	0,03
DATT, %	36,0	41,0	47,3	37,6	2,03	0,07
Fibra insolúvel em detergente ácido						
Consumo, g/d	100,0 ^b	160,0 ^{ab}	200,0 ^a	150,0 ^{ab}	0,01	0,05
CFDAD, g/d	30,0 ^b	60,0 ^{ab}	100,0 ^a	60,0 ^{ab}	0,01	0,02
DATT, %	32,2	39,5	46,8	35,4	2,38	0,07
Hemicelulose						
Consumo, g/d	90,0	140,0	140,0	120,0	0,01	0,09
CHEMD, g/d	40,0	60,0	70,0	50,0	0,01	0,15
DATT, %	40,4	42,6	47,9	40,4	2,12	0,30

¹Tratamentos: Cana *in natura* = cana-de-açúcar *in natura* picada; Silagem controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (P>0,05); ²CFDND: consumo de FDN digestível; CFDAD: consumo de FDA digestível; CHEMD: consumo de Hem digestível; ³EPM: erro padrão da média; ⁴P: probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos.

O baixo consumo de FDN digestível observado na ração contendo cana-de-açúcar *in natura* (Tabela 15) em comparação a ração contendo 1% de cal virgem, pode ser explicado em função do complexo lignina-celulose e da cristalinidade desta celulose, tornando o acesso dos microrganismos ruminais à digestão da FDN mais dificultado (HAN; CATALANO; CIEGLER, 1983). Por outro lado, Nussio, Campos e Lima (2006) comentam que os carboidratos solúveis podem dificultar a digestão da celulose, uma vez que as bactérias ruminais dão preferência aos açúcares do que à fibra.

Verificou-se diferença ($P < 0,05$) entre tratamentos no consumo de FDA e consumo de FDA digestível, porém, os coeficientes de digestibilidade desta fração não diferiram ($P > 0,05$) entre os tratamentos, apresentando valor médio de 38,5%. Tanto o consumo de FDA como o consumo digestível desta fração foi maior para a ração contendo silagem tratada com 1% de cal virgem em relação à ração que continha cana-de-açúcar *in natura*. As rações que apresentavam silagem controle e tratada com 1% de calcário não diferiram ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 15).

Mendes (2006) avaliou a cana-de-açúcar *in natura* e ensilada com *L. buchneri* e observou diferença no consumo de FDN, FDA e hemicelulose digestível, sendo que, a ração que continha cana-de-açúcar *in natura* apresentou o menor valor. Segundo o autor, a diferença observada no consumo destas frações ocorreu devido ao aumento dos coeficientes de digestibilidade. No presente trabalho, a digestibilidade da FDA não apresentou diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos, apesar de o consumo ser diferente ($P < 0,05$). Da mesma forma como ocorreu com o FDN, tanto os consumos de FDA com os de FDAD foram diferentes entre as rações que continham cana-de-açúcar *in natura* e a que continha cana-de-açúcar ensilada com 1% de cal virgem, onde os valores foram maiores para a cana-de-açúcar ensilada.

As variáveis referentes à fração hemicelulose estão apresentadas na Tabela 15. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos tanto para o consumo de hemicelulose como para digestibilidade total. Possivelmente pelo fato dos teores desta fração serem semelhantes na constituição química das rações (Tabela 13), e aliado ao consumo semelhante de matéria seca entre os tratamentos (Tabela 14), o consumo de hemicelulose não diferiu entre os tratamentos. Por outro lado, Mendes (2006) em ensaio metabólico com cordeiros alimentados com rações contendo cana-de-açúcar *in natura*, silagem de cana controle e tratada com *L. buchneri*, observou maiores coeficientes de digestibilidade da hemicelulose nas rações que continham cana-de-açúcar ensilada em relação a forma *in natura*.

4.3.2 Balanço de nitrogênio

Os dados relativos ao balanço de nitrogênio estão apresentados na Tabela 16. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos para todas as variáveis

relacionadas ao balanço de nitrogênio. A justificativa para essas ocorrências pode estar relacionada ao fato de que, entre os tratamentos a fonte de variação foi os volumosos, tendo por características, baixos teores de proteína bruta, como apresentados no Capítulo 3. Dessa forma, além dos teores de proteína bruta serem semelhantes entre as rações, a principal fonte protéica utilizada na formulação da ração, foi inserida na mesma proporção em todos os tratamentos (Tabela 13).

O consumo de nitrogênio não apresentou diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos, que apresentou valor médio de 25,8 g/dia. Provavelmente, devido as rações serem isoproteicas e o consumo de matéria seca ser similar entre os tratamentos.

Tabela 16 - Consumo e balanço de nitrogênio em borregos alimentados com as rações experimentais

Variável	Tratamentos ¹				EPM ²	P ³
	Cana <i>in natura</i>	Silagem controle	Cal virgem 1%	Calcário 1%		
Consumo de N, g/d	20,3	28,6	28,4	25,8	1,99	0,31
N fecal, g/d	3,6	5,6	5,9	5,0	0,43	0,16
N absorvido, g/d	16,8	22,9	22,5	20,8	1,60	0,39
N urinário, g/d	1,0	1,3	1,4	1,0	0,12	0,67
Balanço de N						
N retido, g/d	15,8	21,7	21,2	19,8	1,48	0,39
% N consumido	76,5	76,4	74,4	76,8	0,72	0,66
% N absorvido	93,9	94,4	93,8	95,1	0,44	0,77

¹Tratamentos: Cana *in natura* = cana-de-açúcar *in natura* picada; Silagem controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. ²EPM: erro padrão da média; ³P: probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos.

Gentil (2006) trabalhou com cordeiros alimentados rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia ou *L. buchneri*, também não verificou diferença entre as rações para as variáveis relacionadas ao balanço de nitrogênio. Sendo que, os animais apresentaram consumo médio de 49,4 g

de nitrogênio/dia, valor superior ao encontrado no presente trabalho, devido ao maior consumo de matéria seca apresentado pelos cordeiros. Porém, quando se realiza uma analogia entre as porcentagens de nitrogênio retido em função do nitrogênio consumido e do absorvido, verifica-se que o autor encontrou valores médios de 43,9 e 58,6%, respectivamente, ao passo que, no presente trabalho valores médios para essas variáveis foram de 76,0 e 94,3%. Possivelmente, em função do menor consumo de matéria seca observado no presente trabalho, a digesta permaneceu por maior tempo no rúmen, permitindo maior degradação da fração protéica e, conseqüentemente, seu melhor aproveitamento. Outra hipótese pode ser que o nível de ingestão de nitrogênio foi adequado, onde grande proporção do nitrogênio metabolizado pelo animal foi reciclado para o rúmen, via saliva ou por difusão através da parede ruminal, e pequena quantidade do nitrogênio foi convertida em uréia e excretada via urina (VAN SOEST, 1994).

4.3.3 Parâmetros ruminais

Os valores referentes à concentração e proporção molar dos ácidos graxos voláteis, bem como os valores de pH e nitrogênio amoniacal no fluido ruminal estão apresentados na Tabela 17. Os valores de ácidos graxos voláteis totais e a concentração de acetato não diferiram ($P>0,05$) entre os tratamentos, bem como não apresentaram efeito ao longo das horas após a alimentação ($P>0,05$) e na interação entre os fatores tratamentos e horas ($P>0,05$), onde os valores médios foram de 74,4 e 42,6 mM, respectivamente. Esses resultados estão de acordo com Castrillón, Shimada e Calderón (1978) que avaliaram parâmetros ruminais em borregos alimentados com rações contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com hidróxido de sódio e não verificaram diferenças nas concentrações de AGV totais e acetato entre os tratamentos. Por outro lado, Schmidt et al. (2007) utilizaram bovinos de corte alimentados com silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e microbianos e verificaram alterações entre as rações e ao longo da horas de colheita, sendo que a concentração de acetato foi menor na ração que continha silagem de cana-de-açúcar tratada com *L. buchneri*. Da mesma forma, Alcántara et al., (1989) trabalharam com cordeiros alimentados com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e ensilada tratada com

hidróxido de sódio e observaram superioridade na concentração de acetato nas silagens, encontrando valores médios de 0,26 e 0,29 g/100mL de acetato nas rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e ensilada, respectivamente. Segundo Reis e Da Silva (2006) a concentração dos ácidos produzidos durante o processo de fermentação de silagens pode determinar o balanço de AGV produzidos no rúmen. Entretanto, no presente trabalho, apesar de as silagens serem caracterizadas pela presença de ácido acético em sua composição (Tabela 5), as rações contendo as silagens apresentaram comportamento semelhante à ração contendo cana-de-açúcar *in natura*. Possivelmente, a quantidade desse ácido nas silagens foi insuficiente para provocar alterações no ambiente ruminal, aliado ao fato de diluição quando os ingredientes concentrados foram inseridos nas rações, além do consumo de matéria seca não ser elevado.

Na Figura 14 estão apresentadas as concentrações de propionato ruminal em função das horas de colheita. Os dados foram agrupados como média de todos os tratamentos, levando-se em conta apenas o efeito de horas ($P < 0,05$), uma vez que não houve efeito ($P > 0,05$) de tratamento e da interação entre tratamentos e horas de colheita. Verificou-se aumento na concentração de propionato até quatro horas após a alimentação dos animais, momento em que a concentração atingiu 23,6 mM, sendo que a partir desse momento as concentrações decaíram até a décima segunda hora, para uma concentração de 16,8 mM. Diferentemente do encontrado por Schmidt et al. (2007), onde trabalharam com rações contendo silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e microbianos para bovinos de corte e verificaram pico de produção de propionato ruminal após duas horas do fornecimento das rações, sendo que a ração que continha silagem tratada com uréia acarretou em maior concentração ruminal deste ácido, relacionando o autor essa elevação, em função do maior teor de PB e N-NH₃ dessa silagem para o crescimento microbiano ruminal.

Tabela 17 - Médias de ácidos graxos voláteis (AGV), pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no fluído ruminal de borregos alimentados com as rações experimentais

Variável	Tratamentos ¹				EPM ²	Trat ³	Hor ⁴	Trat*Hor ⁵
	Cana <i>in natura</i>	Silagem controle	Cal virgem 1%	Calcário 1%				
AGV totais, mM	65,9	74,7	84,3	72,6	2,52	0,09	0,09	0,55
Acetato (A), mM	38,9	43,0	48,0	40,5	1,43	0,16	0,20	0,66
Propionato (P), mM	17,5	18,6	19,7	18,6	0,66	0,73	0,01	0,44
Butirato, mM	7,6 ^b	8,8 ^{ab}	11,9 ^a	10,3 ^{ab}	0,44	0,03	0,24	0,39
Relação A:P	2,4	2,4	2,5	2,3	0,05	0,82	<0,001	0,14
Proporção molar, %								
Acetato	59,3	58,2	57,1	56,5	0,50	0,65	<0,001	0,33
Propionato	26,3	24,5	23,4	25,4	0,40	0,54	<0,001	0,40
Butirato	11,4	11,5	14,2	13,7	0,29	0,07	0,21	0,22
pH	6,3	6,2	6,4	6,4	0,03	0,57	<0,001	0,42
N-NH ₃ , mg/dL	15,9	27,5	19,1	20,0	1,19	0,09	<0,001	0,15

¹Tratamentos: Cana *in natura* = cana-de-açúcar *in natura* picada; Silagem controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (P>0,05); ²EPM: erro padrão da média; ³Trat: efeito de tratamento; ⁴Hor: efeito de horas; ⁵Trat*Hor: efeito da interação entre tratamentos e horas.

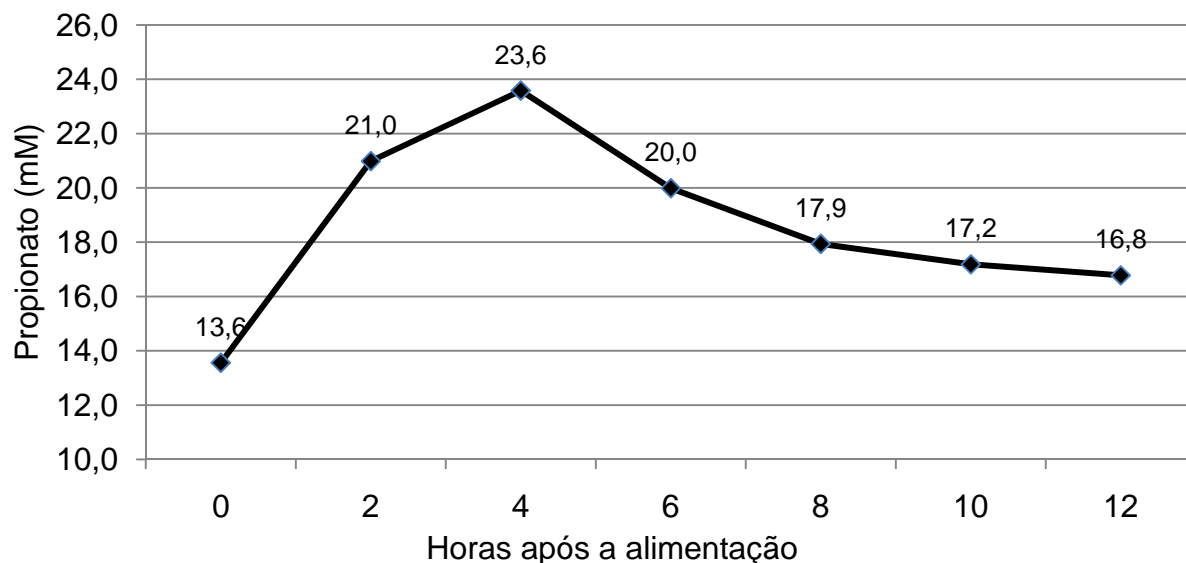


Figura 14 - Evolução temporal média dos valores de propionato ruminal em borregos alimentados com as rações experimentais

Segundo Bergman (1990), aumentos na concentração molar de propionato no rúmen podem estar relacionados ao maior aporte de carboidratos fermentescíveis, como a sacarose, substrato encontrado na cana-de-açúcar. Entretanto, essa ocorrência não foi verificada no presente trabalho, tendo as rações apresentado comportamento semelhante na concentração de propionato, com valor médio de 18,6 mM (Tabela 17). Provavelmente, as maiores concentrações de carboidratos solúveis presentes principalmente, na cana-de-açúcar *in natura* e na silagem tratada com 1% de calcário (Tabela 5), não foram suficientes para haver efeito nesta variável. Outro fato que também auxiliou nessa resposta foi a expressiva presença dos ingredientes concentrados na ração, que por meio de sua inclusão diluíram os efeitos dos volumosos.

As concentrações molares de butirato foram diferentes ($P < 0,05$) entre os tratamentos, entretanto, não houve diferença ($P > 0,05$) ao longo do período de colheita e na interação entre os tratamentos e as horas. A concentração deste componente foi maior nos animais que consumiram a ração contendo silagem tratada com 1% de cal virgem, apresentando valor de 11,9 mM. Os animais que consumiram as demais rações contendo as silagens, os valores se mostraram em posição intermediária, em relação

às rações compreendidas pela participação em sua composição de silagem tratada com 1% de cal virgem e da cana-de-açúcar *in natura*. Sendo que, esta última diferiu entre os demais tratamentos, apresentando valor de 7,6 mM de butirato. Possivelmente, o maior valor encontrado para os animais alimentados com ração contendo silagem tratada com 1% de cal virgem em relação a cana-de-açúcar *in natura*, pode estar relacionado ao padrão fermentativo ocorrido nesta silagem durante seu período de conservação, onde verificou-se maior produção de ácido butírico em relação aos demais tratamentos (Tabela 5). Apesar das silagens controle e tratada com 1% de calcário terem apresentados concentrações baixas de ácido butírico em relação a silagem tratada com 1% de cal virgem (Tabela 5), o aumento dos valores molares de butirato ruminal pode ter sido em função da conversão de ácido acético dessas silagens a butirato no rúmen. Segundo Leng (1970) a síntese de butirato pode ocorrer no rúmen a partir do acetato ou de outros compostos que resultem em acetil-CoA, como o piruvato ou glutamato, sendo a via mais importante a do inverso da β -oxidação, em que são utilizadas duas moléculas de acetato. Segundo Fahey e Berger (1993), a conversão de acetato para butirato parece ter finalidade de oxidar co-fatores reduzidos, para que possa haver continuidade no processo de fermentação ruminal.

Na Figura 15 estão apresentadas as relações acetato:propionato em função das horas de colheita. Os dados foram agrupados como média de todos os tratamentos, levando-se em conta apenas o efeito de horas ($P < 0,05$), uma vez que não houve efeito ($P > 0,05$) de tratamento e da interação entre tratamentos e horas de colheita. De acordo com a Tabela 17 pode-se verificar que a relação acetato:propionato apresentou valor médio de 2,4, entretanto, ao longo das horas de colheita verificou-se que no momento da alimentação dos animais a relação se mostrou superior (3,1:1) frente as demais horas de colheita. Possivelmente, a redução da relação a partir da alimentação pode estar relacionada com a degradação do amido das rações, bem como de carboidratos solúveis, os quais permitiram aumento da produção de propionato (Figura 14) e conseqüentemente redução da relação acetato:propionato. A partir das duas horas após a alimentação, os valores de propionato elevaram-se, mas a relação acetato:propionato se manteve, o que provavelmente pode ser explicado pela redução na produção de acetato.

Os valores obtidos na relação acetato:propionato foram inferiores aos encontrados por Schmidt et al. (2007), que avaliaram o perfil ruminal de ácidos graxos voláteis de bovinos alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e microbianos e verificaram relação 3,2:1. Da mesma forma, Silveira et al. (2002) avaliou bovinos alimentados com rações contendo silagem de cana-de-açúcar aditivada com polpa cítrica e uréia e observaram relação acetato:propionato de 5,2:1.

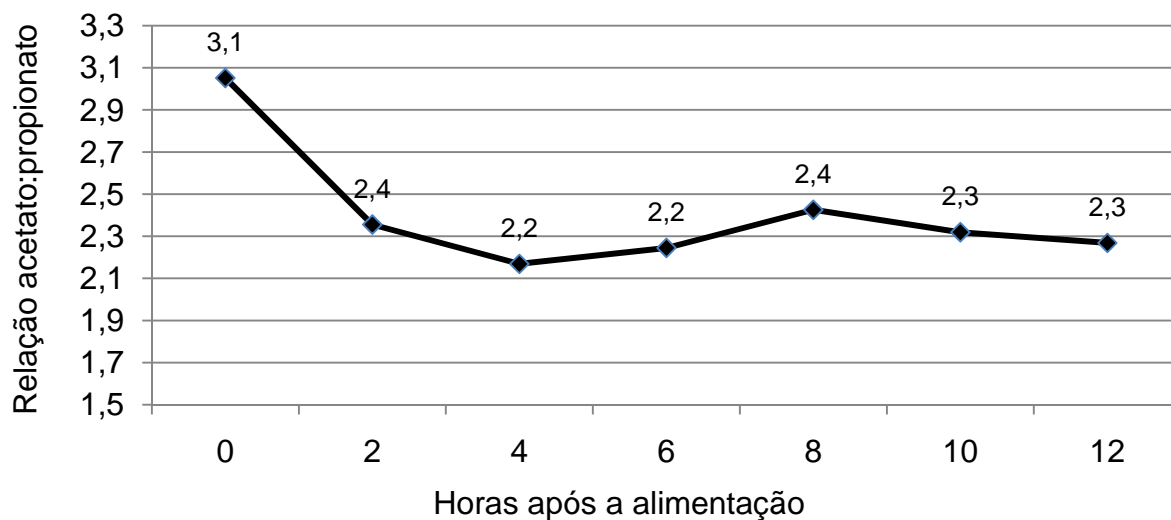


Figura 15 - Evolução temporal média dos valores da relação acetato:propionato ruminal de borregos alimentados com as rações experimentais

Em relação à proporção molar dos ácidos graxos voláteis (Tabela 17) não foi verificada diferença ($P>0,05$) nas variáveis, acetato, propionato e butirato, sendo que ao longo das horas de colheita, apenas as concentrações de butirato não diferiram ($P>0,05$) entre os tempos de avaliação. Não houve efeito da interação entre os tratamentos e as horas de colheita para nenhuma destas variáveis.

De acordo com Church (1993), apesar das grandes oscilações na população microbiana e das diferenças nos consumos de alimento, as proporções entre os ácidos graxos voláteis no rúmen se mantêm notadamente estáveis, com proporções geralmente próximas de 65:25:10 para rações contendo principalmente forragens, e de 50:40:10 para rações ricas em concentrados, onde forragens apresentam esse quociente estável por causa da lenta digestão da fibra. No presente trabalho a

proporção obtida foi de 61:26:13, os quais se mantiveram estáveis ao longo da fermentação ruminal, possivelmente pelo fato do volumoso ser representativo no ambiente ruminal. Conforme pode ser observado na Figura 16, as proporções se mantiveram estáveis ao longo das horas após a alimentação dos animais, contudo observaram-se valores superiores para o acetato e inferiores para propionato na hora zero da colheita. Não houve diferença ($P>0,05$) para a proporção de butirato ao longo do período de colheita.

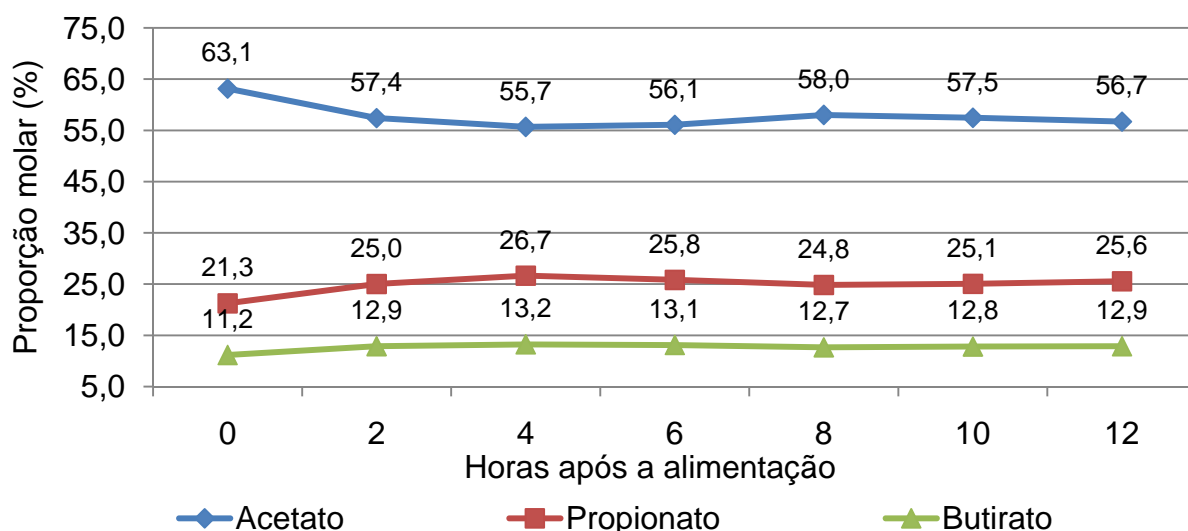


Figura 16 - Evolução temporal média da porcentagem de acetato, propionato e butirato (% total) ruminal de borregos alimentados com as rações experimentais

Os valores de pH ruminal não sofreram alteração ($P>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 17), apresentado valor médio de 6,3. Entretanto, verificou-se diferença ($P<0,01$) ao longo do período após a alimentação dos animais. Não houve interação entre os tratamentos e as horas de colheita ($P>0,05$). Na Figura 17 está apresentada graficamente a evolução temporal dos valores de pH. O maior valor de pH foi observado no período em que as rações foram ofertadas, com queda imediata logo no segundo momento de colheita (duas horas após a alimentação), a qual perdurou-se até seis horas após a alimentação dos animais. Após este período, os valores de pH ruminal apresentaram elevação até o momento do último horário de colheita (doze horas após a alimentação).

Provavelmente, o maior valor do pH ruminal verificado no início da alimentação e após doze horas do fornecimento das rações está relacionado à baixa quantidade de nutrientes disponíveis para o metabolismo microbiano ruminal e à atividade de ruminação dos animais, a qual estimula a produção salivar, o que segundo Allen (1997) é um importante mecanismo para remoção do íon H^+ da solução ruminal, pois contém carbonato que ligado ao H^+ forma água e CO_2 . Por outro lado, a queda no pH ruminal após o início da alimentação pode ser justificada pelo aumento de carboidratos altamente fermentescíveis no rúmen provenientes das rações e, conseqüente produção dos ácidos graxos voláteis, o quais com o passar do tempo foram absorvidos pelo epitélio ruminal, explicando também o aumento nos valores de pH ruminal a partir das dez horas após a alimentação (Figura 17).

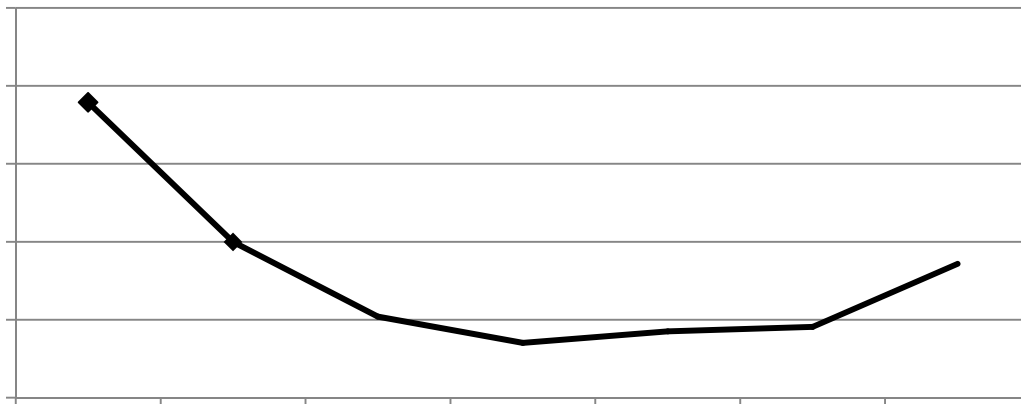


Figura 17 - Evolução temporal média dos valores de pH ruminal de borregos alimentados com as rações experimentais

Schmidt et al. (2007) avaliaram parâmetros ruminiais de bovinos alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar e verificou pH ruminal semelhante, com redução dos valores após a refeição, com valores variando entre 7,2 e 6,4. Segundo Strobel e Russel (1986) o pH ruminal pode variar de 5,5 a 7,2, com valores baixos de pH sendo detectados em intervalos de tempos curtos, após a alimentação

dos animais. Os autores também comentaram que valores de pH abaixo de 6,0 podem inibir as bactérias fermentadoras de celulose e diminuir significativamente a eficiência de síntese de proteína microbiana. No presente trabalho, os valores de pH ruminal variaram entre 6,8 e 6,1, indicando teor adequado de FDN nas rações para manter estabilidade no ambiente ruminal e favorecer a digestão da matéria orgânica.

A concentração de nitrogênio amoniacal ruminal (Tabela 17) não foi influenciada entre os tratamentos ($P>0,05$) e não foi verificada a interação entre os tratamentos e a horas de colheita ($P>0,05$), porém ao longo das horas após a alimentação dos animais foi constatado efeito significativo. Dessa forma, na Figura 18 estão apresentadas as médias agrupadas dos tratamentos em função dos horários de colheita. Ao analisar a concentração ruminal de nitrogênio amoniacal observa-se pico de produção logo nas primeiras horas após a alimentação dos animais, provavelmente devido à alta solubilidade da uréia contida nas rações. Segundo Owens e Zinn (1988), quando fontes de nitrogênio não protéico são predominantes nas rações, o pico de concentração ruminal de nitrogênio amoniacal ocorre 1 a 2 horas após a alimentação. Contudo, quando a fonte predominante é proveniente de proteína vegetal o pico de concentração ocorre entre 3 e 5 horas após a ingestão do alimento. O que esta de acordo com o presente trabalho, onde o aumento da concentração ruminal de nitrogênio amoniacal após a alimentação foi contribuída grandemente pela degradação do nitrogênio não protéico das rações.

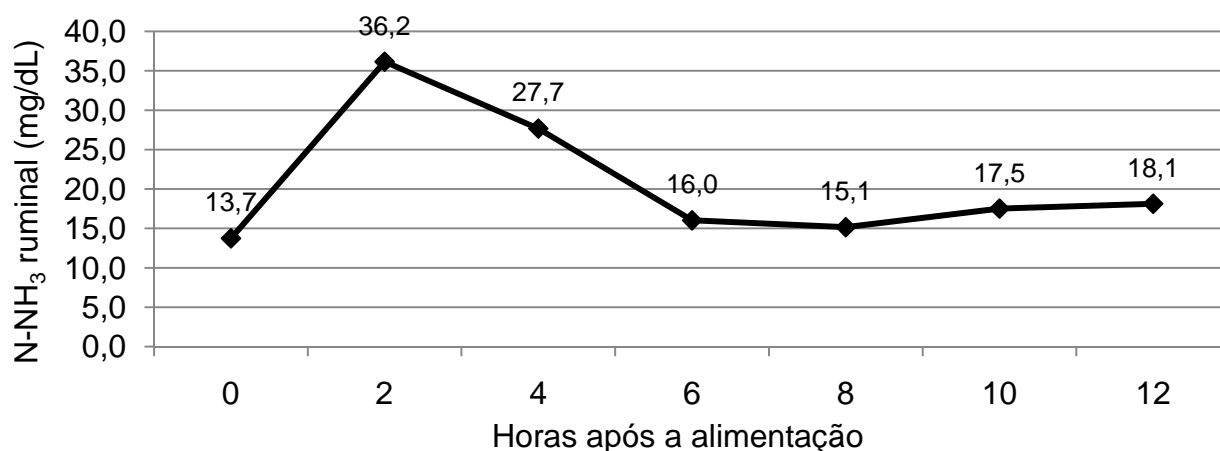


Figura 18 - Evolução temporal média dos valores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) de borregos alimentados com as rações experimentais

Segundo Van Soest (1994), a concentração ruminal de nitrogênio amoniacal é consequência do equilíbrio entre a produção, absorção e utilização pelos microrganismos, sendo a última dependente da quantidade de energia disponível. Parte de excesso de amônia produzido após a alimentação é absorvido e reciclado ao rúmen via saliva secretada durante a ruminação (VAN SOEST, 1994; HUNTINGTON; ARCHIBEQUE, 1999). Dessa forma, a reciclagem de amônia via saliva pode explicar a manutenção dos níveis ruminais desse componente no período após 6 horas da alimentação dos animais.

As concentrações de nitrogênio amoniacal foram suficientes para promover o crescimento bacteriano adequado, conforme valor mínimo de 5 mg N-NH₃ determinado por Preston (1986). No presente trabalho, os valores médios variaram entre 13,7 e 36,2 mg/dL, dependendo do horário de amostragem. Contudo, ao comparar esses valores com os dados obtidos por Schmidt et al. (2007), verificou-se que os autores encontraram valores variando entre 5,6 e 13,6 mg/dL em bovinos alimentados com rações contendo silagem de cana-de-açúcar. Provavelmente, os maiores valores encontrados no presente trabalho foram em função do maior teor de proteína bruta verificado nessas rações, com valores próximos de 18% de PB (Tabela 13), ao passo que autores trabalharam com dietas com aproximadamente 13% de PB.

4.4 Conclusões

O uso de 1% de cal virgem ou 1% de calcário na ensilagem da cana-de-açúcar não promoveu alterações no consumo e na digestibilidade da matéria seca das rações, em relação à silagem produzida sem aditivos.

O processo de ensilagem foi eficiente em manter o valor nutritivo das rações, promovendo perfil fermentativo e ambiente ruminal satisfatórios e similares ao da ração contendo cana-de-açúcar *in natura*.

Referências

ALCÂNTARA, E.; AGUILERA, A.; ELLIOT, R.; SHIMADA, A. Fermentation and utilization by lambs of sugarcane harvested fresh and ensiled with and without NaOH. 4. Ruminant Kinetics. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 23, p. 323-331, 1989.

ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 80, n. 7, p. 1447-1462, 1997.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15thed. Arlington, 1990. v. 1, 1117 p.

BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, Washington, v. 70, n. 2, p. 567-590, 1990.

CASTRILLOÓN, M.V.; SHIMADA, A.S.; CALDERÓN, F.M. Manipulación de la fermentación en ensilajes de caña de azúcar y su valor alimenticio para borregos. **Técnica Pecuária em México**, Palo Alto, v. 35, p. 48-55, 1978.

CASTRO NETO, A.G. **Avaliação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos**. 2003. 101 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, Washington, v. 8, p. 130-137, 1962.

CHARMLEY, E. Towards improve silage quality: A review. **Canadian Journal of Animal Science**, Winnipeg, v. 81, p. 157-168, 2001.

CHURCH, D.C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. 2nded. Waveland: New Jersey, 1993. 564 p.

FAHEY, G.C. Jr.; BERGER, L.L. Los carbohidratos en la nutrición de los rumiantes. In: CHURCH, D.C. (Ed.). **El rumiante: fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acribia. 1993. p. 305-337.

FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C.; COSTA, M.G.; LEONEL, F.P.; RIBEIRO, M.D. Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 38-47, 2006.

GENTIL, R.S. **Silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivo químico ou microbiano na alimentação de cabras em início de lactação**. 2006. 70 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

HAN, Y.W.; CATALANO, E.A.; CIEGLER, A. Chemical and physical properties of sugarcane bagasse irradiated with gamma rays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 31, n. 1, p. 34-38, 1983.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 82, n. 8, p. 1791-1794, 1999.

HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. In: **Proceedings of American Society of Animal Science**, 199. Disponível em: <<http://www.asas.org/symposia/proceedings/0939.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2007.

LENG, R.A. Formation and production of volatile fatty acids in the rumen. In: PHILLIPSON, A.T. (Ed.). **Physiology of digestion and metabolism in the ruminant**. Cambridge: Oriel Press, 1970. p. 406-421.

MENDES, C.Q. **Silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ovinos e caprinos: valor nutritivo, desempenho e comportamento ingestivo**. 2006. 103 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of sheep**. 6th ed. Washington: National Academic Press, 1985. 99 p.

NIEBLAS, T.D.; SHIMADA, A.S.; PALACIOS, J.T. Manipulación de La fermentación em ensilaje de La caña de azúcar y valor alimentício para borregos. 3. Digestibilidade aparente. **Veterinária México**, Coyoacán, v. 13, p. 23-26, 1982.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 182-228.

OWENS, F.N.; ZINN, R. Protein metabolism of ruminant animals. In: CHURCH, D.C. **The ruminant animal**. Englewood Cliffs: Waveland Press, 1988. p. 227-249.

PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos e microbianos como inibidores da produção de etanol em silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 140 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; BARIONI Jr., W. ; RODRIGUES, A.A.; LOURES, D.R.S.; CAMPOS, F.; RIBEIRO, J.L.; MARI, L.; ZOPOLLATTO, M.; JUNQUEIRA, M.; SCHMIDT, P.; PAZIANI, S.F.; HORII, J. Performance of holstein heifers fed sugarcane silages treated with urea, sodium benzoate or *Lactobacillus buchneri*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 649-654, 2006.

PRESTON, T.R. Analytical methods for characterizing feed resources for ruminants. In: PRESTON, T.R. (Ed.). **Better utilization of crop residues and by products in animal feeding: research guidelines. 2. A practical manual for research workers**. Rome: FAO. 1986. 106 p.

REIS, R.A.; DA SILVA, S.C. Consumo de forragens. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 79-109.

ROOK, A.J.; GILL, M. Prediction of the voluntary intake of grass silages by beef cattle. 1. Linear regression analyses. **Animal Production**, Cambridge, v. 50, p. 425-438, 1990.

SANTOS, M.C. **Aditivos químicos para o tratamento da cana-de-açúcar *in natura* e ensilada (*Saccharum officinarum* L.)**. 2007. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. 228 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; NUSSIO, L.G.; PEDROSO, A.F.; PAZIANI, S.F.; WECHSLER, F.S. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Brasília, v. 36, n. 5, p. 1666-1675, 2007 Suplemento.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 2002. 235 p.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; BERNARDES, T.F.; PIRES, A.J.V.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T. Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Brasília, v. 36, n. 4, p. 789-798, 2007.

STATISTICAL ANALYSIS SYTEM. **SAS User's guide: statistics**. 6thed. Cary, 1999. 956 p.

STROBEL, H.J.; RUSSEL, J.B. Effects of pH and energy spilling on bacteria protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixes rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 69, p. 2941-2947, 1986.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nded. New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.

WILES, P.G.; GRAY, I.K.; KISSLING, R.C. Routine analysis of protein by Kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory study using dairy products. **Journal of the AOAC International**, Washington, v. 81, p. 620-632, 1998.

WILKINS, R.J.; HUTCHINSON, K.J.; WILSON, R.F.; HARRIS, C.E. The voluntary intake of silage by sheep. 1. Interrelationships between silage composition and intake. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 77, p. 531-537, 1971.

5 PRODUÇÃO DE LEITE, RETORNO DA ATIVIDADE OVARIANA PÓS-PARTO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE OVELHAS EM LACTAÇÃO ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO CANA-DE-AÇÚCAR *IN NATURA* E ENSILADA COM OU SEM ADITIVOS QUÍMICOS

Resumo

Os objetivos do trabalho foi avaliar a produção de leite, o retorno da atividade ovariana pós-parto e o comportamento ingestivo de ovelhas Santa Inês, alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e silagens de cana-de-açúcar tratadas com (1% de cal virgem ou 1% de calcário na matéria original) durante a ensilagem ou sem aditivos químicos. Quarenta ovelhas (PC médio inicial de 59 ± 5 kg) foram individualmente alojada em baias cobertas e distribuídas em delineamento de blocos completos casualizados, definidos pela data do parto, número de parto (múltipara), tipo de parto (simples) e peso da ovelha, recebendo rações com 50% de volumoso na matéria seca. Foram utilizadas quatro rações como tratamentos, diferindo quanto ao tipo do volumoso utilizado: cana-de-açúcar *in natura*, silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, silagem de cana-de-açúcar aditivada com cal virgem (1%) e silagem de cana-de-açúcar aditivada com calcário (1%). As ovelhas alimentadas com a ração contendo cana-de-açúcar *in natura* apresentaram maior consumo de matéria seca ($P < 0,05$), em relação as rações contendo silagens. Embora observada diferença ($P < 0,05$) no consumo de matéria seca entre os tratamentos, as produções de leite demonstraram não existir diferenças ($P > 0,05$) em função das rações experimentais. A produção média de leite observada entre os tratamentos foi de 161,48 g/3h. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre as semanas de lactação, bem como a interação entre os tratamentos e as semanas na produção de leite. Houve diferença ($P < 0,01$) entre os tratamentos para o teor de gordura no leite, bem como para as semanas de lactação ($P < 0,01$). O teor de gordura do leite foi maior nas ovelhas que consumiram as rações contendo as silagens. Não se verificou diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos para o número de dias necessários para ocorrer a primeira ovulação, bem como no número de dias para a concentração de progesterona atingir valor maior ou igual a 1 ng/mL. A concentração de ácidos graxos não-esterificados não foi afeta ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Entretanto, verificou-se queda dos valores ao longo das semanas de lactação. Não observou-se diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos nas avaliações do comportamento ingestivo dos animais. A utilização de silagens de cana-de-açúcar mostrou-se como alternativa de substituição da cana-de-açúcar *in natura* em rações para ovelhas em lactação. Porém, o uso da cal virgem e do calcário durante a ensilagem diminuiu o consumo de matéria seca dos animais, não prejudicando a produção de leite e o retorno da atividade ovariana pós-parto de ovelhas Santa Inês.

Palavras-chave: Aditivos químicos; Consumo; Produção de leite; Progesterona

Abstract**Milk production, postpartum ovarian activity resumption, and ingestive behavior of lactating ewes fed diets containing fresh sugar cane or ensilaged**

The objectives of this experiment were to evaluate the milk production, milk composition, postpartum ovarian activity resumption, and ingestive behavior of Santa Inês lactating ewes fed diets containing fresh sugarcane and ensilaged with (1% calcium oxide or 1% limestone in the as-fed basis) or without additives added during ensiling. Forty ewes (60 ± 5 kg of initial body weight) were individually allotted in shaded pens and used in a complete randomized block design. Experimental diets contained 50% of silages or fresh sugarcane in the dietary dry matter. The ewes fed fresh sugarcane diet showed higher ($P < 0.05$) dry matter intake compared to ewes fed silages while no differences were observed for milk production according to treatments. The mean value obtained for milk production was 161.48 g/3h. There were no effects ($P > 0.05$) of week of lactation and interaction between week of lactation and treatment on milk production. For milk fat concentration, it was observed treatment ($P < 0.01$) and week of lactation ($P < 0.01$) effects. The highest values of milk fat concentration were observed for ewes fed silages. There was no treatment effect ($P > 0.05$) for number of days necessary to first ovulation and to progesterone concentration ≥ 1 ng/mL. Concentration of non-esterified fatty acids was also not affected ($P > 0.05$) by treatments but decreased during lactation. There was no treatment effect ($P > 0.05$) on ingestive behavior variables. Sugarcane silage can be considered an alternative to fresh sugarcane in the diet of Santa Inês lactating ewes. However, the utilization of calcium oxide and limestone during ensilage decreased the dry matter intake with no effects on milk production and postpartum ovarian activity resumption of Santa Inês ewes.

Keywords: Chemical additives; Intake; Milk production; Progesterone

5.1 Introdução

A produção pecuária nos trópicos decai durante o período seco do ano, onde neste período, a maioria das plantas forrageiras apresenta baixa oferta qualitativa e quantitativa de biomassa. Dessa forma, a cana-de-açúcar é uma opção para alimentação do rebanho no período seco do ano, bem como para animais mantidos em confinamento. Entretanto, a operacionalidade na utilização desta forrageira em sua forma *in natura*, é prejudicada pela excessiva mão-de-obra requerida e dificuldade de seu uso em larga escala.

A ensilagem da cana-de-açúcar pode ser uma opção para melhoria do sistema de produção, concentrando a mão-de-obra em determinado período do ano e melhorando a logística da propriedade. Entretanto, na ensilagem da cana-de-açúcar, a obtenção de resultados técnicos e econômicos positivos depende, invariavelmente, da escolha correta do aditivo a ser utilizado. Um segmento que vem sendo bem sucedido é a utilização de aditivos químicos alcalinizantes no momento da ensilagem da cana-de-açúcar. Nieblas, Shimada e Palacios (1982) recomendaram a utilização do NaOH na ensilagem da cana-de-açúcar, pois, segundo os autores, esse álcali foi capaz de alterar a fermentação basicamente alcoólica para fermentação predominantemente láctica. Segundo os autores, esse aumento, no caso da silagem de cana-de-açúcar, resulta da elevação do pH inicial, que estimula a atuação das bactérias ácido lácticas. Segundo Santos (2007) o uso da cal virgem ou do calcário favoreceu o processo fermentativo da cana-de-açúcar, os quais promoveram redução das perdas totais e gasosas, inibição da fermentação alcoólica e maior recuperação de carboidratos, resultando em silagens com valor nutritivo. No entanto, resultados de trabalhos científicos com o uso da cal virgem e do calcário são escassos, sendo necessárias maiores investigações sobre o tema.

Segundo Figueiredo, Shelton e Barbieri (1990), a raça Santa Inês possui por característica ser poliéstrica anual, tendo como finalidade principal a produção de carne. Dessa forma, com a manutenção de raças não estacionais no rebanho, a escassez de forragem poderá causar grande impacto dentro do sistema de produção, com ocorrências de estações de monta e partições durante este período, onde a falta de alimentos poderá afetar a produção leiteira da mãe, bem como a diminuição nas taxas

de concepção. Dentro deste contexto, o uso da silagem de cana-de-açúcar pode ser uma estratégia para suplementação desses animais, porém avaliações desse alimento sobre o desempenho animal ainda são carentes de informações. Para tanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o uso da cana-de-açúcar *in natura* e o efeito da aplicação de aditivos químicos na ensilagem da cana-de-açúcar sobre o desempenho, o retorno da atividade ovariana pós-parto e o comportamento ingestivo de ovelhas Santa Inês, alimentadas com rações contendo silagens de cana-de-açúcar.

5.2 Material e Métodos

5.2.1 Localização

O experimento foi conduzido no Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP) nos meses de julho a setembro de 2006.

5.2.2 Confeção das silagens e manejo da cana-de-açúcar *in natura*

O corte e a ensilagem da cana-de-açúcar foram realizados em 20 de setembro de 2005, após aproximadamente 12 meses de crescimento vegetativo. O valor do grau Brix da forrageira foi determinado utilizando-se um refratômetro de campo (marca TOKYO[®] modelo 032), indicando valor médio de 23°. A variedade industrial utilizada foi a RB85-5453, sendo colhida mecanicamente com colhedora de forragem marca Mentamint[®], tracionada por trator, regulada para corte com tamanho médio de partículas entre 5 a 10 mm.

A cana-de-açúcar colhida e picada foi submetida aos mesmos tratamentos e procedimentos adotados no experimento sobre a avaliação fermentativa e pós-abertura das silagens.

A cana-de-açúcar *in natura* utilizada apresentava 12 meses de crescimento vegetativo e foi colhida manualmente em dias intercalados e somente foi picada no momento do fornecimento aos animais, sendo procedente da mesma área e variedade utilizada para confecção das silagens. A forragem foi picada em picadora estacionária regulada para corte de tamanho de partícula de 1,0 cm.

5.2.3 Animais e instalações experimentais

Foram utilizadas 40 ovelhas multíparas da raça Santa Inês, com peso corporal (PC) médio inicial de $59,7 \pm 5,1$ kg, as quais entraram no experimento com média de $14,4 \pm 1,8$ dias pós-parto. Cada ovelha, juntamente com sua cria, foi individualmente alojada em baia coberta (1,3 m x 3,5 m) provida de piso de concreto, cocho para ração, saleiro, bebedouro e cocho privativo para os cordeiros e cordeiras (Figura 19). As crias foram presas utilizando-se coleira para o não acesso ao cocho materno. Todas as matrizes foram everminadas no dia do parto com 1 mL por cabeça de moxidectina 1%. Dos 10 blocos existentes, todos foram constituídos por ovelhas com parto simples e escore de condição corporal (ECC) 3, divididos em 5 blocos com crias do sexo masculino e 5 blocos com crias do sexo feminino.



Figura 19 - Visão geral das unidades experimentais e baia individual alojando ovelha e sua respectiva cria

5.2.4 Período experimental e tratamentos

O experimento ocorreu do final segunda até o final da décima semana pós-parto, sendo a desmama dos cordeiros (as) realizada no final da oitava semana pós-parto. Entre a primeira e a segunda semana de lactação todas as ovelhas foram adaptadas às rações experimentais.

Foram utilizados quatro tratamentos e 10 repetições, sendo as rações isonitrogenadas, contendo 50% de volumoso e 50% de concentrado (Tabela 18), balanceadas de acordo com as exigências do NRC (1985), diferindo quanto ao tipo do volumoso utilizado:

1. Cana-de-açúcar *in natura*;
2. Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo;
3. Silagem de cana-de-açúcar aditivada com cal virgem (1%);
4. Silagem de cana-de-açúcar aditivada com calcário (1%).

Tabela 18 - Proporção dos ingredientes e composição química das rações (% MS) experimentais utilizadas no ensaio de desempenho de ovelhas em lactação

	Tratamentos ¹			
	Cana <i>in natura</i>	Silagem controle	Cal virgem 1%	Calcário 1%
Ingredientes				
Volumoso	50,0	50,0	50,0	50,0
Milho moído	28,0	28,0	28,0	28,0
Farelo de Soja	19,0	19,0	19,0	19,0
Uréia	1,0	1,0	1,0	1,0
Calcário	0,9	0,9	0,9	0,9
Mistura Mineral ²	1,1	1,1	1,1	1,1
Composição Química³				
MS	46,2	42,9	43,4	47,5
MO	95,2	93,9	92,0	93,5
PB	18,4	18,3	18,4	18,3
FDN	29,0	42,4	36,1	35,3
FDA	14,8	23,8	20,3	19,3
HEM	14,2	18,6	15,7	16,0

¹Tratamentos: Cana *in natura* = cana-de-açúcar *in natura* picada; Silagem controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. ²Composição: 7,5% P; 19% Ca; 1% Mg; 7% S; 14,3% Na; 21,8% Cl; 500 ppm Fe; 300 ppm Cu; 4600 ppm Zn; 1100 ppm Mn; 80 ppm I; 405 ppm Co; 30 ppm Se; ³MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido; HEM: hemicelulose.

O concentrado inicial oferecido no *creep-feeding* às crias continha 70% de milho; 23,9% de farelo de soja; 1,5% de calcário; 1% de mistura mineral e 3,7% de melado de

cana, todos em base da MS. O mesmo possuía 85,5% de matéria seca (MS); 5,2% de matéria mineral (MM) e 18,3% de proteína bruta (PB), estimados de acordo com a formulação.

5.2.5 Manejo alimentar e colheita das amostras

Os ingredientes concentrados das rações foram pesados em balança eletrônica Marte[®] modelo LC 100, com precisão de 20g e misturados em misturador horizontal Lucato[®], com capacidade para 500 kg. O volumoso e o concentrado de cada baía foram pesados em balança eletrônica e misturados manualmente nos cochos.

A alimentação foi fornecida *ad libitum*, diariamente e sempre às 8h da manhã, não sendo permitidas sobras maiores que 10% do oferecido. As sobras foram pesadas diariamente, sempre às 8h. Durante o período de colheita, amostras do oferecido de cada tratamento e das sobras de cada animal foram colhidas semanalmente, compostas por animal e pelas semanas de lactação (terceira, quarta, sexta e oitava) e armazenadas a -10 °C, para posterior determinação do consumo de matéria seca.

Amostras dos volumosos e das sobras dos animais foram analisadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP. Depois de descongeladas, as amostras foram secas em estufa a 60 °C por 72 horas de acordo com Silva e Queiroz (2002) e, posteriormente moídas em moinho tipo Wiley provido de peneira com perfurações de 1 mm.

As determinações de matéria seca (MS) e cinzas (MM) foram realizadas de acordo com a AOAC (1990). O teor de proteína bruta (PB) foi obtido pela combustão das amostras em equipamento auto-analisador de nitrogênio, da marca LECO[®] (modelo FP-528), segundo Wiles et al. (1998).

Os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) foram obtidos pelo método seqüencial proposto pela ANKOM[®] Fiber Analyser (ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY) e descrito por Holden (1999), sendo que para esta determinação foi utilizado amilase e sulfito de sódio. Os teores de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) foram calculados segundo método de Van Soest (1994). A fração hemicelulose foi calculada pela diferença observada entre os teores de FDN e

FDA. A matéria orgânica (MO) das amostras foi calculada pela diferença entre a MS e a MM.

Todas as ovelhas foram pesadas, por três dias consecutivos e sem jejum alimentar, no início do experimento e no momento da desmama (final da oitava semana pós-parto) para posterior avaliação da variação do peso corporal. Na desmama dos cordeiros, também foi realizada a avaliação visual do escore de condição corporal (ECC) das ovelhas por dois observadores previamente treinados, de forma independente. Os valores de ECC foram determinados entre 1 (muito magra) e 5 (muito gorda), com valores de ECC a cada 0,25 pontos, segundo metodologia de Russel et al. (1969). As crias foram pesadas no nascimento e no momento da desmama, sem jejum alimentar.

5.2.6 Controle leiteiro

Uma vez por semana as ovelhas foram separadas de suas crias e ordenhadas, utilizando-se ordenhadeira mecânica (Figura 20), após a aplicação intravenosa (i.v.) de 6 unidades internacionais (UI) de ocitocina sintética injetável Univet[®]. O leite obtido nesta ordenha foi descartado. Decorridas três horas desta primeira ordenha, as ovelhas recebiam nova aplicação de ocitocina e, em seguida, ordenhadas pela segunda vez.



Figura 20 - Ordenhadeira mecânica utilizada, compartimento para armazenamento do leite colhido e ovelha no momento da ordenha.

O total de leite produzido por ovelha nesse intervalo foi pesado e registrado. A produção diária foi estimada pelo cálculo do total de gramas obtido durante o intervalo de três horas, de acordo com a metodologia descrita por Susin, Loerch e McClure (1995).

Uma amostra de leite (cerca de 15 mL) por animal foi colhida semanalmente e conservada em bromopol Broad Spectrum Microtabs[®] II (D&F Control Systems[®], Inc., Califórnia – EUA) para posterior quantificação de proteína, gordura, lactose e sólidos totais.

As amostras do leite foram enviadas semanalmente para o Laboratório de Análise de Leite da Clínica do Leite do Departamento de Zootecnia da ESALQ/ USP. As concentrações dos constituintes do leite foram determinadas por absorção infravermelha, utilizando-se o equipamento Bentley 2000[®].

Foram realizados os cálculos de produção de leite corrigida para gordura (6,5%) e produção de leite corrigida para gordura (6,5%) e proteína (5,8%), de acordo com Pulina e Nuda (2002). As equações utilizadas foram:

$$\text{LCG (6,5\%)} = \text{Produção} \times (0,37 + 0,097 \times \text{gordura}) \quad (7)$$

$$\text{LCGP (6,5 e 5,8\%)} = \text{Produção} \times (0,25 + 0,085 \times \text{gordura} + 0,035 \times \text{proteína}) \quad (8)$$

Onde:

LCG = leite corrigido para gordura (1020 kcal/kg);

LCGP = leite corrigido para gordura e proteína (1047 kcal/kg);

Produção de leite em kg;

Teor de gordura e proteína em %.

5.2.7 Determinações de glicose plasmática e ácidos graxos não-esterificados

As amostras sanguíneas para avaliações de glicose plasmática e AGNE sempre foram colhidas no período da manhã por punção da veia jugular externa (Figura 21), e recolhidas em tubos contendo oxalato de potássio (anticoagulante) e fluoreto de sódio (antiglicolítico). Após a colheita, os tubos foram centrifugados durante 12 minutos em centrífuga Fanem[®] modelo Excelsa 280 R a 3000 rpm, colocando-se duas alíquotas de 1,5 mL de plasma sanguíneo em tubos Eppendorf[®] de 1,5 mL. Em seguida, todas as amostras foram conservadas a -18°C para posterior análise. Para a determinação da glicose plasmática foram procedidas amostragens antes da oferta do alimento, e após

três horas do momento do arraçoamento (GUSTAFSSON; PALMQUIST, 1993), sendo quantificadas no final da segunda, quarta, sexta e oitava semana pós-parto.

A glicose sanguínea colhida foi obtida utilizando-se aparelho analisador automático bioquímico YSI 2700-S[®] (Biochemistry Analyser, Yellow Spring-OH). As determinações foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP).

Os teores de ácidos graxos não-esterificados (AGNE) foram determinados enzimaticamente usando "kits" comerciais (NEFA-C Waco Chemicals[®], Richmond, Virginia - EUA) pelo método modificado por Jonhson e Peters (1993), sendo quantificados na segunda, quarta, sexta e oitava semana pós-parto. As determinações de AGNE foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP). As determinações foram feitas em triplicata, usando-se leitor de microplacas Bio-Rad Modelo 3550 com leituras em 550 nanômetros.



Figura 21 - Colheita sanguínea por meio de punção da veia jugular para determinações de glicose plasmática e ácidos graxos não-esterificados

5.2.8 Determinação da progesterona sérica

Para as determinações de progesterona sérica (P_4), amostras de sangue das ovelhas foram colhidas duas vezes por semana (quartas-feiras e sábados), em tubos tipo Vacutainer[®] com gel separador inerte para soro e ativador de coágulo. As colheitas procederam-se do final da segunda semana (momento em que entraram no ensaio de desempenho) até a 10^a semana pós-parto (sendo duas semanas pós-desmama). Após

a colheita, os tubos foram centrifugados durante 12 minutos em centrífuga Fanem® modelo Excelsa 280 R a 3000 rpm. Retiraram-se duas alíquotas de soro sanguíneo de 1,5 mL cada, sendo armazenadas em tubos Eppendorf®. Em seguida, todas as amostras de soro sanguíneo foram conservadas a -18 °C.

As dosagens de progesterona foram realizadas por radioimunoensaio (RIE), em duplicatas, utilizando-se kits comerciais (Diagnostic Products® Co., Los Angeles, CA - EUA) valendo-se do I¹²⁵ e contador de cintilações gama (Beckman®, Mod. 5500). As dosagens de progesterona foram realizadas no Laboratório de Dosagens Hormonais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ/USP). O coeficiente de variação intra-ensaios foi de 4,49% e inter-ensaios foi de 3,07%. A sensibilidade foi de 95,7% para uma concentração mínima de 0,01 ng/mL.

O retorno da atividade ovariana após o parto foi determinado quando a concentração sérica de P₄ das ovelhas atingiu valor maior ou igual a 1 ng/mL. Considerou-se que a primeira ovulação pós-parto ocorreu seis dias antes do primeiro dia em que a concentração de P₄ foi maior ou igual a 1 ng/mL (McNATTY; REVFEIM; YOUNG, 1973).

5.2.9 Comportamento ingestivo dos animais

Durante o experimento de desempenho descrito anteriormente, foi avaliado o comportamento ingestivo dos animais, sendo as rações oferecidas pela manhã, antes do início da observação dos animais.

O comportamento ingestivo dos animais foi avaliado individualmente, durante 24h, com observações visuais realizadas em intervalos de cinco minutos (WEIDNER; GRANT, 1994). Foram determinados os tempos gastos com ingestão, ruminação, mastigação e ócio minutos/dia. O tempo despendido em cada atividade foi calculado multiplicando-se o número total de observações por cinco.

A atividade de mastigação foi obtida por meio do somatório das atividades de ingestão e ruminação conforme Weidner e Grant (1994). Na avaliação de ócio dos animais foi incluída a atividade de ingestão de água. As atividades de ingestão, ruminação e mastigação foram também expressas em minutos/g MS consumida e minutos/g FDN consumida.

5.2.10 Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, sendo definido pela data do parto, número de parto (multípara), tipo de parto (simples), peso da ovelha e sexo da cria. Foram utilizados quatro tratamentos, gerando-se um ensaio com 40 unidades experimentais.

As variáveis relacionadas ao desempenho das ovelhas foram analisadas de acordo com as semanas de lactação, utilizando-se o procedimento MIXED do programa estatístico SAS[®], versão 8 para Windows[®] (SAS, 1999), verificando-se efeitos de tratamento, de tempo e da interação desses fatores. Para as variáveis relacionadas ao comportamento ingestivo dos animais, utilizou-se o procedimento GLM do programa estatístico SAS[®], versão 8 para Windows[®] (SAS, 1999).

Os dados das crias foram arranjados em esquema fatorial 4x2 (quatro tratamentos e dois sexos), utilizando-se o procedimento GLM do programa estatístico SAS[®], versão 8 para Windows[®] (SAS, 1999).

Em todos os casos, o teste de Tukey com nível de significância de 5% foi utilizado para efeito de comparação de média entre tratamentos.

5.3 Resultados e Discussão

5.3.1 Peso corporal, consumo dos nutrientes e produção de leite

Os dados de peso corporal, consumo dos nutrientes e produção de leite estão apresentados na Tabela 20. Não verificou-se diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos no peso corporal final das ovelhas, entretanto, para variação de peso corporal houve diferença ($P < 0,05$) entre as rações experimentais. A ração contendo cana-de-açúcar *in natura* propiciou maior ganho de peso das ovelhas no final do experimento quando comparado com a silagem tratada com 1% de calcário. Possivelmente, essa variação no peso corporal pode estar relacionada ao consumo de matéria seca dos animais, onde para as ovelhas alimentadas com rações contendo silagem tratada com 1% de calcário, onde fatores intrínsecos a este volumoso propiciou menor consumo e, conseqüentemente, menor aporte de nutrientes para os animais.

Em todas as variáveis relacionadas ao consumo de matéria seca, foi verificada diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos e entre as semanas de lactação ($P < 0,01$), bem como para a interação entre estes ($P < 0,01$). As ovelhas alimentadas com a ração contendo cana-de-açúcar *in natura* apresentaram maior consumo de matéria seca em relação às alimentadas com a silagem contendo 1% de calcário. Possivelmente, esta redução no consumo de matéria seca pode estar relacionada aos produtos da fermentação desse volumoso, principalmente por ser tratada com o agente alcalino, o qual propiciou maiores concentrações de ácidos orgânicos. Estes dados estão de acordo com Van Soest (1994), onde menciona que o alto conteúdo de ácidos nas silagens extensivamente fermentadas pode causar redução na aceitabilidade do alimento. Outra possível explicação para o menor consumo desta silagem pode ser relacionada ao maior teor de fibra em comparação à cana-de-açúcar *in natura* (Tabela 18) e ao menor teor de carboidratos solúveis, o que segundo Van Soest (1994) ocasiona redução da disponibilidade de energia para o crescimento dos microrganismos ruminais, acarretando diminuição da digestibilidade (Capítulo 4), reduzindo a taxa de passagem do alimento e, conseqüentemente, o consumo.

Mendes (2006) avaliou o desempenho produtivo de cabras em lactação recebendo rações contendo 50% de volumoso e 50% de concentrado, diferindo quanto ao tipo do volumoso utilizado: cana-de-açúcar *in natura*, silagem de cana-de-açúcar sem aditivo ou silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV). O autor verificou que houve diferença no consumo de matéria seca entre a cana-de-açúcar *in natura* picada e as silagens. Os animais que receberam a cana-de-açúcar *in natura* apresentaram consumo médio de 2,8 kg MS/dia, enquanto que para as silagens os consumos foram semelhantes, sendo encontrados valores de 2,2 e 2,4 kg MS/dia para os tratamentos com e sem aditivo, respectivamente. Entretanto, Gentil (2006) ao trabalhar com cabras em lactação recebendo rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e ensilada, tratada com aditivos químicos e microbiano, não verificou diferença no consumo de matéria seca, obtendo valores médios de 2,2 kg MS/dia.

Na Figura 22 estão apresentados os valores de consumo de matéria seca em função dos tratamentos ao longo das semanas de lactação. Constatou-se efeito de semana ($P < 0,01$) e interação entre tratamentos e semanas de lactação ($P < 0,01$). Já a

Tabela 19 apresenta as equações de regressão para obtenção do cálculo de consumo de matéria seca em função das semanas de lactação. Verificou-se que o consumo de matéria seca na terceira semana de lactação foi inferior para as rações contendo as silagens com os aditivos em relação à ração contendo cana-de-açúcar *in natura* e a silagem controle. Essa redução ocorreu em razão de na primeira mistura dos ingredientes concentrados para essas rações ter sido utilizado uma fonte de fósforo (mono-amônio-fosfato) para a correção da relação cálcio e fósforo a 2:1, entretanto, foi observado redução no consumo de matéria seca das ovelhas. Dessa forma, após a constatação da baixa aceitabilidade do ingrediente pelos animais, optou-se por utilizar a mesma ração concentrada para todos os tratamentos.

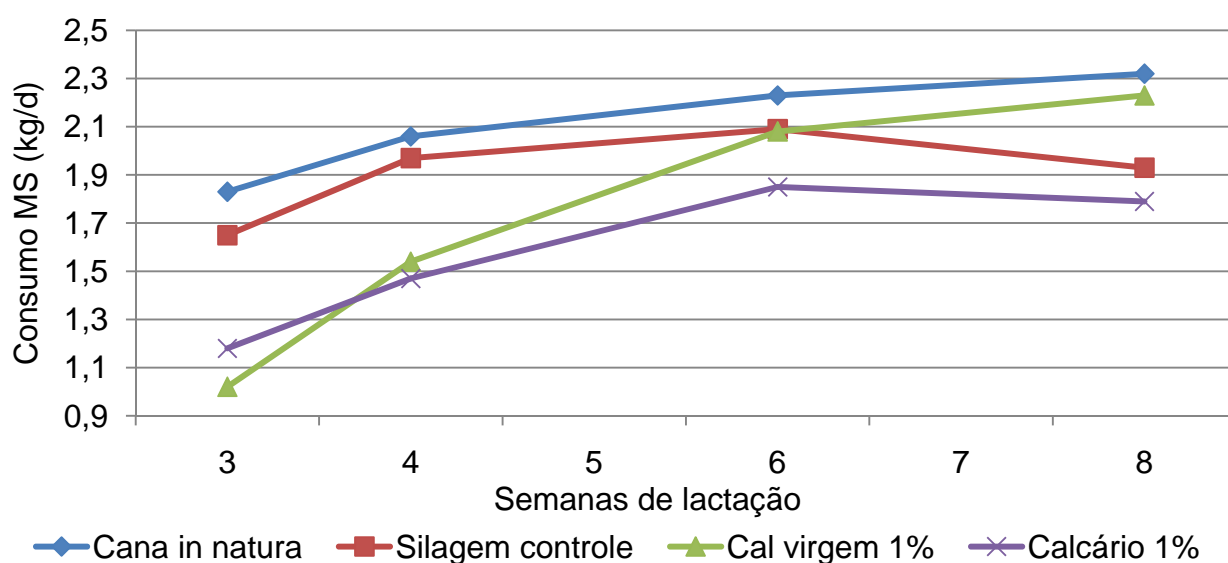


Figura 22 - Consumo de matéria seca (MS) pelas ovelhas Santa Inês de acordo com as rações experimentais e semanas de lactação

Após a terceira semana de lactação foi verificado para todos os tratamentos, aumento no consumo de matéria seca até a sexta semana de lactação. A partir dessa semana, somente as rações que apresentavam cana-de-açúcar *in natura* e silagem tratada com 1% de cal virgem mantiveram aumento no consumo, enquanto que para as rações contendo silagem controle e tratada com 1% de calcário houve um ligeiro declínio de consumo. Provavelmente, o aumento no consumo de matéria seca pode ser

justificado pela recuperação pós-parto das ovelhas e pelo fato da demanda de energia no decorrer da lactação (SUSIN, 1996). Contudo, não somente fatores intrínsecos aos animais possibilitaram alterações no consumo, uma vez que, se analisarmos as diferenças no consumo de matéria dos animais entre a sexta e oitava semana pode-se observar que os tratamentos contendo cana-de-açúcar *in natura* e silagem tratada com 1% de cal virgem apresentaram elevação no consumo, enquanto que, para as rações contendo silagem controle e tratada com 1% de calcário verificou-se início de redução de consumo.

Tabela 19 - Equações de regressão do consumo de matéria seca (MS) em função das semanas de lactação de acordo com rações experimentais

Consumo MS, kg/d	Equações
Cana <i>in natura</i>	$Y=1,6864+0,0813*S$
Silagem controle	$Y=1,0660+0,3501*S-0,0303*S^2$
Cal virgem 1%	$Y=0,2291+0,4397*S-0,0237*S^2$
Calcário 1%	$Y=1,5270-0,4215*S+0,1464*S^2-0,0112*S^3$

¹S: tempo em semanas.

O principal objetivo da adição de aditivos no processo de ensilagem da cana-de-açúcar, seja ele químico ou microbiano, é o controle da produção de etanol, o qual pode gerar perdas energéticas consideráveis, elevando perdas de carboidratos solúveis (McDONALD; HENDERSON; HERON, 1991), além de provocar possível rejeição ou diminuição inicial do consumo de matéria seca do animal (SCHMIDT et al., 2004). Contudo, analisando as variáveis da dinâmica fermentativa da silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de calcário (Tabela 5), verificou-se que o aditivo foi eficiente no controle da produção de etanol, bem como, a silagem apresentou maior quantidade de carboidratos solúveis residuais. Entretanto, quando se realiza uma analogia entre os dados do processo fermentativo dessas silagens com o consumo de matéria seca das ovelhas, verifica-se que, apesar da possível menor quantidade de etanol e maior conteúdo de carboidratos solúveis nas rações, o consumo de matéria seca foi inferior em comparação aos demais tratamentos. Outros fatores devem estar contribuindo para

este fato, entretanto, ainda não foi elucidado baseado na literatura consultada. A aceitabilidade deve ser o fator mais evidente neste caso.

Da mesma forma, como ocorreu no consumo de matéria seca, o consumo dos componentes da parede celular, apresentados na Tabela 20, para todas as frações (FDN, FDA e hemicelulose) foi diferente ($P < 0,01$) entre os tratamentos, bem como para as semanas de lactação ($P < 0,01$) e para interação entre os fatores ($P < 0,01$). O maior consumo dos componentes da parede celular foi verificado nos animais alimentados com a ração contendo silagem controle, os quais apresentaram valor médio de 0,7, 0,4 e 0,3 kg/dia de FDN, FDA e hemicelulose, respectivamente. As demais rações não apresentam diferentes entre si para estes componentes. Possivelmente, o maior consumo destas frações para o tratamento contendo silagem controle pode ser explicado pela maior concentração dos componentes fibrosos na ração (Tabela 18), a qual apresentou esta característica em função do maior consumo de componentes solúveis durante o processo fermentativo. Para as demais rações, o menor consumo destas frações pode estar relacionado a maiores concentrações de carboidratos solúveis no volumoso, o que propiciou rações com menores teores de FDN, FDA e hemicelulose (Tabela 18).

Também na Tabela 20 estão apresentados os valores de produção de leite (g/3h), produção de leite corrigida para gordura e para gordura e proteína. Embora tenha havido diferença ($P < 0,05$) no consumo de matéria seca entre os tratamentos, as produções de leite não foram diferentes entre os tratamentos, mesmo quando a produção foi corrigida para gordura e para gordura e proteína. A produção média de leite observada entre os tratamentos foi de 161,5 g/3h, o que pode ser considerada produção satisfatória ao longo da lactação de ovelhas Santa Inês. Porém, estão abaixo do encontrado por Araujo (2006) que observou valores médio de produção de leite de 184,4 g/3h, e por Mendes et al. (2003) que constataram produção média de 175,0 g/3h, utilizando silagem de milho como volumoso em 50% da matéria seca da ração. Por outro lado, valor semelhante foi encontrado por Susin et al. (2005), onde verificaram produção média de leite de 162,5 g/3h, utilizando silagem de milho como fonte volumosa, representando 50% da matéria seca das rações.

Tabela 20 - Peso corporal, consumo de matéria seca e produção de leite de ovelhas Santa Inês alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e ensilada com ou sem aditivos

Variável	Tratamentos ¹				EPM ²	Trat ³	Sem ⁴	Trat*Sem ⁵
	Cana <i>in natura</i>	Silagem controle	Cal virgem 1%	Calcário 1%				
Peso corporal (kg)								
Inicial	59,6	58,9	60,0	59,6	-	-	-	-
Final	61,6	59,5	58,9	57,1	1,05	0,16	-	-
Variação	2,0 ^a	0,6 ^{ab}	-1,2 ^{ab}	-2,5 ^b	0,58	0,01	-	-
Consumo de MS								
kg/d	2,1 ^a	1,9 ^{ab}	1,7 ^{ab}	1,6 ^b	0,04	0,006	<0,001	0,001
% PC ⁶	3,5 ^a	3,2 ^{ab}	2,9 ^b	2,7 ^b	0,07	0,004	<0,001	0,001
g/kg PC ^{0,75 (7)}	97,0 ^a	89,7 ^{ab}	79,5 ^b	73,9 ^b	1,86	0,003	<0,001	0,001
Consumo FDN, kg/d	0,5 ^b	0,7 ^a	0,6 ^b	0,5 ^b	0,02	0,001	<0,001	<0,001
Consumo FDA, kg/d	0,3 ^b	0,4 ^a	0,3 ^b	0,3 ^b	0,01	0,001	<0,001	<0,001
Consumo HEM, kg/d	0,3 ^{ab}	0,3 ^a	0,2 ^b	0,2 ^b	0,01	0,002	<0,001	<0,001
Produção (g/3h)								
Leite	175,1	157,3	161,7	151,9	3,22	0,65	0,25	0,24
LCG ⁸	170,6	183,1	177,5	172,5	3,95	0,96	0,03	0,09
LCGP ⁹	165,7	174,4	170,1	164,4	3,67	0,97	0,05	0,08

¹Tratamentos: Cana *in natura* = cana-de-açúcar *in natura* picada; Silagem controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (P>0,05); ²EPM: erro padrão da média; ³Trat: efeito de tratamento; ⁴Sem: efeito de semanas; ⁵Trat*Sem: efeito da interação entre tratamentos e semanas; ⁶PC: peso corporal; ⁷PC^{0,75}: peso metabólico; ⁸LCG: leite corrigido para gordura; ⁹LCGP: leite corrigido para gordura e proteína.

Trabalhos avaliando a produção de leite de ovelhas alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e silagens desta forrageira são escassos na literatura, encontrando-se apenas trabalhos utilizando cabras e vacas em lactação. Gentil (2006) trabalhou com cabras em lactação alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e microbiano e não encontrou diferença no consumo de matéria seca e na produção de leite, obtendo valores médios de 2,2 e 2,0 kg/dia, respectivamente. Mendes (2006) ao trabalhar com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e ensilada tratada com aditivo microbiano heterolático, para cabras em lactação observou a mesma tendência em relação ao presente trabalho, verificando maior consumo de matéria seca para a ração que continha cana-de-açúcar *in natura* em comparação as silagens. Contudo, o autor também não verificou diferença para produção de leite dos animais, os quais apresentaram média de 1,5 kg de leite/dia. Em experimento com vacas em lactação alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e ensilada, Queiroz (2006) verificou maior consumo nos animais que consumiram silagem frente ao volumoso fresco, entretanto a produção de leite não foi afetada pelas diferenças no consumo, apresentando valor médio de 24,5 kg/dia.

Não houve diferença ($P > 0,05$) entre as semanas de lactação, bem como a interação entre os tratamentos e as semanas para a produção de leite (Tabela 20). A produção de leite em função dos tratamentos e das semanas de lactação está apresentada na Figura 23. Para a produção de leite corrigida para gordura foi constatado diferença ($P < 0,05$) entre as semanas de lactação (Figura 24).

Conforme pode ser observado na Figura 23, a diminuição da produção de leite na primeira semana do experimento das ovelhas alimentadas com as rações contendo cana-de-açúcar ensilada com aditivos foi devido a redução da aceitabilidade destas rações em função da adição de mono-amônio-fosfato (MAP) no concentrado, na tentativa de balancear a relação Ca:P. Ao se constatar esse problema, resolveu-se eliminar o MAP do concentrado e o consumo voltou ao normal. Dessa forma, provavelmente os valores médios de produção ao longo da lactação tornaram-se semelhantes em função da baixa produção verificada na primeira semana do experimento para estes tratamentos (média de 144,6 g/3h), que por outro lado, os

tratamentos que compreendiam os volumosos cana-de-açúcar *in natura* e silagem controle não sofreram esta influência, expressando na terceira semana o pico de lactação das ovelhas (185,5 g/3h). Assim, provavelmente o valor médio obtido para primeira semana do experimento de 165,1 g/3h, penalizou a comparação entre as semanas de lactação (Figura 23).

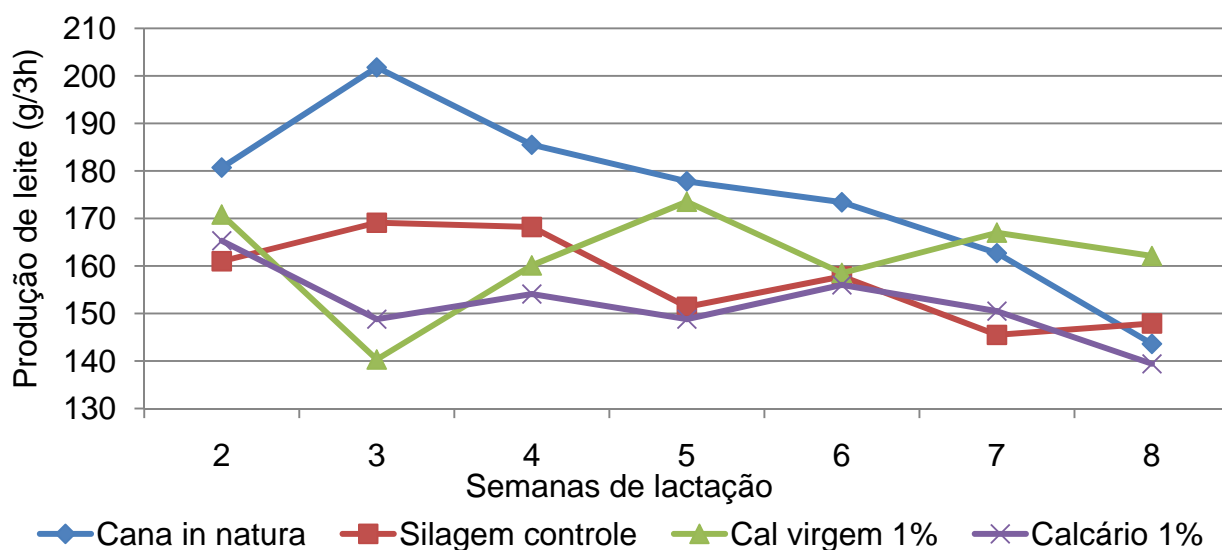


Figura 23 - Produção de leite (g/3h) de ovelhas Santa Inês de acordo com as rações experimentais e semanas de lactação

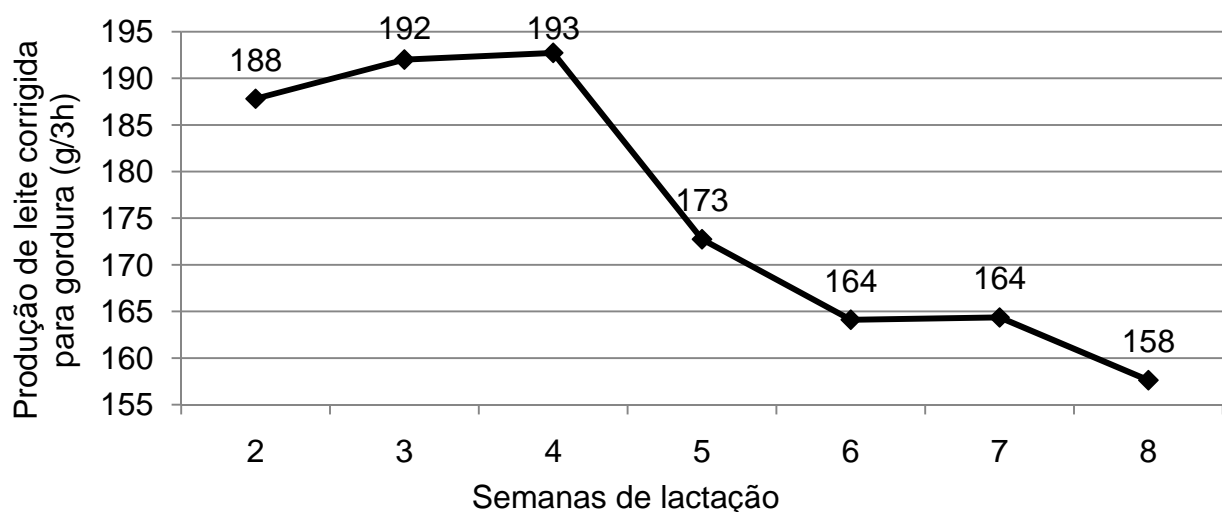


Figura 24 - Produção de leite corrigida para gordura (g/3h) de ovelhas Santa Inês de acordo com as semanas de lactação

Como não foi constatada diferença ($P>0,05$) na produção de leite entre os tratamentos e a produção de leite corrigida para gordura foi diferente ($P<0,05$) entre os tratamentos ao longo das semanas de lactação, dessa forma, na Figura 24 são apresentados os dados agrupados como média de todos os tratamentos, levando-se em conta apenas o efeito de semanas ($P<0,05$). O pico de lactação foi verificado entre o final da terceira e quarta semana de lactação (28° ao 35° dia pós-parto).

Estes dados estão de acordo com o encontrado por Susin et al. (2005), que trabalharam com ovelhas Santa Inês em lactação e encontraram máxima produção de leite variando entre o 25° e 34° dia de lactação. Da mesma forma, Araujo (2006) utilizou ovelhas Santa Inês alimentadas com teores crescentes de casca de soja, também verificou pico de produção próximo aos dias encontrados no presente trabalho.

5.3.2 Produção e composição dos constituintes do leite

A Tabela 21 apresenta os dados de composição e produção dos constituintes do leite. Foi verificada diferença ($P<0,01$) entre os tratamentos para o teor de gordura no leite, bem como para as semanas de lactação ($P<0,01$). Não houve interação ($P>0,05$) entre os tratamentos e as semanas de lactação para esta variável. O teor de gordura do leite foi maior para as ovelhas que consumiram as rações contendo as silagens.

Segundo Huhtanen et al. (2003), a produção de ácidos orgânicos durante o processo de fermentação da silagem pode modificar o fornecimento de nutrientes ao animal, conseqüentemente, ocorrendo alterações na absorção desses compostos e na composição do leite. Segundo os mesmos autores, o ácido acético e o ácido butírico são os principais ácidos orgânicos encontrados na silagem, os quais, para os ruminantes são precursores de gordura no leite. Por outro lado, o etanol também encontrado em silagens de cana-de-açúcar é potencialmente aproveitável como substrato energético, por meio de sua conversão a acetato no rúmen (CHALUPA; EVANS; STILLIONS, 1964). Provavelmente, as rações que continham as silagens proporcionaram às ovelhas quantidades superiores de acetato, proveniente como produto da fermentação das silagens, bem como da conversão do etanol e de butirato no rúmen, em comparação a ração que continha cana-de-açúcar *in natura*.

Tabela 21 - Teores e produções dos componentes do leite de ovelhas Santa Inês alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e ensilada com ou sem aditivos

Variável	Tratamentos ¹				EPM ²	Trat ³	Sem ⁴	Trat*Sem ⁵
	Cana <i>in natura</i>	Silagem controle	Cal virgem 1%	Calcário 1%				
Teor (%)								
Gordura	6,3 ^b	8,0 ^a	7,6 ^a	8,0 ^a	0,11	0,001	<0,001	0,69
Proteína	4,8	4,7	4,7	4,7	0,03	0,62	<0,001	0,10
Lactose	4,9	4,8	4,9	4,8	0,03	0,83	<0,001	0,66
Sólidos totais	17,6 ^b	18,9 ^a	18,8 ^a	19,1 ^a	0,11	0,02	<0,001	0,41
Produção (g/3h)								
Gordura	10,9	12,9	12,1	12,0	0,31	0,78	0,005	0,19
Proteína	8,3	7,3	7,6	7,0	0,14	0,31	0,92	0,78
Lactose	8,7	7,6	7,9	7,4	0,17	0,43	0,27	0,42
Sólidos totais	30,7	30,1	30,2	28,7	0,61	0,96	0,26	0,13

¹Tratamentos: Cana *in natura* = cana-de-açúcar *in natura* picada; Silagem controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (P>0,05); ²EPM: erro padrão da média; ³Trat: efeito de tratamento; ⁴Sem: efeito de semanas; ⁵Trat*Sem: efeito da interação entre tratamentos e semanas.

Este fato é condizente com as características encontradas na avaliação da dinâmica fermentativa (Tabela 5), uma vez que, foi verificada a presença destes componentes nas silagens. Por outro lado, a ração que continha cana-de-açúcar *in natura*, possivelmente pela maior quantidade de carboidratos solúveis e menor teor de fibra em sua composição pode ter gerado no ambiente ruminal condições para o aumento da concentração de propionato, promovendo maior produção de glicose (Tabela 23), por meio da via gliconeogênica, e por conseqüência, maior liberação de insulina. O aumento da concentração de insulina poderia reduzir então o teor de gordura do leite, por diminuir o aporte de substratos para síntese de lipídios, na glândula mamária, uma vez que, este hormônio estimula a lipogênese, podendo dessa forma, haver redução no aporte de acetato para a glândula mamária. Apesar de os parâmetros ruminais de borregos não demonstrarem maior concentração de propionato entre as rações experimentais (Tabela 17), a avaliação da concentração de glicose plasmática mostrou que as ovelhas alimentadas com a ração contendo cana-de-açúcar *in natura* apresentaram maiores quantidades deste componente ($P < 0,05$) após três horas do fornecimento da ração quando comparada às rações contendo as silagens (Tabela 23).

Os dados obtidos no presente experimento estão de acordo com o encontrado por Mendes (2006), que ao trabalhar com cabras em lactação alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar *in natura*, silagem de cana-de-açúcar sem aditivo e silagem tratada com aditivo microbiano heterolático, verificou aumento nos teores de gordura no leite para os animais que consumiram as silagens. Da mesma forma, Gentil (2006) observou valores de 3,7 % de gordura no leite de cabras alimentadas com rações contendo silagens de cana-de-açúcar, verificando diferença significativa para esta variável quando os animais foram alimentados com a ração contendo cana-de-açúcar *in natura*. Não foram encontrados na literatura trabalhos relacionados à produção de leite e composição de seus constituintes em ovelhas alimentadas com silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos ou simplesmente ensilada.

Na Figura 25 são apresentados os teores de gordura do leite em função dos tratamentos e das semanas de lactação.

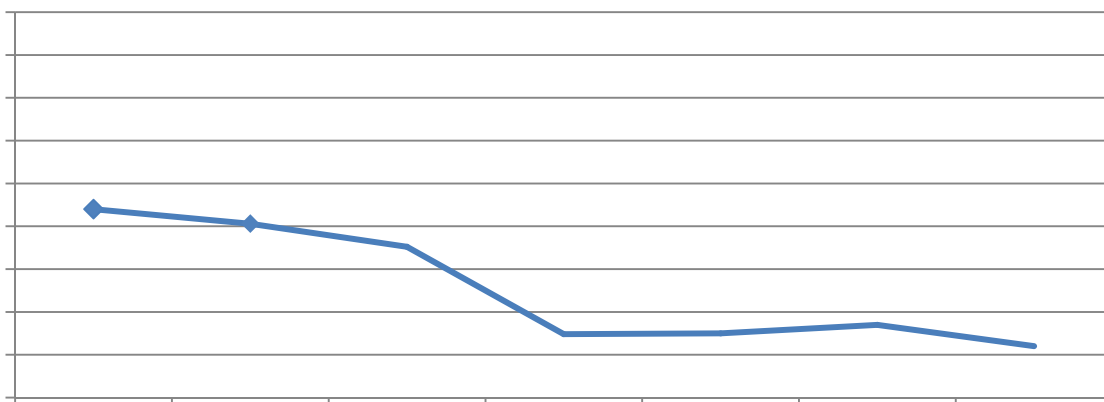


Figura 25 - Teor de gordura no leite (%) de ovelhas Santa Inês de acordo com as rações experimentais e semanas de lactação

Observou-se que para os tratamentos que continham as silagens, estes apresentaram valores superiores ao longo das semanas de lactação frente à ração composta pela cana-de-açúcar *in natura*. Conforme mencionado anteriormente, possivelmente, os menores valores obtidos para a ração contendo cana-de-açúcar *in natura* pode estar relacionada a menores componentes precursores de gordura no leite (acetato e butirato), bem como maior produção de leite, apesar de não ser observada diferença significativa entre os tratamentos para esta última variável.

Segundo Ploumi, Belibasaki e Triantaphyllidis (1998) os teores de gordura tendem a apresentar relação inversa com a produção de leite, com menores concentrações de gordura e sólidos totais encontrados próximos ao pico de produção de leite. Este fato não foi confirmado no presente trabalho, onde se verificou queda efetiva no teor de gordura no final da sexta semana para as rações compostas por silagens e, no final da quinta semana para a ração que continha cana-de-açúcar *in natura*, sendo que estes momentos foram representados por queda na produção de leite (Figura 23).

Para as rações que continham silagem de cana-de-açúcar tratada com cal virgem ou calcário, os elevados valores do teor de gordura entre o final da terceira e da

quarta semana de lactação podem ser explicados pela redução no consumo de matéria seca neste período. Porém, os animais consumindo as rações contendo silagem controle não apresentaram interferência no consumo inicial e no mesmo período apresentaram teores de gordura no leite elevados. Este fato pode ser atribuído a ingestão dos ácidos orgânicos provenientes da silagem e do etanol, os quais podem ter contribuído para elevação do teor de gordura no leite em relação aos animais alimentados com as rações que continham cana-de-açúcar *in natura*.

As concentrações de proteína e lactose do leite das ovelhas são apresentadas na Tabela 21. Não houve diferença ($P>0,05$) entre as rações experimentais para essas variáveis. Esses valores estão de acordo com dados relatados na literatura para ovelhas da raça Santa Inês. Susin et al. (2005) encontraram valores médios de 4,40 e 5,1% para os teores de proteína e lactose no leite, respectivamente. Mendes et al. (2003) observaram teores de proteína e lactose de 4,3 e 5,3%, respectivamente, no leite de ovelhas da raça Santa Inês.

Segundo Huhtanen et al. (2003), vacas recebendo silagens com altas concentrações de ácido láctico e acético ou que sofreram intenso processo de proteólise, apresentaram redução no teor de proteína no leite, o que pode ser justificado pela redução do consumo de matéria seca e da síntese de proteína microbiana. Ainda, Fredeen (1996) sugeriu que o baixo consumo de matéria seca e o desequilíbrio na ingestão de proteína na dieta possam ser as causas das alterações no teor de proteína do leite. Dessa forma, apesar de no presente trabalho ter verificado redução no consumo de matéria seca nos animais alimentados com as rações contendo silagens, e que, possivelmente estas silagens apresentaram concentrações consideráveis de ácido acético (Tabela 5) e outros ácidos orgânicos promotores de redução no consumo (VAN SOEST, 1994), a ingestão de proteína bruta das rações e a fermentação ruminal nos animais foi suficiente para garantir a produção de proteína microbiana necessária para suprir as exigências de produção de proteína no leite e apresentarem excreções semelhantes entre os tratamentos (Tabela 21).

A similaridade para as concentrações de lactose no leite entre os tratamentos já era esperada, visto que este constituinte apresenta pouca possibilidade de sofrer alterações em relação aos aspectos nutricionais da dieta (FREDEEN, 1996; ARAUJO,

2006; GENTIL, 2006), sendo responsável pela manutenção da osmolaridade nos processos de formação e secreção do leite. Dessa forma, a quantidade de água do leite e, conseqüentemente, o volume de leite produzido, depende da quantidade de lactose secretada na glândula mamária (MENDES, 2006). Desta forma, Gentil (2006) trabalhou com cabras em lactação alimentadas com rações contendo silagens de cana-de-açúcar e esta forrageira *in natura*, também não verificou diferenças entre os tratamentos nos teores de lactose, observando para esta variável, valor médio de 4,5%.

As Figuras 26 e 27 apresentam as concentrações médias de proteína e lactose, respectivamente, ao longo das semanas de lactação. Os dados foram agrupados como média de todos os tratamentos, levando-se em conta apenas o efeito de semanas ($P < 0,05$), uma vez que não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos, bem como da interação entre tratamentos e semanas de lactação ($P > 0,05$). Entretanto, houve elevação na concentração da proteína com o avançar das semanas (Figura 26).

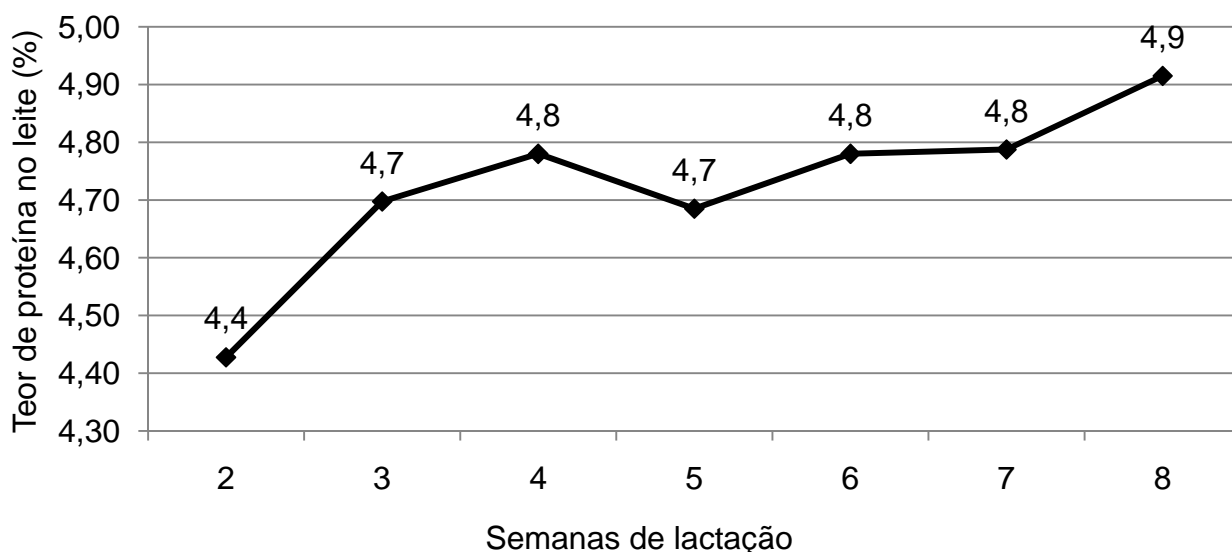


Figura 26 - Teor médio de proteína no leite (%) de ovelhas Santa Inês de acordo com as semanas de lactação

Nas concentrações de lactose verificou-se queda ao longo das semanas de lactação (Figura 27), uma vez que, a lactose é o maior componente osmótico do leite, assim, os teores dessa variável acompanharam a produção média de leite. Tais

observações estão de acordo com Araujo (2006), que verificou que a resposta do teor de lactose em função dos dias de lactação acompanhou a resposta observada para a produção de leite. Vale ressaltar que, apesar da detecção de diferença ($P < 0,01$) entre as semanas de lactação nos valores de proteína e lactose, a amplitude destas variáveis foi de 0,5 e 0,3 unidades percentuais ao longo das semanas de lactação, respectivamente.

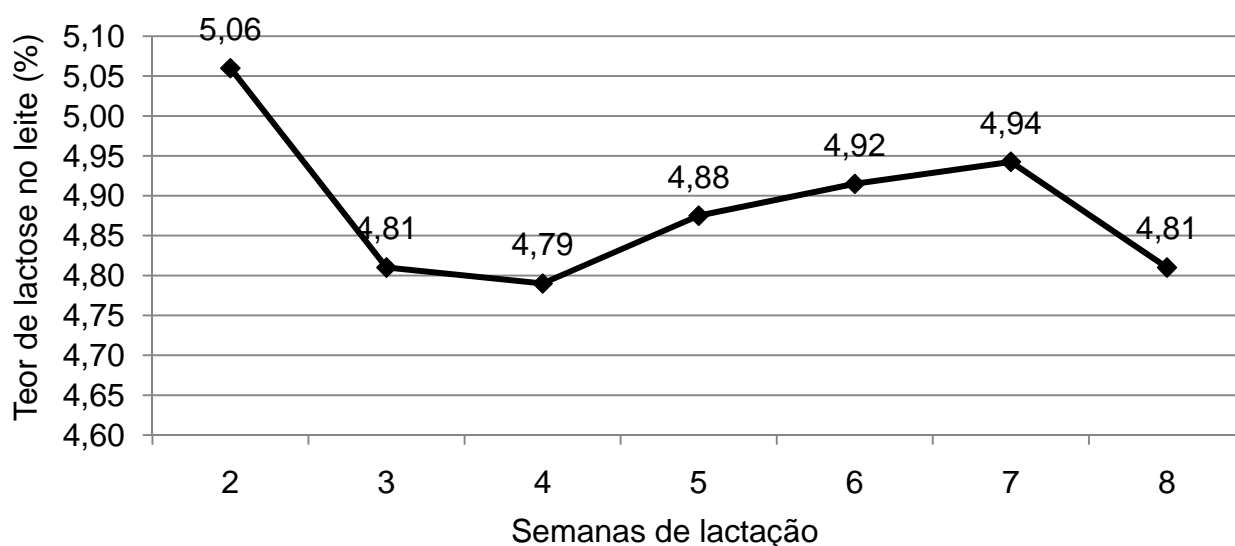


Figura 27 - Teor médio de lactose no leite (%) de ovelhas Santa Inês de acordo com as semanas de lactação

Foi verificada diferença ($P < 0,01$) entre os tratamentos para o teor de sólidos totais no leite, bem como para as semanas de lactação ($P < 0,01$). Não houve interação ($P > 0,05$) entre os tratamentos e as semanas de lactação para esta variável. O teor de sólidos totais do leite foi maior para as ovelhas que consumiram as rações contendo as silagens. A ração contendo cana-de-açúcar *in natura* propiciou o menor teor de sólidos totais médio. Dessa forma, as concentrações de sólidos totais entre os tratamentos foram influenciadas pelos teores gordura verificados no leite (Tabela 21). Uma vez que não foram verificadas diferenças ($P > 0,05$) para as variáveis, concentração de proteína e lactose.

Na Figura 28 são apresentados os teores de sólidos totais do leite em função dos tratamentos e das semanas de lactação. Conforme pode ser observado em todos os tratamentos, exceto para a cana-de-açúcar *in natura*, foi verificada evolução dos valores semelhantes aos encontrados para o teor de gordura no leite ao longo das semanas de lactação, demonstrando a influência desta variável na concentração de sólidos totais no leite.

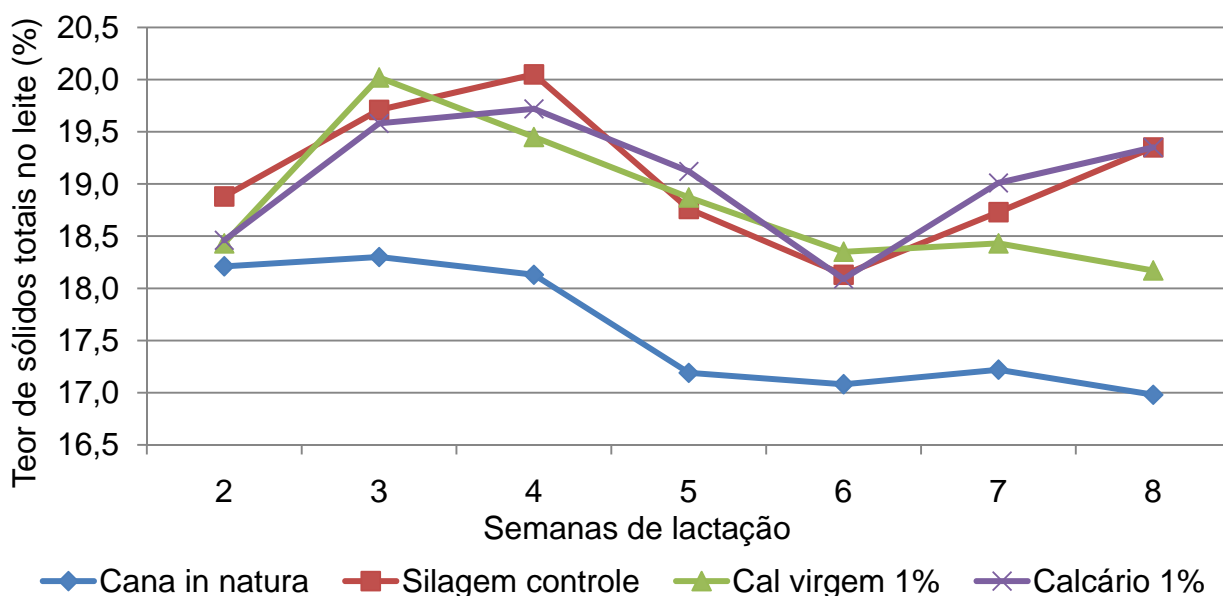


Figura 28 - Teor de sólidos totais no leite (%) de ovelhas Santa Inês de acordo com as rações experimentais e às semanas de lactação

Em relação à produção total dos constituintes do leite, todas as variáveis analisadas não apresentaram diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 21). Provavelmente este efeito pode ser explicado em razão da produção de leite também não ter apresentado diferença (Tabela 20) entre os animais que consumiram as rações experimentais. Verificou-se diferença ($P < 0,01$) na produção de gordura ao longo da lactação (Figura 29), onde as maiores produções ocorreram até o final da quarta semana de lactação, sendo que após este momento as produções decresceram até o final da lactação das ovelhas.

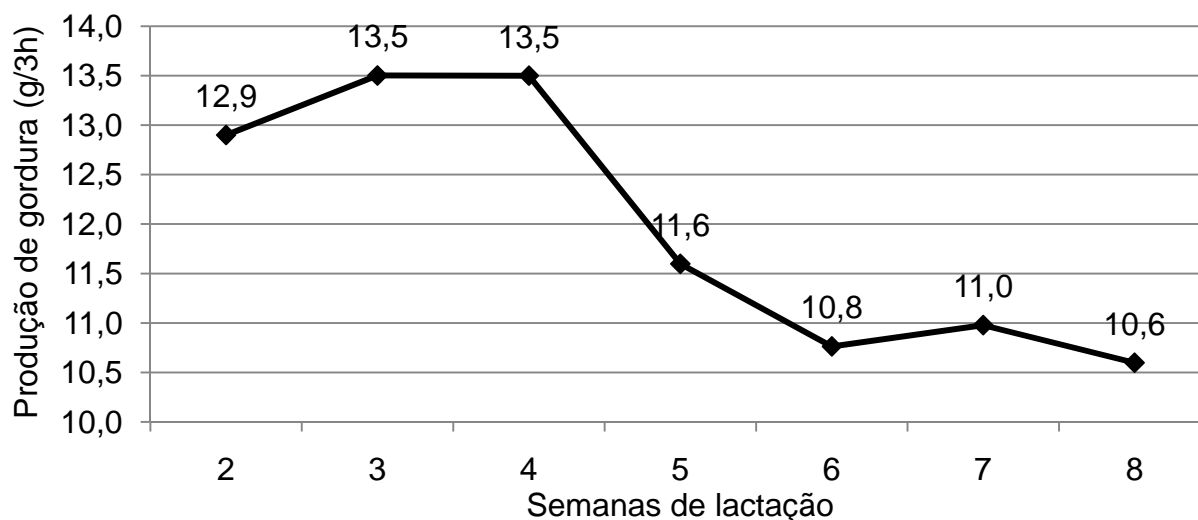


Figura 29 - Produção de gordura (g/3h) no leite de ovelhas Santa Inês de acordo com as semanas de lactação

Este fato pode ser explicado em função da queda da produção de leite (Figura 23) juntamente com reduções nos teores de gordura do leite a partir da quinta semana de lactação dos animais alimentados com as rações experimentais (Figura 25). Provavelmente, a não constatação de diferença ($P>0,05$) ao longo das semanas para a produção de proteína e lactose pode ser em virtude do aumento das concentrações desses componentes com o avançar das semanas de lactação das ovelhas, embora a produção tenha decrescido.

5.3.3 Desempenho das crias

Os dados de peso ao nascimento, peso à desmama e ganho médio diário das crias estão apresentados na Tabela 22. Não foi verificada diferença ($P>0,05$) em nenhuma variável analisada em relação as crias em função dos tratamentos impostos às ovelhas, bem como do efeito de sexo das crias e da interação tratamento e sexo. O ganho médio diário dos animais foi de 221,3 g/dia. A ingestão de concentrado inicial pelas crias não foram quantificadas no presente trabalho.

Tabela 22 - Peso ao nascimento (PN), peso à desmama (PD) e ganho médio diário (GMD) do nascimento à desmama das crias em função das rações experimentais das matrizes

Variável ²	Tratamentos ¹				EPM ³	Trat ⁴	Sexo ⁵	Trat*Sexo ⁶
	Cana <i>in natura</i>	Silagem controle	Cal virgem 1%	Calcário 1%				
PN, kg	4,5	4,7	4,2	4,4	0,12	0,33	0,36	0,38
PD, kg	18,6	17,5	17,1	16,9	0,57	0,33	0,89	0,46
GMD, g	237,5	217,0	219,0	211,5	0,01	0,46	0,46	0,77

¹Tratamentos: Cana *in natura* = cana-de-açúcar *in natura* picada; Silagem controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. ²PN: peso ao nascimento, PD: peso à desmama, GMD: ganho médio diário; ³EPM: erro padrão da média; ⁴Trat: efeito de tratamento; ⁵Sexo: efeito de sexo; ⁶Trat*Sexo: efeito da interação entre tratamentos e sexo.

Segundo Zamiri et al. (2001), ovelhas produzindo 1,3 L de leite/dia desmamaram crias pesando 31,1 kg de peso corporal, enquanto ovelhas produzindo 1,0 L/dia desmamaram crias pesando 28,4 kg ($P < 0,05$). Estes dados de peso à desmama estão acima do encontrado no presente experimento, apesar da produção de leite média das mães terem sido semelhantes (em torno de 1,3 L/dia). Esta diferença pode ter sido devida a idade a desmama e ou a raça das crias. Possivelmente no presente trabalho, como a produção de leite das ovelhas foram semelhantes ($P > 0,05$) entre os tratamentos e o fornecimento da ração de *creep-feeding* ser realizada de forma *ad libitum*, propiciaram peso à desmama e ganho médio diário equivalentes entre os tratamentos. Porém, foi inesperada a não constatação de diferenças entre os sexos das crias, uma vez que, geralmente os machos apresentam maior desempenho em relação às fêmeas.

Araujo (2006) ao trabalhar com ovelhas da raça Santa Inês em lactação verificou que as crias apresentaram aumento no ganho de peso diário conforme os tratamentos impostos as mães, que influenciou na produção de leite, demonstrando a importância do leite materno no desenvolvimento das crias. O autor verificou que com o aumento ($P < 0,05$) da produção de leite das mães de acordo com os tratamentos (142, 180, 213 e 203 g/3h), as crias apresentaram ganho médio diário de 200, 220, 235 e 236 g,

respectivamente. Entretanto, as ovelhas no presente trabalho apresentaram produções médias de leite menores (variando entre 152 e 175 g/3h), e observou-se ganhos médios de suas crias semelhantes (variando entre 212 e 238 g/dia). Possivelmente, a semelhança de ganhos verificados para uma menor produção leiteira quando comparado aos dados de Araujo (2006), pode ser explicada em função de os cordeiros no presente trabalho não terem tido acesso ao cocho de suas mães, tendo somente ração concentrada e o leite materno como alimento, não sendo possível o consumo de fibra da ração materna, o qual possivelmente diminuiria a capacidade de ingestão e o aporte de nutrientes aos cordeiros.

5.3.4 Condição corporal, teores de AGNE, glicose e retorno da atividade ovariana

Os valores de escore de condição corporal final, de dias pós-parto necessários para o retorno da atividade ovariana e as concentrações de ácidos graxos não-esterificados e glicose nas ovelhas Santa Inês em lactação de acordo com as rações experimentais estão apresentados na Tabela 23.

O valor de escore corporal inicial do presente trabalho está de acordo com os obtidos por Susin, Loerch e McClure (1995), onde verificaram escore de condição corporal para ovelhas Polipay variando entre 2,9 e 3,1. Da mesma forma, Araujo (2006) verificou em ovelhas Santa Inês em início da lactação escores variando entre 3,9 a 3,1.

O escore de condição corporal no final do experimento não foi diferente ($P>0,05$) entre os tratamentos, o qual apresentou valor médio de 3,2, indicando que as rações experimentais foram eficientes no fornecimento de nutrientes, mantendo os animais em estado nutricional adequados. Tal observação está de acordo com os dados de peso corporal final dos animais e, apesar de as rações contendo silagem tratada com 1% de cal virgem ou 1% de calcário terem propiciado ligeiras variações negativas de pesos corporais e menores consumo de matéria seca (Tabela 20), possivelmente o aporte de nutrientes foi suficiente para suprir as exigências dos animais ao longo da lactação, os quais podem ser justificados pela não constatação de diferença ($P>0,05$) na produção de leite de acordo com as rações experimentais (Tabela 20).

Tabela 23 - Escore de condição corporal (ECC) final, dias para retorno da atividade ovariana, concentração de ácidos graxos não esterificados (AGNE) e concentração de glicose plasmática de ovelhas Santa Inês alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e ensilada

Variável	Tratamentos ¹				EPM ²	Trat ³	Sem ⁴	Trat*Sem ⁵
	Cana <i>in natura</i>	Silagem controle	Cal virgem 1%	Calcário 1%				
ECC inicial	3,0	3,0	3,0	3,0	-	-	-	-
ECC final	3,3	3,3	3,0	3,2	0,07	0,21	-	-
Primeira ovulação (dias) ⁶	29,4	27,9	26,7	28,6	1,50	0,91	-	-
Dias para P ₄ 1 ng/mL	35,4	33,9	32,7	34,6	1,50	0,91	-	-
AGNE, µmol/mL	0,212	0,362	0,269	0,309	0,02	0,06	<0,001	0,14
Glicose, mg/dL								
T0 ⁷	64,0	62,4	59,7	62,8	0,59	0,08	0,02	0,52
T3 ⁸	68,8 ^a	63,7 ^b	64,7 ^{ab}	63,9 ^{ab}	0,57	0,03	0,001	0,72
P ⁹	<0,001	0,33	<0,001	0,40	-	-	-	-

¹Tratamentos: Cana *in natura* = cana-de-açúcar *in natura* picada; Silagem controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (P>0,05); ²EPM: erro padrão da média; ³Trat: efeito de tratamento; ⁴Sem: efeito de semanas; ⁵Trat*Sem: efeito da interação entre tratamentos e semanas; ⁶Número de dias necessários para a primeira ovulação. Valor estimado de acordo com McNatty, Revfeim e Young (1973), Sarda, Robertson e Smeaton (1973) e Quircke, Hanrahan e Gosling (1979); ⁷T0: concentração média de glicose antes do fornecimento das rações; ⁸T3: concentração média de glicose após três horas do fornecimento das rações; ⁹P: probabilidade de haver efeito significativo entre T0 e T3.

Não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos no número de dias necessários para ocorrer a primeira ovulação, bem como para o número de dias para detecção de concentração de progesterona maior ou igual a 1 ng/mL. De acordo com McNatty, Revfeim e Young (1973), Sarda, Robertson e Smeaton (1973) e Quircke, Hanrahan e Gosling (1979) a primeira ovulação pós-parto ocorre, em média, seis dias antes da ocorrência de concentrações de progesterona maior ou igual a 1 ng/mL. Baseado nestas informações, no presente experimento, pode-se estimar que as ovelhas ovularam em média 28,2 dias após o parto, sendo necessários 34,2 dias para que a concentração de progesterona apresentasse valores maior ou igual a 1 ng/mL, indicando que a partir desse momento as ovelhas já estavam fisiologicamente aptas a serem cobertas. Resultados semelhantes foram obtidos por Araujo (2006) que trabalhou com ovelhas deslanadas da raça Santa Inês, mantidas em confinamento e sem restrição alimentar, e observou que as ovelhas apresentaram anestro pós-parto variando entre 34 e 38 dias. Por outro lado, Simplício et al. (1988) e Girão e Simplício (1988) apud Eloy, Simplício e Foote (1990) relataram que ovelhas da raça Santa Inês mantidas em pasto nativo no Ceará apresentaram detecção do primeiro estro após 77 dias pós-parto.

Na Figura 30 estão apresentadas as porcentagens e o número de ovelhas que apresentaram o retorno da atividade ovariana ao longo dos dias pós-parto. Do total de ovelhas utilizadas no presente trabalho, 5, 50 e 100% dos animais retornaram a atividade ovariana ($P_4 \geq 1$ ng/mL) com 20, 35 e 50 dias pós-parto, respectivamente. Araujo (2006) também utilizou ovelhas da raça Santa Inês e verificou que 50 dias após o parto dos animais, 80% do rebanho retornaram a atividade ovariana, sendo que foram necessários 80 dias após a parição para que 100% das ovelhas iniciassem a atividade ovariana.

Segundo Bocquier, Kann e Thimonier (1993) e Mwaanga e Janowski (2002) apud Azevedo et al. (2002) a produção de leite e a amamentação estão intimamente relacionadas com a duração do período anovulatório pós-parto, uma vez que, a sucção do leite pela cria eleva os níveis circulantes de ocitocina e, com a conseqüente demanda para a produção de leite, também é verificada aumento nos níveis de prolactina. Dessa forma, elevados níveis circulantes de prolactina determinam,

normalmente, uma inibição na produção do hormônio luteinizante (LH), o qual tem por função, o estímulo à ovulação (HAFEZ, 1982). Entretanto, este fato não foi observado por Azevedo et al. (2002), onde ao avaliarem ovelhas da raça Ile de France sob dois sistemas de amamentação, animais permanentemente com sua respectivas mães ou apenas durante o período noturno, verificaram que as concentrações de progesterona não diferiram entre os dois sistemas de amamentação, observando média de 67,5 dias para o retorno da atividade ovariana.

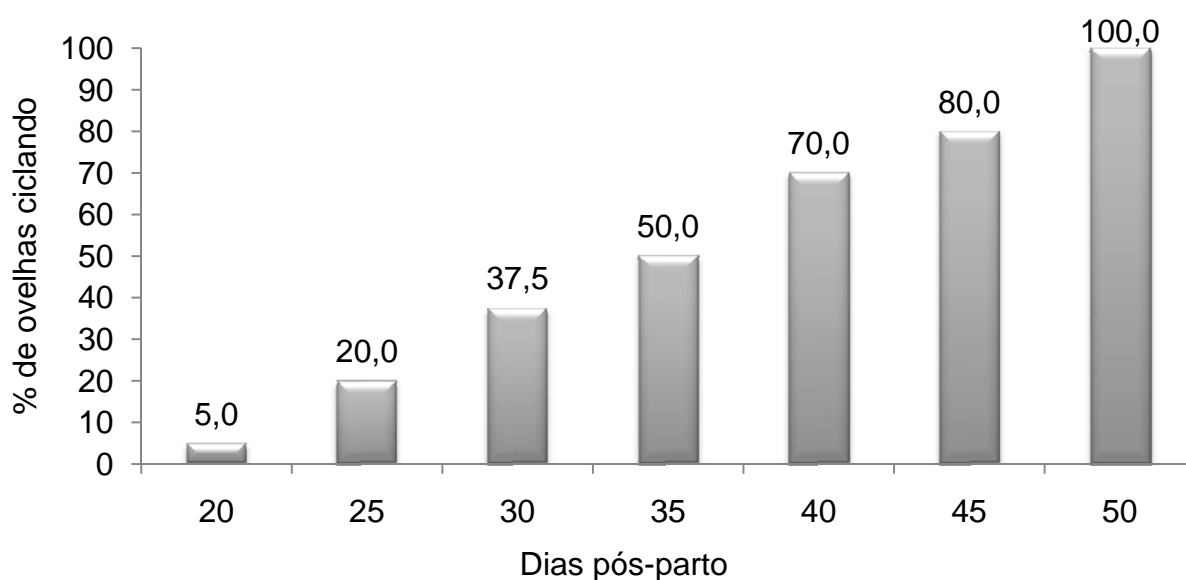


Figura 30 - Porcentagem de ovelhas ciclando ($P_4 > 1$ ng/mL) de acordo com os dias pós-parto

Da mesma forma, no presente trabalho também verificou-se que a amamentação não sofreu influência no retorno da atividade ovariana, uma vez que, a totalidade das ovelhas apresentaram concentrações de progesterona maior ou igual a 1 ng/mL, próxima da sétima semana, antes de ocorrer a desmama dos animais. Porém, possivelmente o estágio da lactação possa ter promovido maior influência no retorno da atividade ovariana, pois na quinta semana de lactação (35 dias pós-parto) verificou-se queda acentuada na produção de leite (Figura 23), contudo, a partir deste momento grande parte dos animais (50%) já apresentava o retorno da atividade ovariana.

Dessa forma, com base nos valores descritos no presente pode-se considerar que o efeito nutricional talvez seja um fator decisivo para a implantação de um sistema de reprodução acelerada. Entretanto, outros fatores como presença de rufiões no rebanho, dosagens hormonais de prolactina e LH e concepção da ovelha devem ser investigados para validar realmente a fertilidade dos animais, pois segundo Warren, Kiesling e Akinbami (1984) a atividade reprodutiva pós-parto nem sempre está associada ao sucesso da concepção e parição, devido a problemas de fertilização e mortalidade embrionária.

Segundo Studer et al. (1993), a concentração de ácidos graxos não-esterificados no sangue está relacionada a mobilização de ácido graxo do tecido adiposo. Os autores afirmaram que quando o limite do metabolismo hepático é excedido, o ácido graxo não esterificado é convertido em β -hidroxibutirato, sendo este utilizado pela glândula mamária para síntese de gordura no leite. Não foi verificada diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos para as concentrações de ácidos graxos não-esterificados (Tabela 23), as ovelhas apresentaram concentração média de 0,288 $\mu\text{mol/mL}$. Dessa forma, pode-se enfatizar que, apesar de o consumo de matéria seca dos animais alimentados com as rações contendo silagens, principalmente a tratada com 1% de calcário, terem apresentado redução de consumo frente à ração que continha cana-de-açúcar *in natura* (Tabela 20) e, dos tratamentos contendo silagem tratada com 1% de cal virgem ou 1% de calcário terem propiciado ligeira variação negativa no peso das ovelhas, a mobilização de reservas corporais foi pequena, não afetando o escore de condição corporal (Tabela 23), dos animais em relação aos tratamentos impostos. Por outro lado, Mendes (2006) ao utilizar cabras em lactação alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e ensilada com aditivos, observou valores superiores (0,233 $\mu\text{mol/mL}$) para os animais alimentados com as silagens em comparação a cana-de-açúcar *in natura* (0,182 $\mu\text{mol/mL}$), embora os animais não tenham apresentado diferenças quanto ao peso final e à variação no peso corporal durante o período experimental.

A concentração de ácidos graxos não-esterificados ao longo das semanas de lactação diferiu ($P<0,01$) entre os tratamentos (Tabela 23). Os valores foram agrupados

como média de todos os tratamentos, levando-se em conta apenas o efeito de semanas (Figura 31), onde observou-se decréscimo com o avanço da lactação dos animais.

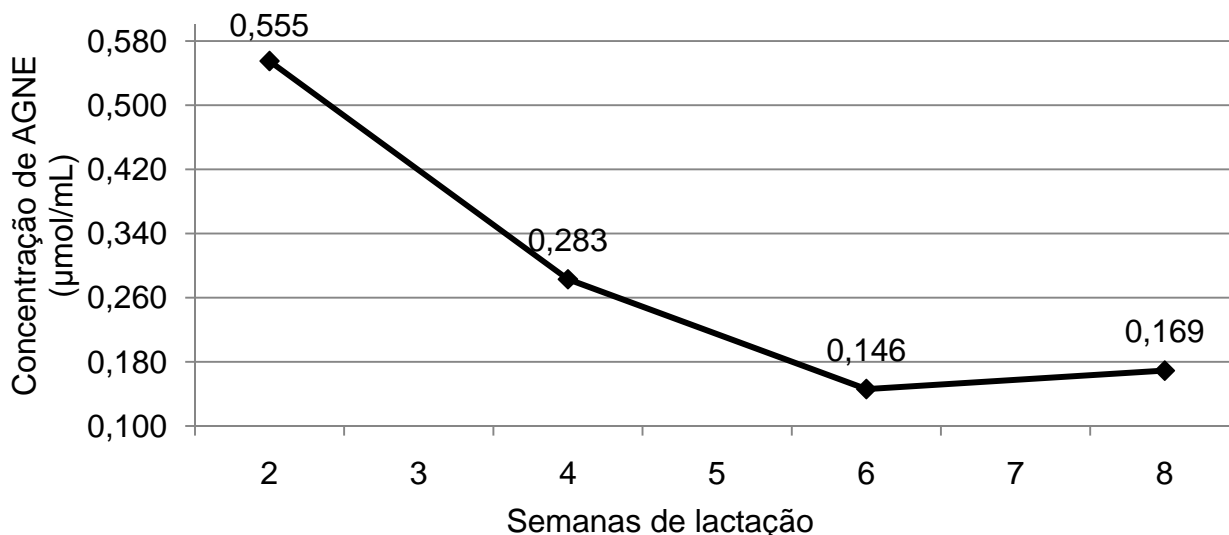


Figura 31 - Concentração média de ácido graxo não-esterificado ao longo das semanas de lactação de ovelhas Santa Inês

A alta concentração de ácidos graxos não-esterificados logo no início da lactação está coerente com os dados de consumo de matéria seca (Figura 22) e produção de leite corrigida para gordura (Figura 24), onde a mobilização de gordura corporal foi necessária para sustentar a produção de leite, tendo o consumo de matéria seca sido prejudicado pelas condições fisiológicas pós-natal das ovelhas. Com o decorrer do estágio de lactação, possivelmente o aumento do consumo de matéria seca e a redução na produção de leite, propiciaram menor requerimento de reservas corporais, reduzindo as concentrações dessa variável até o final da oitava semana de lactação.

As concentrações de glicose plasmática antes e após três horas do fornecimento das rações experimentais estão apresentadas na Tabela 23. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos na concentração desta variável antes do fornecimento das rações, apresentando valor médio de 62,2 mg/dL. Entretanto, após três horas do fornecimento das rações observou-se diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos, onde os animais alimentados com a ração contendo cana-de-açúcar *in natura* apresentaram a maior concentração de glicose plasmática. Entre os animais alimentados com as rações

contendo as silagens constatou-se que a silagem controle propiciou menor concentração sanguínea de glicose. Comparando-se as concentrações antes e três horas após o fornecimento das rações, os tratamentos representados pela cana-de-açúcar *in natura* e pela silagem tratada com 1% de cal virgem apresentaram diferença ($P < 0,01$) entre os tempos, observando-se aumento nas concentrações.

Provavelmente, antes do fornecimento ou 24 horas depois do início da refeição do dia anterior, os animais apresentavam-se em estado de repouso e baixa fermentação ruminal, o que tornou os níveis de glicose semelhantes entre os tratamentos. Contudo, após o fornecimento das rações, o maior nível observado foi na ração contendo cana-de-açúcar *in natura*, o que pode estar relacionado à maior quantidade de carboidratos solúveis e menor teor de fibra presente na ração, conseqüentemente, aumentando a possibilidade de formação de substratos utilizados para gliconeogênese. Estes dados estão acima do encontrado por Mendes (2006), em que cabras alimentadas com cana-de-açúcar *in natura* apresentaram concentração de glicose plasmática superior (56 mg/dL) àquelas alimentadas com silagem de cana-de-açúcar (49 mg/dL). Da mesma forma, Gentil (2006) trabalhando também com cabras em lactação alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e ensilada observou superioridade dos níveis de glicose na ração que continha a cana-de-açúcar *in natura* (55,7 mg/dL) em relação as rações contendo silagem de cana-de-açúcar (48,3 mg/dL).

Na Figura 32 são apresentadas as concentrações de glicose sanguínea após três horas do fornecimento das rações, ao longo das semanas de lactação. Houve diferença ($P < 0,01$) entre as semanas para as concentrações, verificando-se que no final da quarta semana de lactação foram observadas as maiores concentrações.

Ao analisar as concentrações de glicose entre os tratamentos com os teores de gordura no leite (Figura 25), pode-se observar uma inversão dos valores, onde os elevados níveis de glicose das ovelhas alimentadas com a ração contendo cana-de-açúcar *in natura*, refletiu em baixos teores de gordura no leite comparados aos valores obtidos pelas rações que continham as silagens em suas formulações. Porém, a hipótese de que os teores elevados de glicose plasmática poderiam interferir na síntese de gordura no leite, não foi constatada no presente trabalho, visto que, os maiores

teores de gordura (Figura 25) e as maiores produções de gordura (Figura 29) no leite se deram no final da quarta semana de lactação, momento também que se observou os maiores concentrações de glicose plasmática entre os tratamentos (Figura 32).

Figura 32 - Concentrações de glicose plasmática após três horas do fornecimento das rações experimentais e ao longo das semanas de lactação de ovelhas Santa Inês

Segundo Bauman (2000), a concentração de glicose no sangue é controlada por mecanismos homeostáticos, de forma que efeitos sobre este parâmetro não são normalmente detectados. A queda dos teores de glicose a partir do final da quarta semana de lactação foi inesperada, uma vez que, com o aumento do consumo de matéria seca, ou seja, maior ingestão de nutrientes, o

seca e de FDN (Tabela 24) são relativos aos dias da avaliação do comportamento ingestivo. Verificou-se que ao contrário da diferença ($P < 0,01$) obtida nos valores de consumo ao longo do período experimental, as médias nesta avaliação não diferiram estatisticamente.

Tabela 24 - Comportamento ingestivo de ovelhas Santa Inês em lactação alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e ensilada

Variável	Tratamentos ¹				EPM ²	P ³
	Cana <i>in natura</i>	Silagem controle	Cal virgem 1%	Calcário 1%		
	Consumo					
MS ³ (kg/dia)	2,3	2,0	2,1	1,9	0,06	0,11
FDN ⁴ (kg/dia)	1,1	1,2	1,1	1,0	0,03	0,18
	Ingestão					
min/1 ^a h	36,8	37,8	33,4	35,0	1,61	0,56
min/dia	264,8	276,5	260,1	290,5	13,53	0,86
min/g MS	0,12	0,14	0,13	0,18	0,01	0,19
min/g FDN	0,24	0,22	0,24	0,30	0,02	0,25
	Ruminação					
min/dia	471,5	504,6	469,7	435,8	13,89	0,30
min/g MS	0,21	0,25	0,23	0,24	0,01	0,08
min/g FDN	0,43	0,41	0,42	0,43	0,01	0,95
	Mastigação					
min/dia	736,3	781,0	729,8	726,3	18,79	0,71
min/g MS	0,32	0,39	0,36	0,40	0,01	0,09
min/g FDN	0,67	0,64	0,66	0,73	0,02	0,45
	Ócio					
min/dia	703,8	659,0	710,2	713,8	18,79	0,71

¹Tratamentos: Cana *in natura* = cana-de-açúcar *in natura* picada; Silagem controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. ²EPM: erro padrão da média; ³P: probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos; ³MS: matéria seca; ⁴FDN: fibra insolúvel em detergente neutro.

Segundo Van Soest (1994) o baixo consumo de silagens pode estar associado à alta concentração de ácidos orgânicos nas silagens extensivamente fermentadas, a diminuição na concentração de carboidratos solúveis, prejudicando o crescimento dos microrganismos ruminais, e à presença de substâncias tóxicas. Nussio e Schmidt (2005) ainda comentaram que, silagens de cana-de-açúcar confeccionadas sem aditivos controladores da população de leveduras podem ser possuidoras de altas concentrações de etanol decorrente da fermentação alcoólica, causando diminuição de consumo do alimento pelo animal. Dessa forma, esperava-se alterações no comportamento alimentar dos animais, uma vez que, nas silagens do presente trabalho foi observada a presença de ácidos orgânicos e de etanol (Tabela 5), os quais poderiam afetar o consumo dos animais, bem como suas atividades alimentares. Uma variável utilizada para verificar se realmente as rações contendo as silagens representariam rejeição inicial do alimento, foi o tempo de ingestão na primeira hora após o fornecimento das rações. Contudo, não foi observada diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos, verificando valor médio de 35,7 minutos de ingestão na primeira hora após o fornecimento das rações.

Mendes (2006) e Gentil (2006), ambos avaliaram cabras alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e silagens de cana-de-açúcar, e não observaram rejeição das rações que continham os volumosos conservados. Por outro lado, Schmidt et al. (2004), ao avaliarem o comportamento ingestivo de bovinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar tratada com aditivo microbiano heterolático, observaram maior demanda de tempo para a silagem controle na atividade de ingestão. Os autores atribuíram este fato à presença de compostos voláteis, como o etanol, e do menor valor nutritivo dessa silagem.

As atividades de ruminação e mastigação apresentaram valores médios de 470 e 568 minutos/dia (Tabela 24). Segundo Grant (1997), o tempo de mastigação decresce com a redução do tamanho de partícula e da concentração de FDN da ração. Dessa forma, possivelmente no presente trabalho, os valores similares das atividades de mastigação e ruminação entre os tratamentos podem ser explicados pelo fato do tamanho de partículas das silagens serem inferiores aos apresentados pela cana-de-açúcar *in natura*, uma vez que, o corte da cana-de-açúcar para ensilagem foi realizado

por máquina acoplada ao trator, ao passo que, para a cana-de-açúcar *in natura*, picada diariamente, utilizou-se máquina estacionária. Portanto, as maiores concentrações de FDN nas rações contendo silagens, foram capazes de promoverem atividades de mastigação e ruminação semelhantes à da ração contendo cana-de-açúcar *in natura*, pelo possível fato da cana-de-açúcar apresentar maior tamanho de partícula.

Mendes (2006) ao avaliar cabras em lactação alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e ensilada observou valores médios de 504,4 e 750,7 minutos/dia, nas atividades de ruminação e mastigação, respectivamente, não verificando diferença entre os tratamentos, apesar das rações contendo silagens apresentarem tamanho de partículas maiores, bem como valores superiores de FDN.

Os valores de eficiência de ingestão e ruminação dos animais de acordo com as rações experimentais estão apresentados na Tabela 25.

Tabela 25 - Eficiência de ingestão e ruminação de ovelhas Santa Inês em lactação alimentadas com rações contendo cana-de-açúcar *in natura* e ensilada

Variável ²	Tratamentos ¹				EPM ³	P ⁴
	Cana <i>in natura</i>	Silagem controle	Cal virgem 1%	Calcário 1%		
	Eficiência de ingestão					
g de MS/h	534,2	514,2	557,2	409,0	30,93	0,34
g de FDN/h	259,2	314,3	305,2	224,9	17,89	0,26
	Eficiência de ruminação					
g de MS/h	304,7	243,0	269,4	261,6	9,21	0,11
g de FDN/h	147,1	148,8	147,2	144,3	4,37	0,99

¹Tratamentos: Cana *in natura* = cana-de-açúcar *in natura* picada; Silagem controle = silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; Cal virgem 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de cal virgem; Calcário 1% = silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% calcário. ²MS: matéria seca; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; ³EPM: erro padrão da média; ⁴P: probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos;

Não foram verificadas diferenças ($P > 0,05$) na eficiência de ingestão e ruminação em gramas de MS/hora e g de FDN/hora entre os tratamentos. Segundo Welch (1982), a eficiência de ruminação é um importante mecanismo no controle da utilização de

alimentos com baixa digestibilidade. Dessa forma, pelo fato do consumo de matéria seca não ter apresentado diferença significativa, bem como a digestibilidade das rações não terem sido alteradas no experimento com borregos (Tabela 14), pode-se deduzir que a eficiência de ruminação, não sofreu alteração entre as rações experimentais.

5.4 Conclusões

A utilização de silagens de cana-de-açúcar se mostrou como alternativa de substituição da cana-de-açúcar na forma *in natura* em rações para ovelhas em lactação.

O uso da cal virgem ou do calcário como aditivo químico no processo de ensilagem afetaram o consumo de matéria seca dos animais. Todavia, a produção de leite não foi afetada e, as rações contendo as silagens promoveram incremento nos teores de gordura e sólidos totais em comparação à ração contendo cana-de-açúcar *in natura*.

As rações contendo cana-de-açúcar *in natura* ou ensiladas não afetaram o retorno da atividade ovariana das ovelhas da raça Santa Inês.

As rações contendo silagens tratadas com cal virgem ou calcário não alteraram o comportamento ingestivo dos animais quando comparada às rações contendo cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada sem aditivo.

Referências

ARAUJO, R.C. **Produção de leite e atividade ovariana pós-parto de ovelhas Santa Inês alimentadas com casca de soja em substituição ao feno de “coastcross” (*Cynodon SP.*)**. 2006. 136 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15thed. Arlington, 1990. v. 1, 1117 p.

AZEVEDO, J.M.; CORREIA, T.M.; ALMEIDA, J.C.; VALENTIM, R.C.; FONTES, P.; MENDONÇA, A.L. Anestro pós-parto em ovelhas de diferentes raças. Efeitos do regime de amamentação. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 97, p. 129-134, 2002.

BAUMAN, D.E. Regulation of nutrient partitioning during lactation: homeostasis and homeostasis revisited. In: _____. **Ruminant physiology: digestion, metabolism and growth, and reproduction**. New York: PJ Conje, 2000. p. 311-327.

- CHALUPA, W.; EVANS, J.L.; STILLIONS, M.C. Influence of ethanol on rumen fermentation and nitrogen metabolism. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 23, p. 802-807, 1964.
- ELOY, A.M.X.; SIMPLÍCIO, A.A.; FOOTE, W.C. Reproduction in sheep. In: SHELTON, M.; FIGUEIREDO, E.A.P. (Ed.). **Hair sheep production in tropical and sub-tropical regions**. With reference to Northeast Brazil and the countries of the Caribbean, Central America, and South America. Davis: University of California, 1990. chap. 7, p. 97-111.
- FIGUEIREDO, E.A.P.; SHELTON, M.; BARBIERI, M.E. Available genetic resources: The origin and classification of the World's sheep. In: SHELTON, M.; FIGUEIREDO, E.A.P. (Ed.). **Hair sheep production in tropical and sub-tropical regions**. With reference to Northeast Brazil and the countries of the Caribbean, Central America, and South America. Davis: University of California, 1990. chap. 2, p. 7-23.
- FREDEEN, A.H. Considerations in the nutritional modification of Milk composition. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 59, p. 185-197, 1996.
- GENTIL, R.S. **Silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivo químico ou microbiano na alimentação de cabras em início de lactação**. 2006. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- GRANT, R.J. Interactions among forages and nonforage fiber sources. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 80, n. 7, p. 1438-1446, 1997.
- GUSTAFSSON, A.H.; PALMQUIST, D.L. Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea and milk urea in dairy cows at high and low yields. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 475-484, 1993.
- HAFEZ, E.S.E. **Reprodução animal**. 4.ed. São Paulo: Manole, 1982. 720 p.
- HAMADEH, S.K.; BARBOUR, E.K.; ABI SAID, M.; DAADAA, K. Reproduction performance of postpartum Awassi ewes under different lambing regimes. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 19, n. 2, p. 149-154, 1996.
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 82, n. 8, p. 1791-1794, 1999.
- HUHTANEN, P.; NOUSIAINEN, J.I.; KHALILI, H.; JAAKKOLA, S.; HEIKKILÄ, T. Relationships between silage fermentation characteristics and milk production parameters: analyses of literature data. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 81, p. 57-73, 2003.
- JOHNSON, M.M.; PETERS, J.P. Technical note: An improved method to quantify nonesterified fatty acids in bovine plasma. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 3, p. 753-764, 1993.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2nded. Merlow: Chalcomb Publ., 1991. 340 p.

McNATTY, K.P.; REVFEIM, K.J.A.; YOUNG, A. Peripheral plasma progesterone concentrations in sheep during the oestrous cycle. **Journal of Endocrinology**, Woodlands, v. 58, n. 2, p. 219-225, 1973.

MENDES, C.Q. **Silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ovinos e caprinos: valor nutritivo, desempenho e comportamento ingestivo**. 2006. 103 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

MENDES, C.Q.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MARTINS, T.T. Estimativa da produção e composição do leite de ovelhas da raça Santa Inês. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 11., 2003, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: ESALQ. 2003. 1 CD-ROM.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of sheep**. 6thed. Washington: National Academic Press, 1985. 99 p.

NIEBLAS, T.D.; SHIMADA, A.S

RUSSEL, A.J.F.; DONEY, J.M.; GUNN, R.G. Subjective assessment of body fat in live sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 72, n. 3, p. 451-454, 1969.

SANTOS, M.C. **Aditivos químicos para o tratamento da cana-de-açúcar *in natura* e ensilada (*Saccharum officinarum* L.)**. 2007. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SARDA, I.R.; ROBERTSON, H.A.; SMEATON, T.C. Sequential changes in plasma progesterone levels in the ewe during the estrous cycle, and during pregnancy in intact and ovariectomized sheep. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 53, n. 1, p. 25-34, 1973.

SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G.; SANTOS, M.C.; REBEIRO, J.L.; ZOPOLLATO, M.; PAZIANI, S.F.; MARI, L.J.; LOURES, D.R.S.; JUNQUEIRA, M.C. Comportamento ingestivo de bovinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar com doses de *Lactobacillus buchneri* NCIMB 49788. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais ...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 2002. 235 p.

STATISTICAL ANALYSIS SYTEM. **SAS user's guide: statistics**. 6thed. Cary, 1999. 956 p.

STUDER, V.A.; GRUMMER, R.R.; BERTIS, S.J. Effect of prepartum propylene glycol administration on periparturient fatty liver in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, p. 2931-2939, 1993

SUSIN, I. Exigências nutricionais de ovinos e estratégias de alimentação. In: SILVA SOBRINHO, A.G.; BATISTA, A.M.V.; SIQUEIRA, E.R. (Ed.). **Nutrição de ovinos**. Jaboticabal: Funep, 1996. p. 119-142.

SUSIN, I.; LOERCH, S.C.; MCCLURE, K.E. Effects of feeding a high-grain diet at a restricted intake on lactation performance and rebreeding of ewes. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 11, p. 3199-3205, 1995.

SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MENDES, C.Q.; PACKER, I.U.; ARAUJO, R.C. Milk yield and milk composition of Santa Ines ewes. In: JOINT ADSA-ASAS-CSAS ANNUAL MEETING, 2005, Cincinnati. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 83, p. 66, 2005.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nded. New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.

WARREN, J.E.; KIESLING, D.O.; AKINBAMI, M.A. Fertilization failure in early postpartum ewes. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 59 (supl. 1), p. 317, 1984.

WEIDNER, S.J.; GRANT, R.J. Soyhulls as a replacement for forage fiber in diets for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 2, p. 513-521, 1994.

WELCH, J.G. Rumination particle size and passage from the rumen. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 54, p. 885-895, 1982.

WILES, P.G.; GRAY, I.K.; KISSLING, R.C. Routine analysis of protein by Kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory study using dairy products. **Journal of the AOAC International**, Washington, v. 81, p. 620-632, 1998.

ZAMIRI, M.J.; QOTBI, A.; IZADIFARD, J. Effect of daily oxytocin injection on milk yield and lactation length in sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 40, n. 2, p. 179-185, 2001.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)