

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

**Silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ovinos e caprinos:
valor nutritivo, desempenho e comportamento ingestivo**

Clayton Quirino Mendes

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

**Piracicaba
2006**

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

Clayton Quirino Mendes
Engenheiro Agrônomo

**Silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ovinos e caprinos: valor nutritivo,
desempenho e comportamento ingestivo**

Orientadora:
Profa. Dra. **IVANETE SUSIN**

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

Piracicaba
2006

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

Mendes, Clayton Quirino

Silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ovinos e caprinos: valor nutritivo, desempenho e comportamento ingestivo / Clayton Quirino Mendes. - - Piracicaba, 2006. 104 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.

1. Cana-de-açúcar 2. Caprinos 3. Comportamento ingestivo animal 4. Inoculação
5. Nutrição animal 6. Ovinos 7. Silagem 8. Valor nutritivo I. Título

CDD 636.3084

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

O CÂNTICO DA TERRA

(*Cora Coralina, 1976*)

Eu sou a terra, eu sou a vida.
Do meu barro primeiro veio o homem.
De mim veio a mulher e veio o amor.
Veio a árvore, veio a fonte.
Vem o fruto e vem a flor.
Eu sou a fonte original de toda vida.

Sou o chão que se prende à tua casa.
Sou a telha da cobertura de teu lar.
A mina constante de teu poço.
Sou a espiga generosa de teu gado
e certeza tranqüila ao teu esforço.
Sou a razão de tua vida.

De mim vieste pela mão do criador,
e a mim tu voltarás no fim da lida.
Só em mim acharás descanso e paz.
Eu sou a grande mãe universal.
Tua filha, tua noiva e desposada.
A mulher e o ventre que fecundas.
Sou a gleba, a gestação, eu sou o amor.

A ti, ó lavrador, tudo quanto é meu.
Teu arado, tua foice, teu machado.
O berço pequenino de teu filho.
O algodão de tua veste
e o pão de tua casa.
E um dia bem distante a mim tu voltarás.
E no canteiro materno de meu seio
tranqüilo dormirás (...)

"SPES MESSIS IN SEMINE"

A esperança da colheita reside na semente

Aos meus queridos avós, *Landulfo e Inês*,

Pelos preciosos ensinamentos e exemplos de dignidade e fé.

Aos meu pais, *Sâmia e João* (*in memorian*),

Pelo carinho, dedicação e amor.

Às minha irmãs, *Kátia e Cássia*,

Pela amizade e companheirismo

DEDICO

À querida tia *Cleuza*,

Por sempre acreditar em mim.

À minha companheira *Mônica*,

Pelo amor, incentivo e compreensão.

Às famílias *Mendes*,

Quirino e Turek,

Pelo afeto, apoio e confiança.

OFEREÇO

"Todos os teus pensamentos atuam nas mentes que te rodeiam;

Todas as tuas palavras geram impulsos nos que te ouvem;

Todas as tuas frases escritas geram imagens nos que te lêem;

Todos os teus atos são modelos vivos, influenciando os que te cercam (...)"

Francisco Cândido Xavier (psicografado)

À Ivone da Cunha Rocha (*in memoriam*), minha primeira e inesquecível professora, pelo exemplo de dedicação e amor pela arte de ensinar.

À Prof^a Dr^a Ivanete Susin pela oportunidade, profissionalismo, competência, ética, dedicação ao SIPOC e aos alunos, preocupação, paciência, atenção e sincera amizade nesta jornada.

Ao prof. Dr. Alexandre Vaz Pires, pelas oportunidades, dedicação, atenção e amizade.

E a ambos pelos valiosos ensinamentos, orientação, exemplo profissional, convivência, por me abrir as portas da pesquisa científica e, principalmente, pela confiança em mim depositada.

Registro aqui meus sinceros agradecimentos

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelas oportunidades de ser uma pessoa melhor a cada dia.

À Escola Superior de “Agricultura Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) e ao Departamento de Zootecnia, pela minha formação durante os cursos de graduação e mestrado.

Ao Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC), pela aprendizagem e por todas as emoções vividas.

À FAPESP pela concessão da bolsa e financiamento de parte do projeto.

Ao Prof. Dr. Luiz Gustavo Nussio, pela atenção, colaboração, ensinamentos e amizade.

À todos os professores do Departamento de Zootecnia que contribuíram para a minha formação e ao professor Irineu Umberto Packer pelo auxílio nas análises estatísticas.

À Dr^a Carla Maris Bittar, chefe do Laboratório de Bromatologia, e ao técnico Carlos César Alves, pela paciência e auxílio nas análises laboratorias.

Aos funcionários do SIPOC: Sr. Roberto, Alexandre, Adilson, Sr. Marcos e Joseval, pela convivência durante toda essa jornada.

À todos os amigos do SIPOC, alunos e ex-alunos, em especial ao Teodoro (InTlig), Caroline (Cuk), Ricardo (Mela), Luciana (Sfinge), Michele (Miau), Janice (Tualeti) e Vicente pela colaboração, amizade e convivência durante todo esse período.

À todos os colegas do curso e amigos: Rafael (Kneco), Gustavo, Fumi, Renato, Mário, Omer, Adilson, Rafael (Texel), Evandro, Rafael (Fiotão), Cauê (Juruna), Rodrigo, Daniel e Laudi pela convivência e amizade.

À todos os amigos do Departamento de Zootecnia e do curso de Ciência Animal e Pastagens, principalmente os integrantes do grupo de Conservação de Forragens Maity (Puk), Patrick, Lucas, José Leonardo e Mateus (Biribas) pela amizade e troca de experiência.

À amiga Creide Ely Martins e aos amigos da Prefeitura do Campus "Luiz de Queiroz" pela amizade e incentivo.

À todos os meus familiares e amigos, que mesmo distantes, sempre estiveram presentes, apoiando minhas atitudes e acreditando nos meus sonhos.

À todas as pessoas que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

"Pouco valor possui quem tem inteligência e nenhum amor, do mesmo modo que muito amor e pouca inteligência. A Lei exige que as duas conchas da balança estejam no fiel, ou em perfeito equilíbrio."

Prof. Henrique José de Souza

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	10
LISTA DE TABELAS	12
RESUMO.....	14
ABSTRACT	15
1 INTRODUÇÃO	16
Referências	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 Utilização da cana-de-açúcar como silagem	19
2.2 Aditivos na ensilagem da cana-de-açúcar.....	20
2.3 Silagem de cana-de-açúcar e desempenho animal	23
Referências	24
3 DESEMPENHO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE CABRAS EM LACTAÇÃO ALIMENTADAS COM SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR	27
Resumo	27
Abstract	28
3.1 Introdução	29
3.2 Material e Métodos.....	30
3.3 Resultados e Discussão	33
3.4 Conclusão	48
Referências	49

4 DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DA CARÇA E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE CORDEIROS CONFINADOS ALIMENTADOS COM SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR.....		54
Resumo		54
Abstract		55
4.1 Introdução		55
4.2 Material e Métodos.....		56
4.3 Resultados e Discussão		59
4.4 Conclusão		70
Referências		70
5 VALOR NUTRITIVO E ESTABILIDADE AERÓBIA DA SILAGENS DE CANA-DE- AÇÚCAR		75
Resumo		75
Abstract		76
5.1 Introdução		77
5.2 Material e Métodos.....		78
5.4 Resultados e Discussão		84
5.5 Conclusão		97
Referências		97

LISTA DE ABREVIATURAS

AGNE	ácidos graxos não esterificados
AGV's	ácidos graxos voláteis
AOL	área do olho de lombo
C ₂	ácido acético
C ₃	ácido propiônico
CA	conversão alimentar
CFDA	consumo de fibra em detergente ácido
CFDAD	consumo de fibra em detergente ácido digestível
CFDN	consumo de fibra em detergente neutro
CFDND	consumo de fibra em detergente neutro digestível
CHEM	consumo de hemicelulose
CHEMD	consumo de hemicelulose digestível
CHOS	carboidratos solúveis
CLA	ácido linoléico conjugado
CMO	consumo de matéria orgânica
CMOD	consumo de matéria orgânica digestível
CMS	consumo de matéria seca
CMSD	consumo de matéria seca digestível
CV	coeficiente de variação
DATT	digestibilidade aparente no trato digestório total
DIVMS	digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca
EG	espessura de gordura
EM	energia metabolizável
EPM	erro padrão da média
FDA	fibra em detergente ácido
FDN	fibra em detergente neutro
LCG	leite corrigido para gordura
MM	matéria mineral
MO	matéria orgânica

MS	matéria seca
MV	matéria verde
N	nitrogênio
NDT	nutrientes digestíveis totais
NUP	nitrogênio uréico plasmático
PB	proteína bruta
PCQ	peso da carcaça quente
PV	peso vivo
PV ^{0,75}	peso metabólico
PVA	peso vivo ao abate
QR	quebra por resfriamento
RCQ	rendimento da carcaça quente
RCR	rendimento da carcaça resfriada
TA5	média da temperatura acumulada aos cinco dias
ufc	unidade formadora de colônia

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais.....	31
Tabela 2 -	Consumo de matéria seca, produção de leite e eficiência alimentar de cabras em lactação alimentadas com silagem de cana-de-açúcar.....	34
Tabela 3 -	Composição do leite de cabras em lactação alimentadas com silagem de cana-de-açúcar.....	38
Tabela 4 -	Concentrações médias de ácidos graxos não esterificados (AGNE), glucose, nitrogênio uréico plasmático e variações no peso corporal de cabras em lactação alimentadas com silagem de cana-de-açúcar.....	41
Tabela 5 -Comportamento ingestivo de cabras em lactação alimentadas com silagem de cana-de-açúcar.....	45
Tabela 6 -	Composição das sobras e distribuição das partículas (%) dos volumosos e das sobras de cabras em lactação alimentadas com silagem de cana-de-açúcar.....	47
Tabela 7 -	Eficiências de ingestão e de ruminação de cabras em lactação alimentadas com silagem de cana-de-açúcar.....	48
Tabela 8 -	Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais.....	58
Tabela 9 -	Desempenho de cordeiros confinados alimentados com silagem de cana-de-açúcar.....	61
Tabela 10 -	Parâmetros de carcaça de cordeiros confinados alimentados com silagem de cana-de-açúcar.....	63

Tabela 11 - Comportamento ingestivo de cordeiros confinados alimentados com silagem de cana-de-açúcar.....	68
Tabela 12 - Distribuição das partículas (%) dos volumosos ofertados e das sobras de cordeiros confinados alimentados com silagem de cana-de-açúcar.....	70
Tabela 13 - Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais.....	82
Tabela 14 - Composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar <i>in natura</i> antes da ensilagem e das silagens experimentais.....	85
Tabela 15 - Estabilidade aeróbia da silagem de cana-de-açúcar sem aditivo ou aditivada com <i>Lactobacillus buchneri</i>	91
Tabela 16 - Consumo e digestibilidade aparente no trato digestório total (DATT) da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e da hemicelulose das rações experimentais.....	93
Tabela 17 - Balanço de nitrogênio de cordeiros alimentados com silagem de cana-de-açúcar.....	97

RESUMO

SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS E CAPRINOS: VALOR NUTRITIVO, DESEMPENHO E COMPORTAMENTO INGESTIVO

A ensilagem da cana-de-açúcar sem o controle da produção de etanol resulta em silagens de baixa qualidade, podendo reduzir o consumo voluntário e o desempenho animal. O valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar e seus efeitos sobre o desempenho e o comportamento ingestivo de cabras em lactação e de cordeiros confinados foram avaliados em diferentes ensaios. Trinta e nove cabras da raça Saanen foram utilizadas para avaliar o consumo de matéria seca (CMS), a produção e composição do leite, os componentes sanguíneos e o comportamento ingestivo. Trinta cordeiros da raça Santa Inês foram confinados para avaliar o desempenho, as características da carcaça e o comportamento ingestivo. Os animais foram alimentados com rações compostas de 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 e silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV), constituindo os tratamentos experimentais SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente. O comportamento ingestivo foi realizado individualmente, com observações feitas a cada cinco minutos. Amostras das silagens foram analisadas para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos solúveis (CHOS), ácido acético e etanol, e as médias foram comparadas com a cana-de-açúcar *in natura*. A estabilidade aeróbia foi avaliada através do controle da temperatura, pH e perdas de MS das silagens expostas ao ar. Para determinar os coeficientes de digestibilidade e o balanço de nitrogênio das rações utilizadas na avaliação de desempenho, 12 borregos foram mantidos em gaiolas para ensaios de metabolismo. O CMS foi maior ($P < 0,01$) para as cabras que receberam o tratamento SC. Não houve diferença ($P > 0,05$) para a produção de leite e produção de leite corrigida para 3,5% de gordura. Os teores de gordura e de sólidos totais no leite foram maiores para as dietas contendo silagem, sendo superior ($P < 0,01$) para o tratamento SCS+Lb. A concentração plasmática de ácidos graxos não esterificados (AGNE) e o tempo despendido com ruminação (min/g MS) foi maior ($P < 0,05$) para os animais alimentados com as silagens. Não houve diferença ($P > 0,05$) para o CMS, ganho de peso vivo, conversão alimentar e parâmetros de carcaça dos cordeiros. O tempo de ingestão (min/g FDN) e a eficiência de ruminação foram inferiores ($P < 0,05$) nos cordeiros alimentados com silagem de cana-de-açúcar. A ensilagem da cana-de-açúcar resultou em redução ($P < 0,01$) no teor de carboidratos solúveis e aumento ($P < 0,01$) nas concentrações da FDN, FDA, hemicelulose e ácido acético. Os teores de MS, CHOS e ácido acético foram maiores ($P < 0,01$) para o tratamento SCS+Lb. Não houve diferença ($P > 0,01$) no teor de etanol entre as silagens. A silagem aditivada apresentou menores ($P < 0,05$) perdas de MS, manutenção do pH e maior ($P < 0,05$) estabilidade durante o período de avaliação em aerobiose. O consumo e a digestibilidade aparente da FDN, FDA e hemicelulose foram maiores ($P < 0,05$) para as rações contendo silagem.

Palavras-chave: ácido acético, conservação de forragens, etanol, digestibilidade
fermentação heterolática, inoculante microbiano

ABSTRACT

Sugar cane silage for sheep and goats: nutritive value, performance and ingestive behavior

Sugar cane ensiled without controlling ethanol production results in low quality roughage and may decrease voluntary feed intake and animal performance. Sugar cane silages nutritive value and their effects on performance and ingestive behavior of lactating goats and feedlot lambs were evaluated in different trials. Thirty-nine Saanen does were used to evaluate dry matter intake (DMI), milk yield and composition, blood parameters and ingestive behavior. Thirty Santa Ines ram lambs were penned to evaluate performance, carcass characteristics and ingestive behavior. Animals were fed a 50:50 (concentrate:roughage ratio) total mixed ration, with different roughages: fresh sugar cane, sugarcane silage without additive and sugar cane silage treated with *Lactobacillus buchneri* (5×10^4 cfu/g wet basis) corresponding to the experimental treatments SC, SCS and SCS+Lb, respectively. Ingestive behavior was evaluated individually every 5 minutes for 24 h. Silages were sampled and analyzed for dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), soluble carbohydrates (CHOS), acetic acid and ethanol and compared with fresh sugar cane. Aerobic stability was evaluated by controlling the temperature, pH and dry matter losses of silages exposed to air for a period of ten days. To evaluate apparent digestibility and N metabolism of diets used in the performance trials, 12 ram lambs were placed in metabolism crates. DMI was higher ($P < 0.01$) for goats fed SC. Milk production (MP) and fat corrected milk yield were similar ($P > 0.05$). Milk fat and total solids were greater for diets containing silages. Does fed SCS+Lb diet had higher ($P < 0.01$) milk fat content than SCS. NEFA concentration and time spent with rumination (min/g DM) was higher ($P < 0.05$) for animals fed silage diets. There were no differences ($P > 0.05$) on dry matter intake, average daily gain, feed conversion and carcass parameters of the feedlot lambs. Eating time (min/g NDF) and rumination efficiency (g DM/h) were lower ($P < 0.05$) for lambs fed silage diets. Sugar cane silage decreased ($P < 0.01$) soluble carbohydrates concentrations and increased ($P < 0.01$) NDF, ADF, hemicellulose and acetic acid levels. DM, soluble carbohydrates and acetic acid were higher ($P < 0.01$) for SCS+Lb. There was no difference ($P > 0.01$) on ethanol levels between silages. SCS+Lb treatment had lower ($P < 0.01$) dry matter losses, unchanged pH and greater ($P < 0.05$) aerobic stability. NDF, ADF and hemicellulose intakes and apparent digestibility were higher ($P < 0.05$) for silage treatments.

Keywords: acetic acid, digestibility, ethanol, forage conservation, heterolactic fermentation, microbial inoculant

1 INTRODUÇÃO

A utilização da cana-de-açúcar como recurso forrageiro para a alimentação de ruminantes é uma prática antiga e ainda marca presença em propriedades agrícolas brasileiras, principalmente àquelas com menor grau de tecnificação.

Dentre as principais vantagens da utilização da cana-de-açúcar *in natura* na alimentação animal podemos destacar a disponibilidade de técnicas adequadas de cultivos e de variedades com elevada produtividade de biomassa, coincidência do melhor valor nutritivo no período de seca e boa aceitação pelos animais. Entretanto, a dificuldade de colheita em dias de chuva, a redução do valor nutritivo durante o verão e as limitações operacionais impostas pelo corte diário dificultam a sua utilização durante o ano todo e em larga escala.

Atualmente, a conservação da cana-de-açúcar na forma de silagem tem despertado o interesse de pesquisadores e produtores, em função dos benefícios em logística e operacionalidade que esta técnica apresenta. A ensilagem da cana-de-açúcar tem sido apontada como alternativa para facilitar o manejo dos canaviais, uma vez que possibilita concentrar as atividades de tratamentos culturais, permitindo desta forma, aumento na longevidade do talhão, por favorecer uma rebrota mais uniforme e maior eficiência no controle de plantas daninhas. Além disso, esta técnica coloca-se como alternativa de recurso forrageiro por viabilizar o uso da cana-de-açúcar na alimentação de grandes rebanhos, reduzir a utilização de mão-de-obra e evitar perdas da forragem no caso de ocorrência de incêndios e geadas. Entretanto, segundo Pedroso et al. (2005) a maior limitação apresentada por esta técnica consiste na elevada produção de etanol, resultando em forragens de baixa qualidade.

Materiais com alto teor de carboidratos solúveis apresentam rápida proliferação de leveduras, as quais metabolizam os açúcares em etanol e gás carbônico, através de um processo de fermentação ineficiente. De acordo com Pahlow et al. (2003), esses microrganismos em anaerobiose, obrigatoriamente, fermentam os carboidratos solúveis produzindo etanol. Aditivos químicos e inoculantes microbianos vêm sendo utilizados com o intuito de melhorar o padrão de fermentação e a qualidade da silagem. Entretanto, existem poucos estudos relacionados ao uso de aditivos para o controle da

produção de etanol e aumento da estabilidade aeróbia, aspectos fundamentais na ensilagem da cana-de-açúcar (Pedroso, 2003).

Até 1995, acreditava-se que bactérias heterofermentativas, como o *Lactobacillus buchneri*, apresentavam pequeno efeito positivo sobre a qualidade de silagens (Holzer et al., 2003). Entretanto, Weinberg and Muck (1996) utilizaram o *L. buchneri* em silagem de milho e observaram aumento na estabilidade aeróbia. Estes autores atribuíram esta melhora à conversão do ácido láctico em ácido acético e sugeriram a utilização deste microrganismo como inoculante para silagens.

Diante das particularidades apresentadas pela ensilagem da cana-de-açúcar, Nussio, Shmidt e Pedroso (2003) apontam a necessidade de processos específicos que controlem adequadamente a população e a atividade de leveduras, sem prejuízo na qualidade da silagem. Segundo estes autores, apesar da escassez de pesquisa nacional e internacional nesta área, trabalhos recentes têm demonstrado que silagens produzidas exclusivamente de cana-de-açúcar são de baixa qualidade, acarretando rejeição da ração, com conseqüente redução no consumo voluntário pelos animais e desempenho insatisfatório destes.

Alguns trabalhos nacionais mostraram que o uso do *L. buchneri* na ensilagem da cana-de-açúcar resultou em aumento na recuperação de matéria seca, redução na produção de etanol e aumento da estabilidade aeróbia (Pedroso, 2003; Siqueira, 2005).

Pesquisas na área de produção animal, sobretudo com forragens, exigem conhecimentos sobre os aspectos relacionados à nutrição e ao comportamento alimentar dos animais. O consumo de matéria seca é a variável que exerce maior influência sobre o desempenho animal. O maior consumo de nutrientes está associado, primeiramente, com o menor tempo gasto na ingestão e ruminação dos alimentos.

Considerando que grande parte dos trabalhos realizados com silagens tratadas com aditivos se limitam em avaliar o efeito do inoculante sobre o processo fermentativo e as características da silagem produzida, o presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar e seus efeitos sobre o desempenho e o comportamento ingestivo de cabras em lactação e de cordeiros confinados .

Referências

HOLZER, M.; MAYRHUBER, E.; DANNER, H.; BRAUN, R. The role of *Lactobacillus buchneri* in forage preservation: Review. **Trends in Biotechnology**, Cambridge, v. 21, n. 6, p. 282-287, 2003.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM : PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS, 20, 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p.187-205.

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 no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 120 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.; PAZIANI, S.F.; LOURES, D.R.S.; IGARASI, M.S.; COELHO, R.M.; PACKER, I.H.; HORII, J.; GOMES, L.H. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.5, p. 427-432, 2005.

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.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Utilização da cana-de-açúcar como silagem

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), originária da Nova Guiné, tem sua introdução no Brasil datada da época do descobrimento do país, sendo desde então uma cultura intensamente difundida. A partir da década de 70, com o programa Proálcool, a cultura da cana-de-açúcar passou a receber atenção especial, o que resultou em grandes avanços nas técnicas de produção e no lançamento de variedades com elevado potencial de produção de biomassa e açúcar. Além disso, foi observada expansão do seu cultivo para regiões tradicionais de pecuária e de produção de grãos, aumentando sua viabilidade de uso na alimentação animal.

Tradicionalmente a cana-de-açúcar é utilizada *in natura* na alimentação de rebanhos através do corte e fornecimento diário. Entretanto, esta prática exige diariamente mão-de-obra para as atividades de corte, despalhamento, picagem e transporte, estabelecendo limitações logística e operacional na suplementação de grandes rebanhos e problemas relacionados à colheita em dias chuvosos. Além disso, a redução do teor de sacarose durante o verão leva à perdas no valor nutritivo (Matsuoka; Hoffmann, 1993), dificultando sua utilização como forragem durante o ano todo e em larga escala.

Embora tenha sido objeto de estudo durante as décadas de 70 e 80 por pesquisadores da América Central e do Norte, somente a partir do final dos anos 90 é que começaram a surgir os primeiros trabalhos nacionais sobre a qualidade nutricional da cana-de-açúcar ensilada. Atualmente, a conservação da cana-de-açúcar na forma de silagem tem despertado o interesse de pesquisadores e produtores, em função dos benefícios em logística e operacionalidade que esta técnica apresenta. A ensilagem da cana-de-açúcar tem sido apontada como alternativa para facilitar o manejo dos canaviais, uma vez que possibilita concentrar as atividades de tratamentos culturais, permitindo desta forma, aumento na longevidade do talhão por favorecer uma rebrota mais uniforme e maior eficiência no controle de plantas daninhas. Além disso, esta técnica coloca-se como alternativa de recurso forrageiro por viabilizar o uso da cana-de-açúcar na alimentação de grandes rebanhos, reduzir a utilização de mão-de-obra e

evitar perdas da forragem no caso de ocorrência de incêndios e geadas. Entretanto, segundo Pedroso et al. (2005), a maior limitação apresentada por esta técnica consiste na elevada produção de etanol, a qual resulta em forragens de baixa qualidade devido à elevada perda de matéria seca.

A prática da ensilagem da cana-de-açúcar resulta na redução de mão-de-obra, permite que grandes áreas sejam colhidas em um curto espaço de tempo, na época em que a forrageira apresenta melhor valor nutritivo, a qual coincide com o período das secas, mais propício aos trabalhos no campo. Portanto, o processo de ensilagem coloca-se como uma alternativa para os pecuaristas que buscam uma forma mais prática de manejo da forragem em suas propriedades e para àqueles que procuram viabilizar o aproveitamento da cana-de-açúcar como volumoso para grandes confinamentos.

Segundo Nussio, Schmidt e Pedroso (2003) apesar da escassez de pesquisa nacional e internacional nesta área, trabalhos recentes têm demonstrado que silagens produzidas exclusivamente de cana-de-açúcar são de baixa qualidade, acarretando rejeição da ração, com conseqüente redução no consumo voluntário pelos animais e desempenho insatisfatório destes.

2.2 Aditivos na ensilagem da cana-de-açúcar

Diversos autores observaram que a cana-de-açúcar, quando ensilada sem aditivos, apresenta fermentação tipicamente alcoólica e perda no valor nutritivo, com redução no conteúdo total de açúcares e sacarose e conseqüente produção de etanol, originada pelo desenvolvimento de leveduras na silagem (ALLI; BAKER, 1982; KUNG; STANLEY, 1982; LIMA et al., 2002; PEDROSO, 2003). Na fermentação da cana-de-açúcar, o açúcar é convertido em gás carbônico, água e etanol devido à elevada atividade de leveduras. Essa conversão resulta em perdas durante a estocagem e no fornecimento da silagem aos animais, levando a redução no teor de carboidratos solúveis, baixos teores de ácidos láctico e acético (ALLI; FAIRBAIRN; BAKER, 1983).

Apesar de potencialmente aproveitável como substrato energético no rúmen, através da conversão em acetato (CHALUPA et al., 1964), grande parte do etanol produzido nas silagens é perdido durante a estocagem nos silos (Alli; Baker, 1982). A

produção deste álcool representa 49% de perda de matéria seca dos substratos (MCDONALD: HENDERSON ; HERON, 1991). Segundo Nussio, Schmidt e Pedroso, (2003) o etanol produzido resulta em grande perda energética da forragem, provocando rejeição de consumo pelo animal logo após a retirada do silo.

Aditivos químicos e inoculantes microbianos têm sido utilizados com o intuito de melhorar o padrão de fermentação e a qualidade da silagem, através do desenvolvimento de microrganismos benéficos, como bactérias produtoras de ácido láctico, e a inibição dos indesejáveis, como as leveduras e bactérias do gênero *Clostridium*. Entretanto, existem poucos dados relacionados ao uso de aditivos para o controle da produção de etanol e aumento da estabilidade aeróbia na ensilagem da cana-de-açúcar.

Os inoculantes comerciais normalmente são compostos de linhagens de bactérias homofermentativas produtoras de ácido láctico como *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acilactici*, *Streptococcus faecium*, *Enterococcus faecium* e *Lactococcus lactis*. Recentemente, inoculantes contendo bactérias heterofermentativas, produtoras de ácido acético e propiônico, como o *Lactobacillus buchneri*, *Pediococcus cerevisiae*, *Propionibacterium shermani* e *Propionibacterium acidipropionici*, têm sido avaliados, buscando melhorar a estabilidade aeróbia das silagens (RANJIT; KUNG, 2000) através do controle da população de leveduras. No entanto, os resultados obtidos têm sido inconstantes (PEDROSO, 2003; NUSSIO; SCHMIDT; PEDRODO, 2003).

Em revisão sobre o papel do *Lactobacillus buchneri* na preservação de forragens, Holzer et al. (2003) afirmaram que Cooke (1995) foi o primeiro autor a descrever o potencial desta bactéria em inibir o crescimento de fungos e leveduras. No ano seguinte, Weinberg e Muck (1996) utilizaram o *L. buchneri* em silagem de milho e observaram aumento na estabilidade aeróbia. Estes autores atribuíram esta melhora à conversão do ácido láctico em ácido acético e sugeriram a utilização do *L. buchneri* como inoculante para silagens.

As bactérias *Lactobacillus buchneri* não possuem a enzima acetaldéido desidrogenase, por isso não são capazes de produzir etanol durante o processo de fermentação anaeróbia da glucose. Segundo Driehuis, Oude Elferink e Spoelstra, (1999), estas bactérias são capazes de metabolizar o ácido láctico a ácido acético e 1,2-

propanodiol. Estes autores observaram que silagens de milho inoculadas com estas bactérias apresentaram acúmulo de ácido acético em relação ao ácido láctico.

Oude Elferink et al. (2001) descreveram a via de degradação anaeróbia em que o ácido láctico é convertido em ácido acético e 1,2 propanodiol pelo *L. buchneri*. Teoricamente, a capacidade de produzir ácido acético às expensas do ácido láctico aliado ao maior poder de inibir o crescimento de mofo e leveduras apresentado pelo ácido acético confere ao *L. buchneri* características favoráveis que resultam em melhora na estabilidade aeróbia de materiais conservados durante a exposição ao ar. Analisando diversos trabalhos, Holzer et al. (2003) afirmaram que a formação do ácido acético através do ácido láctico é feita exclusivamente pelo *L. buchneri*. Estes autores acrescentaram ainda que este microrganismo pode ser utilizado para aumentar o teor de ácido acético, resultando em silagens com excepcional estabilidade aeróbia.

Taylor et al. (2000), avaliaram o efeito de diferentes doses de *Lactobacillus buchneri* em silagem de milho e concluíram que houve aumento na produção de ácido acético e melhora na estabilidade aeróbia da silagem. Avaliando a adição de *L. buchneri* (10^5 e 10^6 ufc/g MV) em silagens de grãos úmidos de milho, Taylor e Kung (2002) constataram que estas bactérias foram eficientes no controle do desenvolvimento de leveduras e no aumento da estabilidade aeróbia. No entanto, observaram aumento na concentração de etanol de 0,43 para 0,91% em média. Da mesma forma, Ranjit e Kung (2000), ao avaliarem inoculantes contendo a bactéria heterofermentativa *Lactobacillus buchneri* em silagem de milho, observaram elevação na produção dos ácidos propiônico e acético, aumento significativo na estabilidade aeróbia e redução no teor de etanol e na população de leveduras. Adicionalmente, Adesogan et al. (2003) avaliaram o efeito de aditivos microbianos (*Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus fermentum* e *Leuconostoc mesenteroides*) e do aditivo químico Crimpstore (mistura de formato de amônio, propionato e benzoato) em silagem de trigo e verificaram que dentre os aditivos microbianos o *L. buchneri* foi mais efetivo na redução do pH, as silagens apresentaram menor concentração de FDN e menor teor de etanol, além de melhor composição química, resultando em melhor consumo pelos animais. De acordo com Nussio, Shmidt e Pedroso, (2003) a aplicação desses

resultados vem induzindo o uso da bactéria heterolática *L. buchneri* como aditivo potencial à ensilagem da cana-de-açúcar, no sentido de reduzir a produção de etanol.

Pedroso et al. (2002), trabalhando com silagem de cana-de-açúcar em silos experimentais, testaram cinco aditivos químicos (uréia, hidróxido de sódio, propionato de cálcio, benzoato de sódio e sorbato de potássio) e dois inoculantes bacterianos (bactérias homoláticas - *L. plantarum* e bactérias heteroláticas - *L. buchneri*) em diferentes doses e combinações e constataram que a inoculação com bactérias homoláticas triplicou a produção de etanol e levou à menor recuperação de matéria seca (77,70%), em consequência das maiores perdas de gases e efluentes. A adição de uréia com bactérias homoláticas também levou à maiores perdas de gases e maior teor de etanol em relação ao controle. Estes autores observaram ainda que a utilização de uréia e hidróxido de sódio apresentaram melhora significativa na recuperação de matéria seca e que a inoculação com *L. buchneri* reduziu, simultaneamente, as perdas gasosas, a concentração de etanol e melhorou a recuperação de matéria seca, embora com maior produção de efluentes em relação ao controle. Os resultados obtidos por Silva (2003) também constatam a baixa eficiência das bactérias homoláticas no controle da produção de etanol em silagem de cana-de-açúcar.

2.3 Silagem de cana-de-açúcar e desempenho animal

Existem poucos resultados na literatura referentes a avaliação de consumo e desempenho de animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar.

Trabalhos pioneiros de Silvestre et al. (1976) e Alvarez et al. (1977) avaliaram o desempenho de bovinos alimentados com dietas a base de silagens de cana-de-açúcar aditivadas com soluções de amônia aquosa e uréia com melaço, constatando que o consumo das silagens aditivadas com uréia foi 39% superior ao da silagem de cana-de-açúcar sem aditivo e semelhante ao da cana-de-açúcar *in natura*. Houve ainda tendência de aumento no ganho de peso (16%) e melhora da conversão alimentar do tratamento contendo silagem de cana-de-açúcar aditivada com 2% de solução de amônia + melaço; entretanto, inferiores ao desempenho dos animais que receberam a cana-de-açúcar *in natura*. Ranjit, Taylor e Kung (2002) avaliaram cordeiros da raça Dorset (35,7±4,7 kg) alimentados com rações contendo silagem de milho controle ou

inoculada com *Lactobacillus buchneri* 40788 (4×10^5 ufc/g MV). Estes autores obtiveram consumo de matéria seca de 0,90 e 0,94 kg MS/dia e ganho de peso diário de 83 e 140 g/dia, para as silagens controle e inoculada, respectivamente. O fornecimento de silagem inoculada com *L. Buchneri* não afetou a ingestão de matéria seca, mas aumentou a taxa média de ganho de peso diário

Schmidt et al. (2003), avaliaram o efeito de dois teores de inclusão de *L. buchneri* (5×10^4 e 1×10^5 ufc/g MV) e a adição de enzima fibrolítica à silagem de cana-de-açúcar na alimentação de bovinos confinados e verificaram consumo de matéria seca de 7,0; 8,4; 8,1 e 8,2 kg/dia para as silagens controle (sem aditivo) e aditivadas com 5×10^4 ufc/g MV, 10^5 ufc/g MV e 10^5 ufc/g MV + enzima fibrolítica, respectivamente. No mesmo trabalho, estes autores compararam o ganho de peso médio diário e observaram aumento de 38%, sendo encontrados valores de 0,96 e 0,70 kg/dia, para as silagens aditivadas e a controle, respectivamente.

Trabalhando com silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* ($3,64 \times 10^5$ ufc/g MV) e aditivos químicos (0,5% de uréia ou 0,1% de benzoato de sódio), Pedroso et al. (2003) avaliaram o desempenho de novilhas da raça holandesa e verificaram taxas de ganho de peso médio diário de 32 e 21% superiores à dieta controle, para as silagens de cana-de-açúcar aditivadas com *L. buchneri* e benzoato de sódio, respectivamente. Por outro lado, Junqueira et al. (2006) avaliaram o desempenho de novilhas confinadas recebendo rações com 45% de silagem de cana-de-açúcar na MS aditivadas com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV) ou uréia (1,00 ou 1,50% na MV) e não observaram diferenças no desempenho dos animais.

Referências

ADEGOSAN, A.T.; SALAWU, M.B.; ROSS, A.B.; DAVIES, D.R.; BROOKS, A.E. Effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus fermentum*, *Leuconostoc mesenteroides* inoculants, or a chemical additive in the fermentation, aerobic stability, and nutritive value of crimped wheat grains. **Journal Dairy Science**, Champaing, v. 86, p. 1789-1796, 2003.

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. 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 sugar cane. **Tropical Animal Production**, Mérida, v. 2, p. 2-33, 1977.

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

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

HOLZER, M.; MAYRHUBER, E.; DANNER, H.; BRAUN, R. The role of *Lactobacillus buchneri* in forage preservation: Review. **Trends in Biotechnology**, Cambridge, v. 21, n. 6, p. 282-287, 2003.

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. 96p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

KUNG, L.Jr. STANLEY, R. W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 54, p. 689-796, 1982.

LIMA, J. A.; EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; SIQUEIRA, G. R.; SANTANA, R. A. V. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com uréia ou farelo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.

MATSUOKA, 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**. 2 nd ed. Marlow: Chalcomb Publ.,1991. 340p.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p.187-205.

OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; KROONEMAN, J.; GOTTSCHALL, J.C.; SPOELSTRA, S.F.; FABER, F.; DRIEHUIS, F. Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. **Applied and Environmental Microbiology**, Baltimore, v. 67, p. 125-132, 2001.

PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 120 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.; PAZIANI, S.F.; LOURES, D.R.S.; IGARASI, M.S.; COELHO, R.M.; PACKER, I.H.; HORII, J.; GOMES, L.H. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.5, p. 427-432, 2005.

RANJIT, N.K.; KUNG, L.Jr. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, p. 526-535, 2000.

RANJIT, N.K.; TAYLOR, C.C.; KUNG, L.Jr. Effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 57, p. 73-81, 2002.

SCHMIDT, I.P.; NUSSIO L.G.; RIBEIRO, J.L.; ZOPOLLATO, M. Performance of beef bulls fed sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) silage treated with *Lactobacillus buchneri*. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9.; REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO LATINOAMERICANA DE PRODUÇÃO ANIMAL, 13., 2003. Porto Alegre, **Proceedings...** Porto Alegre: UFRGS, p.25. 2003. p.25.

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.

TAYLOR, C.C.; KUNG, L.Jr. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, p. 1526-1532, 2002

TAYLOR, C.C.; NEYLON, J.M.; LAZARTIC, J.A.; MILLS, J.A.; TETREAUULT, A.; WHITER, A G.; CHARLEY, R.; KUNG, L.Jr. *Lactobacillus buchneri* and enzymes improves the aerobic stability of high moisture corn. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 78, Suppl. 1, p. 111, 2000.

3 DESEMPENHO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE CABRAS EM LACTAÇÃO ALIMENTADAS COM SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR

Resumo

O experimento foi realizado para avaliar os efeitos da utilização de silagem de cana-de-açúcar aditivada com *Lactobacillus buchneri* sobre o consumo de matéria seca, produção e composição do leite, componentes sanguíneos e o comportamento ingestivo de animais em lactação. Trinta e nove cabras da raça Saanen, com 83 ± 5 dias em lactação, foram distribuídas em um delineamento experimental de blocos completos casualizados. As dietas experimentais continham 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 e silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV), constituindo os tratamentos experimentais SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente. Durante o ensaio de desempenho o comportamento ingestivo dos animais foi avaliado por duas vezes. As observações foram realizadas individualmente, durante 24 horas, de forma visual, com observações feitas a cada cinco minutos. Foram determinados os tempos gastos com ingestão, ruminação e ócio. O consumo de matéria seca (CMS) foi maior ($P < 0,01$) para as cabras que receberam o tratamento SC (2,82 kg/d) quando comparado aos tratamentos SCS e SCS+Lb (2,22 e 2,42 kg/d, respectivamente). Não houve diferença ($P > 0,05$) para a produção de leite (1,65, 1,42 e 1,48 kg/d) e produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (1,48, 1,56 e 1,41 kg/d) para os tratamentos SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente. Entretanto, a eficiência alimentar foi maior para as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar (0,54, 0,64 e 0,64 LCG/CMS os tratamentos SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente). Os teores de gordura e de sólidos totais no leite foram maiores para as dietas contendo silagem, sendo que o teor de gordura foi maior ($P < 0,01$) para o tratamento SCS+Lb (3,80%) quando comparado ao tratamento SCS (3,46%). A concentração plasmática de ácidos graxos não esterificados (AGNE) foi maior ($P < 0,05$) para os animais alimentados com silagens. Os teores de glucose e nitrogênio uréico plasmático foram semelhantes ($P > 0,05$) entre os tratamentos. O tempo despendido com ruminação (min/g MS) foi maior ($P < 0,05$) para as cabras alimentadas com silagens (0,18, 0,25 e 0,25 para os tratamentos SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente). Entretanto, a eficiência de ruminação (g MS/h) foi inferior para os animais que receberam silagem de cana-de-açúcar. Silagens de cana-de-açúcar reduzem o consumo de matéria seca e aumentam a concentração sérica de AGNE, porém não apresentam efeito negativo sobre a produção de leite. A silagem inoculada com *Lactobacillus buchneri* promove maior teor de gordura no leite. A utilização da silagem de cana-de-açúcar aumenta o tempo de ruminação em min/g MS e afeta negativamente a eficiência de ruminação de cabras em lactação.

Palavras-chave: aditivos microbianos, etanol, fermentação heterolática

Lactation response and ingestive behavior of dairy goats fed sugar cane silage treated with *Lactobacillus buchneri*

Abstract

This trial was performed to evaluate the effects of feeding sugar cane silage treated on dry matter intake, milk yield and composition, blood components and ingestive behavior in lactating goats. Thirty-nine Saanen does (83 ± 5 days in milk) were assigned to a complete randomized block design. Does were fed a 50:50 (concentrate:roughage ratio) total mixed ration, with different roughages: fresh sugar cane, sugarcane silage without additive and sugar cane silage treated with *Lactobacillus buchneri* (5×10^4 cfu/g wet basis) corresponding to the experimental treatments SC, SCS and SCS+Lb, respectively. During the feeding trial, two sessions of 24 h were used to determine feeding behavior where eating, ruminating and idles times were observed and recorded every 5 minutes. Dry matter intake (DMI) was higher ($P < 0.01$) for goats fed SC diet (2.82 kg/d) compared to SCS (2.22 kg/d) and SCS+Lb (2.42 kg/d). Milk production (MP) and fat corrected milk yield were similar among diets (MP 1.65, 1.42, 1.48 kg/d and FCM 1.48, 1.56, 1.41 kg/d for SC, SCS and SCS+Lb, respectively). However, feed efficiency was greater for goats fed silage diets (0.52, 0.64 and 0.64 kg FCM 3.5% /kg DMI for SC, SCS and SCS+Lb, respectively). Milk fat and total solids were higher for diets containing silages. SCS+Lb diet had greater ($P < 0.01$) milk fat content (3.8%) than SCS (3.46%). NEFA concentration was higher ($P < 0.05$) for animals fed silage diets. Glucose and plasma urea nitrogen levels were similar ($P > 0.05$). Time spent with rumination (min/g DM) was greater ($P < 0.05$) for does fed silage diets (0.18, 0.25 and 0.25 min/g DM for SC, SCS and SCS+Lb, respectively). However, rumination efficiency (g DM/h) was lower for animals fed silage (345, 247, 274 g DM/h for SC, SCS and SCS+Lb, respectively). Sugar cane silage reduce dry matter intake and increase NEFA blood concentration. However, had no detrimental effect on milk production. In addition, silage treated with *L. buchneri* increase milk fat content. Sugar cane silages increase rumination rate (min/gMS) and affect negatively rumination efficiency (g DM/h).

Keywords: microbial additives, ethanol, heterolactic fermentation

3.1 Introdução

A busca por alternativas de alimentos volumosos para suplementação de ruminantes durante o período seco é uma preocupação constante, principalmente quando sistemas intensivos de produção são adotados. A ensilagem da cana-de-açúcar tem sido apontada como alternativa de volumoso suplementar, em situações onde o corte diário apresenta limitações.

Estudos têm mostrado que a ensilagem de cana-de-açúcar, sem a utilização de aditivos, tem apresentado perdas excessivas de matéria seca e de valor nutritivo durante o processo de estocagem, o que tem resultado em silagens de baixa qualidade, acarretando redução no consumo voluntário e no desempenho animal (PEDROSO, 2003).

A utilização de aditivos em silagens é feita com o intuito de assegurar uma boa fermentação e minimizar as perdas durante a ensilagem. Porém, as alterações decorrentes do processo fermentativo influenciam o consumo animal (HUHTANEN et al., 2002). Além disso, a fermentação pode modificar o perfil de nutrientes absorvidos pelo trato digestivo, afetando a composição do leite, conforme tem sido observado em diversos estudos (HUHTANEN et al., 2003).

Pesquisas na área de produção animal exigem conhecimentos sobre os aspectos relacionados à nutrição e ao comportamento alimentar dos animais (NIELSEN, 1999). Para o completo entendimento do comportamento ingestivo, devem ser estudados seus três principais componentes: ingestão, ruminação e ócio (ABIJAOUDE et al., 2000). Diversos fatores influenciam o comportamento alimentar, tais como o manejo, sistema de alimentação, composição física e química do alimento consumido, hierarquia e competição por água e alimento (GRANT; ALBRIGTH, 1995). O consumo de matéria seca é a variável que exerce maior influência sobre o desempenho animal. O maior consumo de nutrientes está associado, primeiramente, com o menor tempo gasto na ingestão e ruminação dos alimentos (DESWYSEN et al, 1993).

Quando os animais são confinados, a ingestão de forragens depende principalmente do seu valor nutritivo e de sua capacidade de enchimento ruminal (BAUMONT et al., 2000). A determinação do tamanho de partículas da ração pode ser

útil para o entendimento dos fatores que afetam o comportamento alimentar dos animais (KONONNOFF; HEINRICHS, 2003), uma vez que esta característica afeta o consumo de MS, as atividades de ingestão e ruminação e a fermentação ruminal (NRC, 2001). Além disso, diversos estudos têm demonstrado relação positiva entre o tamanho de partícula do volumoso, tempo de mastigação e redução na produção de ácidos no rúmen (ALLEN, 1997), o que pode alterar o teor de gordura e a composição dos ácidos graxos presentes no leite.

O uso de aditivos para o controle da produção de etanol, no processo de ensilagem da cana-de-açúcar, tem sido pesquisado com maior frequência nos últimos anos. A maior parte dos trabalhos visa avaliar o efeito de inoculantes sobre o processo fermentativo e as características da silagem produzida. No entanto, existem poucos resultados referentes ao desempenho e ao comportamento ingestivo de animais. O presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho e o comportamento ingestivo de cabras em lactação alimentadas com rações contendo silagem de cana-de-açúcar com ou sem a adição da bactéria heterofermentativa *Lactobacillus buchneri* e compará-las à cana-de-açúcar *in natura* picada diariamente.

3.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado nas instalações para caprinos do Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC), do Departamento de Zootecnia, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Foram utilizadas 39 cabras da raça Saanen, com 83 ± 5 dias em lactação. Os animais foram alojados em baias individuais do tipo "tie-stall", medindo 0,50 x 1,2 m, em galpão coberto, com piso ripado, providas de comedouro e bebedouro. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, sendo os mesmos determinados de acordo com a ordem de lactação (primeira ou demais), dias em lactação, produção de leite e peso dos animais no início do experimento.

Os animais foram ordenhados duas vezes ao dia (7:30 e 15:30 h). A produção de leite foi medida através da realização de controle leiteiro semanal, por meio de medidor automático. Amostras compostas (ordenha da manhã e ordenha da tarde) foram colhidas semanalmente no dia do controle leiteiro. As amostras foram conservadas em

2-bromo-2-nitropropano-1-3-diol e mantidas sob refrigeração para posterior determinação da concentração de proteína, gordura, lactose e sólidos totais. As determinações foram realizadas por leitura de absorção de infravermelho próximo em um equipamento Bentley 2000, no Laboratório de Análise de Leite, da Clínica do leite, do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP.

As dietas foram balanceadas para atender as exigências de cabras em lactação (AFRC, 1998), conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais (% MS)

Ingredientes	Tratamentos ¹		
	SC	SCS	SCS+Lb
Cana-de-açúcar <i>in natura</i> picada	50,0	–	–
Silagem de cana-de-açúcar	–	50,0	50,0
Milho moído	18,5	18,5	18,5
Farelo de soja	18,0	18,0	18,0
Farelo de trigo	9,0	9,0	9,0
Uréia	1,1	1,1	1,1
Mistura mineral ²	3,4	3,4	3,4
Composição química			
Matéria seca	59,0	55,5	58,4
Proteína bruta	15,7	16,5	16,6
Matéria mineral	5,9	5,9	6,2
Matéria orgânica	94,1	94,10	93,8
Fibra em detergente neutro	32,1	38,9	42,4
NDT estimado ³	62,8	62,8	62,8

¹Tratamentos: SC= Cana-de-açúcar *in natura* picada, SCS= Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, SCS+Lb= Silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV);

²Composição: Ca 22%; P 5,5%; Mg 3,5%; S 2,2%, Cl 10,55%; Na 7,0%; Mn 1500mg/kg; Fe 500mg/kg; Zn 1550mg/kg; Cu 440mg/kg; Co 50mg/kg; I 40mg/kg; Se 20mg/kg;

³Nutrientes digestíveis totais.

As dietas experimentais foram isonitrogenadas, 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), constituindo os tratamentos experimentais SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente.

Os ingredientes concentrados das rações foram misturados em um equipamento com capacidade para 500 kg. As dietas foram fornecidas uma vez ao dia, em

quantidade suficiente para permitir sobra entre 10 e 15% do oferecido. A silagem e o concentrado de cada baía foram pesados em balança eletrônica e misturados manualmente nos cochos. As sobras de alimentos de cada baía foram quantificadas diariamente, possibilitando o cálculo posterior do consumo e ajuste da quantidade de alimento a ser fornecida em cada dia.

As amostras do alimento oferecido foram processadas em moinhos tipo Wiley, providos de peneiras com crivos de 1 mm e analisadas para matéria mineral (MM), matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de acordo com a AOAC (1990). A FDN foi determinada com a utilização de amilase e sulfito de sódio conforme Van Soest; Robertson e Lewis (1991).

No final do primeiro período experimental foram realizadas colheitas de sangue antes e três horas após a oferta do alimento para determinação da concentração plasmática de glicose, N uréico e ácidos graxos não esterificados (AGNE). As colheitas de sangue foram realizadas em tubos a vácuo (BD Vacutainer™), centrifugadas para separação do plasma sanguíneo, o qual foi armazenado em tubos do tipo "ependorf" e congelado para posterior análise laboratorial.

Para determinação do nitrogênio uréico foi utilizado o método colorimétrico descrito por Chaney e Marbach (1962), adaptado para leitura em placas de microtítulo em aparelho do tipo Elisa Reader (BIO RAD) com comprimento de luz de 550 nanômetros. Somente foram aceitos resultados provenientes de placas com $r^2 = 0,99$ e coeficiente de variação entre duplicatas $\leq 7\%$.

A concentração de AGNE foi determinada através da utilização de Kit comercial adaptado para leitura em placas de microtítulo, em aparelho do tipo Elisa Reader (BIO RAD) com comprimento de luz de 550 nanômetros. A determinação da glicose plasmática foi realizada através do aparelho autoanalisador bioquímico YSI 2700-S Biochem.

A análise estatística dos dados foi realizada através do procedimento GLM do programa SAS (1999). As médias das tabelas foram obtidas pelo comando LSMEANS, para as variáveis que obtiveram respostas significativas foi aplicado o teste Tukey ($P < 0,05$).

Durante o experimento de desempenho, o comportamento ingestivo dos animais foi avaliado por duas vezes. Os animais foram observados individualmente durante 24 horas, de forma visual, com observações feitas a cada cinco minutos, perfazendo um total de 288 observações. Foram determinados os tempos gastos com ingestão, ruminação e ócio, sendo este último definido como a somatória do tempo em que os animais permaneceram em descanso ou ingerindo água. O tempo total despendido em cada atividade foi calculado, multiplicando-se o número total de observações por cinco. A atividade de mastigação foi calculada através do somatório das atividades de ingestão e ruminação, conforme Armentano e Pereira (1997). As variáveis determinadas foram: tempo gasto na atividade de ingestão, ruminação, mastigação (em minutos/dia, minutos/g de MS e minutos/g de FDN ingerida) e ócio (min/dia) e a eficiência de ingestão e de ruminação (g de MS/h e g de FDN/h).

Amostras de aproximadamente 250g dos volumosos oferecidos e das sobras da ração foram colhidas, durante o ensaio de desempenho, para determinação do tamanho médio de partículas. Para tanto, as amostras foram estratificadas de acordo com o método "Penn State Particle Size Separator" proposto por Lammers; Buckmaster e Heinrichs (1996), o qual é constituído de duas peneiras com diâmetros de 19 mm e 8 mm. Após a estratificação, foram definidas as proporções de material retido com diâmetro superior a 19 mm, entre 19 mm e 8 mm e inferior a 8 mm.

Os dados foram analisados pelo procedimento GLM do pacote estatístico SAS (1999). As médias das tabelas foram obtidas pelo comando LSMEANS, para as variáveis que obtiveram respostas significativas foi aplicado o teste Tukey ($P < 0,05$). Para a participação de cada atividade ao longo do período de 24 horas, expressa em número de horas por dia, foi utilizada a estatística descritiva.

3.3 Resultados e Discussão

Os dados referentes ao consumo de matéria seca e à produção de leite estão apresentados na Tabela 2. Houve diferença ($P < 0,01$) para o 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 2,82 kg MS/dia, enquanto que para as silagens, os valores foram de 2,22 e 2,42 kg MS/dia para os tratamentos

SCS e SCS+Lb, respectivamente. As dietas contendo silagens apresentaram consumos semelhantes ($P>0,05$).

O maior consumo de matéria seca observado para a ração contendo a cana-de-açúcar *in natura* picada não refletiu na produção de leite, uma vez que não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos. A produção de leite observada foi de 1,65, 1,42 e 1,48 kg/dia para os tratamentos SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente.

A utilização de aditivos é feita com o intuito de assegurar uma boa fermentação e minimizar as perdas durante a ensilagem; porém, as alterações decorrentes do processo fermentativo influenciam o consumo animal (HUHTANEN et al., 2002). Estes autores afirmam que a ingestão de forragens secas geralmente está relacionada à digestibilidade e aos componentes da parede celular. Entretanto, esta relação é pequena para forragens ensiladas, provavelmente devido aos produtos formados durante a fermentação.

Tabela 2 - Consumo de matéria seca, produção de leite e eficiência alimentar de cabras em lactação alimentadas com silagem de cana-de-açúcar

Item	Tratamentos ¹			EPM ⁴	P ⁵
	SC	SCS	SCS+Lb		
Consumo de MS, kg/dia	2,82 ^a	2,22 ^b	2,42 ^b	0,101	0,001
Produção de leite, kg/dia	1,65	1,42	1,48	0,090	0,203
LCG ² , kg/dia	1,48	1,56	1,41	0,088	0,508
Eficiência alimentar ³	0,52 ^a	0,64 ^b	0,64 ^b	0,026	0,004

¹Tratamentos: SC= Cana-de-açúcar *in natura* picada, SCS= Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo
SCS+Lb= Silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV);

²Leite corrigido para 3,50% de gordura;

³Eficiência alimentar= LCG/consumo de matéria seca;

⁴Erro padrão da média;

⁵Probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos ($P<0,05$).

Avaliando 47 trabalhos, totalizando 234 observações, Huhtanen et al. (2002) buscaram estabelecer a relação entre os produtos da fermentação e o consumo de silagem. Estes autores observaram que houve aumento linear ($P<0,001$) no consumo de silagem com aumento na concentração dos carboidratos solúveis. O maior consumo apresentado pela ração contendo cana-de-açúcar *in natura* pode estar relacionada ao elevado teor de carboidratos solúveis presentes nesta forragem. Além disso, o menor

consumo de matéria seca observado para os animais que receberam os tratamentos SCS e SCS+Lb pode ter ocorrido devido à maior concentração de FDN (Tabela 1) e ao maior tamanho médio de partículas apresentado pelas silagens (Tabela 6).

Segundo a última edição do NRC (2001), para bovinos leiteiros, o tamanho de partículas da dieta afeta o consumo de MS e a fermentação ruminal. Mooney e Allen (1997) observaram que a redução no tamanho de partículas de silagem de alfafa de 11,4 para 5,8 mm influenciou positivamente o consumo. Da mesma forma, Fischer et al. (1994) relataram aumento no consumo de matéria seca de vacas recebendo ração total com 45% de silagem de alfafa, quando o tamanho médio de partículas foi reduzido de 9,6 para 3,0 mm.

Outras relações encontradas por Huhtanen et al. (2002) sobre a ingestão de silagem referem-se aos teores de ácido láctico e dos ácidos graxos voláteis (AGV's). De acordo com estes autores, existe uma correlação negativa entre a concentração destes ácidos com o consumo de silagem, sendo que os AGV's apresentam maior efeito depressivo no consumo de silagens do que o ácido láctico, sugerindo que a fermentação homolática apresenta menor efeito sobre a ingestão de silagem do que a fermentação heterolática. Com relação à ingestão de matéria seca há uma maior preocupação dos pesquisadores com as elevadas concentrações de ácido acético encontradas nas silagens aditivadas com microrganismos heterofermentativos. Taylor et al. (2002) citaram que, no passado, diversos autores relacionaram as baixas taxas de ingestão de silagens à elevada concentração de ácido acético. Entretanto, trabalhos mais recentes (WRIGHT et al., 2000) observaram poucas relações entre a concentração de ácido acético e o consumo. Alguns autores, contrários ao uso de bactérias heterofermentativas como inoculantes de silagem, sugerem que o elevado teor de ácido acético reduz a palatabilidade da dieta, prejudicando o consumo e o desempenho animal.

Kung (2001), embora concorde que altos teores de ácido acético possam reduzir o consumo animal, relata que trabalhos realizados na Universidade de Delaware têm demonstrado que o fornecimento de silagens aditivadas com *L. buchneri* não têm apresentado efeitos negativos no desempenho animal. O mesmo autor cita um trabalho realizado por Muck e Kung (1997) em que foram sumarizadas respostas de

desempenho animal com a utilização de inoculantes microbianos contendo microrganismos homofermentativos, em estudos realizados de 1990 a 1995. Estes autores encontraram 36 trabalhos com avaliação do consumo e da produção de leite, sendo que destes, 28% apresentaram efeito positivo sobre a ingestão de matéria seca e 47% afetaram positivamente a produção de leite. Adicionalmente, Combs e Hoffman (2001), avaliando o efeito do *L. buchneri* sobre a ingestão e a produção de leite, relataram que, embora o ácido acético possa deprimir o consumo, não está claro, até o momento, se silagens aditivadas com este microrganismo apresentam quantidade suficiente de ácido acético para afetar negativamente a ingestão.

Dentre os diversos trabalhos encontrados na literatura avaliando a utilização da bactéria *Lactobacillus buchneri* na conservação de forragens, apenas três estudaram o efeito de silagens inoculadas com este microrganismo sobre o consumo de matéria seca e a produção de leite. Driehuis, Oude Elferink e Spoelstra, (1999), estudando os efeitos do *L. buchneri* em silagem de milho, relataram que vacas alimentadas com este volumoso, contendo o inoculante microbiano, consumiram a mesma quantidade de matéria seca do que aquelas que receberam a silagem não aditivada. Da mesma forma, Taylor et al. (2002), avaliaram o efeito do inoculante *L. buchneri* (4×10^5 ufc/g MV) sobre os aspectos fermentativos, a estabilidade aeróbia e o valor nutritivo da silagem de cevada para vacas em lactação e observaram que a utilização da silagem aditivada com esse microrganismo, apesar de conter maior concentração de ácido acético, não apresentou efeito negativo no consumo de matéria seca e na produção e composição de leite. Por outro lado, Kung et al. (2003) utilizaram silagem de alfafa inoculada com *L. buchneri* (4×10^5 ufc/g MV) na alimentação de vacas de alta produção (39,0 kg/d) e verificaram que o consumo de matéria seca não alterou. Embora tenham observado que os animais alimentados com a silagem que continha o microrganismo heterofermentativo produziram mais 0,80 kg de leite. Estes autores concluíram que a silagem de alfafa aditivada com *L. buchneri*, contendo elevadas concentrações de ácido acético, não afetou o consumo de matéria seca, porém promoveu aumento na produção de leite.

A avaliação da qualidade das silagens utilizadas neste trabalho (Capítulo 3) indicaram maior ($P < 0,01$) teor de ácido acético para o tratamento SCS+Lb. Os valores

obtidos foram de 4,1 e 5,7% na MS para os tratamentos SCS e SCS+Lb, respectivamente. Estes resultados concordam com os dados encontrados na literatura e citados anteriormente, os quais sugerem que as altas concentrações de ácido acético encontradas em silagens aditivadas com *L. buchneri* não se colocam como fator limitante ao consumo de matéria e à produção de animais em lactação.

Além de influenciar a ingestão de matéria seca, a fermentação ocorrida durante o processo de ensilagem pode modificar o perfil de nutrientes absorvidos pelo trato digestivo. Estas modificações podem afetar a composição do leite, conforme observado em alguns estudos (HUHTANEN et al., 2003).

Os dados referentes à composição do leite, observados no presente trabalho (Tabela 3), estão de acordo com a afirmação acima. Houve diferença nos parâmetros de composição do leite entre os tratamentos. Os teores de gordura, lactose e sólidos totais foram maiores ($P < 0,01$) para os tratamentos contendo silagem de cana-de-açúcar. A adição do *Lactobacillus buchneri* influenciou apenas a concentração de gordura, a qual foi maior para o tratamento SCS+Lb.

Os valores observados para o teor de gordura no leite foram 2,79, 3,46 e 3,80% para os tratamentos SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente. O aumento observado para este componente do leite influenciou a eficiência alimentar (LCG/CMS), a qual foi menor ($P < 0,01$) para a dieta contendo cana-de-açúcar *in natura*.

A variação observada no teor de gordura do leite provavelmente está relacionada à maior concentração do ácido acético e ao maior tamanho de partículas observado para o material ensilado. De acordo com Huhtanen et al. (2003), a redução na concentração de gordura ocorre com o aumento do ácido láctico nas silagens, o que pode ser atribuído aos menores teores dos ácidos acéticos e butírico, em relação ao ácido propiônico. Os ácidos acético e butírico, principais ácidos graxos voláteis presentes nas silagens, são precursores de gordura, enquanto que o ácido láctico é convertido principalmente à propionato no rúmen. Diversos estudos têm demonstrado relação positiva entre o menor tamanho de partícula do volumoso com redução no tempo de mastigação e na produção de ácidos no rúmen (ALLEN, 1997).

Tabela 3 - Composição do leite de cabras em lactação alimentadas com silagem de cana-de-açúcar

	Tratamentos ¹			EPM ²	P ³
	SC	SCS	SCS+Lb		
Gordura					
%	2,79 ^a	3,46 ^b	3,80 ^c	0,096	< 0,0001
g/d	47,10	49,30	56,90	3,222	0,0997
Proteína					
%	2,91 ^a	3,03 ^{a,b}	3,16 ^b	0,006	0,021
g/d	48,15	42,76	46,31	2,770	0,389
Lactose					
%	4,10 ^a	4,44 ^b	4,35 ^b	0,047	<0,0001
g/d	68,35	63,62	64,63	4,185	0,706
Sólidos Totais					
%	10,58 ^a	11,90 ^b	12,22 ^b	0,135	<0,0001
g/d	177,18	169,20	181,18	10,573	0,720

¹Tratamentos: SC= Cana-de-açúcar *in natura* picada, SCS= Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, SCS+Lb= Silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV);

²Erro padrão da média;

³Probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos (P<0,05).

Os precursores das moléculas de gordura sintetizadas na glândula mamária são gerados durante a fermentação ruminal. Desta forma, fatores que interfiram na produção dos ácidos graxos voláteis no rúmen interferem na síntese de gordura no leite. Para a manutenção das funções ruminais é necessário quantidades suficientes de fibra e adequado tamanho de partículas. Rações contendo forragens muito processadas diminuem a relação acetato:propionato, causando redução no teor de gordura no leite.

Os dados obtidos neste trabalho estão de acordo com estudos que sustentam a hipótese de que o tamanho de partículas da forragem altera a composição do leite. Yang; Beauchemim e Rode (2001) observaram que a redução no tamanho de partículas não afetou a produção de leite, porém houve tendência de redução (P<0,12) nos teores de gordura e proteína. Da mesma forma, Schwab et al. (2002) observaram que a redução no tamanho de partículas de silagem de milho reduziu o teor de gordura presente no leite, atribuindo esse fato à baixa relação acetato:propionato (C₂:C₃) no rúmen. Estes autores mediram a produção ruminal de ácidos graxos voláteis (AGV's) e obtiveram relação C₂:C₃ de 2,0 e 1,7 para os animais que receberam a silagem não processada e processada, respectivamente. Segundo os autores, reduções no teor de

gordura do leite freqüentemente estão associadas à relação acetato:propionato inferior à 2,0. Adicionalmente, Krause e Combs (2003) observaram diminuição no teor de gordura com a redução do tamanho de partículas de rações contendo silagens de alfafa e de milho. Ao avaliarem a concentração dos AGV's no rúmen, observaram que a relação C₂:C₃ tendeu a diminuir (P=0,10) com a redução no tamanho de partículas da forragem devido ao aumento na concentração do propionato.

Além de apresentar menor tamanho de partículas, a elevada concentração de carboidratos solúveis presentes na cana-de-açúcar pode ter colaborado para a redução no teor de gordura no leite dos animais alimentados com esta forragem *in natura* picada. A redução do tamanho das partículas, associada com a elevada disponibilidade de carboidratos rapidamente fermentáveis no rumén, pode reduzir o pH nesse compartimento, prejudicando a digestão da fibra e reduzindo o teor de gordura no leite (ONETTI et al, 2003).

O elevado teor de açúcares solúveis presentes na cana-de-açúcar, além de reduzir o teor de gordura do leite, pode alterar a sua composição. Diversos estudos têm demonstrado que animais mantidos em pastagens, apresentam maior concentração de ácido linoléico conjugado (CLA) do que animais confinados recebendo rações com maior proporção de concentrado. Segundo Kelly et al. (1998) isto ocorre devido ao maior teor de açúcares solúveis presentes nas forragens *in natura*. A conservação de forragens na forma de silagem ou feno reduzem a concentração dos açúcares do material (VAN SOEST, 1994).

Segundo Kay et al. (2004), o ácido linoléico conjugado presente no leite é originado à partir do CLA produzido durante a biohidrogenação ruminal do ácido linoléico e da desaturação do ácido vacênico (*trans*-11 C₁₈:1) na glândula mamária. Ribeiro; Karnati e Eastridge (2005), investigando a biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos de vacas em lactação, recebendo rações contendo alfafa *in natura* ou feno de alfafa mais sacarose, observaram que a adição de sacarose reduziu a concentração de acetato e aumentou o teor de butirato no rúmen. Estes autores observaram ainda que a biohidrogenação total dos ácidos graxos com cadeias de 18 carbonos foi maior para a alfafa *in natura*, em relação ao material na forma de feno. Sob certas condições de alimentação, as rotas de biohidrogenação dos ácidos graxos poliinsaturados são

alteradas. A redução da gordura do leite ocorre devido à inibição da síntese, pela ação do ácido graxo *trans*-C18:1, especificamente o *trans*10-C18:1, o qual é precursor imediato no rúmen do ácido linoléico conjugado *trans*-10, *cis*-12 (BAUMAN; GRIINARI, 2001).

O teor de proteína no leite foi maior ($P < 0,05$) no tratamento em que a silagem de cana-de-açúcar foi inoculada com *L. buchneri*, em relação ao tratamento SC. De acordo com Huhtanen et al. (2003) o teor de proteína no leite reduz significativamente ($P < 0,001$) com o aumento das concentrações dos ácidos láctico e acético. Por outro lado, estes autores afirmam que o teor de carboidratos solúveis está positivamente relacionado à concentração de proteína no leite.

Fredeen (1996), avaliando os aspectos nutricionais nas modificações da composição do leite, cita o baixo consumo de matéria seca e o desequilíbrio na ingestão de proteína na dieta como a possível causa dos baixos teores de proteína no leite. No presente estudo as diferenças nos teores de proteína podem ter ocorrido devido à seleção da ração feita pelos animais. O maior teor de proteína no leite ($P < 0,05$) observado para o tratamento SCS+Lb, em relação ao tratamento SC, pode ter ocorrido devido à menor concentração deste nutriente nas sobras dos animais que receberam este tratamento, conforme apresentado na Tabela 6.

A lactose é o elemento do leite que apresenta menor possibilidade de sofrer alteração, exercendo a função de controlar o volume de leite produzido, atraindo a água do sangue para equilibrar a pressão osmótica na glândula mamária. Portanto, a quantidade de água do leite e, conseqüentemente, o volume de leite produzido, depende da quantidade de lactose secretada na glândula mamária.

No presente trabalho, os animais alimentados com as rações contendo silagem de cana-de-açúcar apresentaram maiores teores de lactose. Considerando que dietas contendo partículas menores promovem maior produção de propionato no rúmen e que este ácido é o precursor indireto da lactose, o esperado seria que a concentração de lactose fosse maior para os animais alimentados com a cana-de-açúcar *in natura* picada.

A análise das concentrações séricas de glucose, nitrogênio uréico plasmático (NUP) e AGNE estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Concentrações médias de ácidos graxos (AGNE), glucose, nitrogênio uréico plasmático e variações no peso corporal de cabras em lactação alimentadas com silagem de cana-de-açúcar

Item	Tratamentos ¹			EPM ⁵	P ⁶
	SC	SCS	SCS+Lb		
AGNE ² , µmol/L	182,0 ^a	218,0 ^b	248,0 ^b	11,46	0,02
Glucose, mg/dL					
T0 ³	52,0	49,0	48,0	0,01	0,19
T3 ⁴	56,0 ^a	48,0 ^b	50,0 ^b	0,01	0,006
Nitrogênio uréico, mg/dL					
T0	26,3	24,9	23,8	1,59	0,56
T3	28,4	29,5	27,3	1,66	0,64
Peso inicial, kg	56,7	58,3	58,7	1,95	0,75
Peso final, kg	61,7	63,4	62,6	2,74	0,90
Variação no peso corporal, g/dia	71,1	74,25	55,4	20,80	0,79

¹Tratamentos: SC= Cana-de-açúcar *in natura* picada, SCS= Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, SCS+Lb= Silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5x10⁴ ufc/g MV);

²Ácidos graxos não esterificados;

³Sangue colhido antes do fornecimento da ração;

⁴Sangue colhido 3 horas após o fornecimento da ração;

⁵Erro padrão da média;

⁶Probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos (P<0,05).

A glucose e os ácidos graxos não esterificados (AGNE) são metabólitos sangüíneos utilizados para a avaliação do *status* energético do animal, sendo os AGNE relacionados à taxa de mobilização de reservas lipídicas. Pode-se observar que houve diferença (P<0,05) para os parâmetros sangüíneos avaliados. Após o fornecimento da dieta, o teor de glucose plasmática foi maior (P<0,05) para as cabras alimentadas com cana-de-açúcar. Este fato ocorreu devido à elevada concentração de açúcares solúveis, principalmente a sacarose, presente na cana-de-açúcar. Os valores de NUP obtidos foram maiores (P<0,05) para as rações contendo silagens, devido ao fato de que as estas apresentaram maior teor protéico, conforme apresentado na Tabela 1.

Os valores encontrados para as concentrações de AGNE demonstram que houve maior mobilização de reservas corporais pelos animais que receberam rações contendo silagens de cana-de-açúcar, embora os animais não tenham apresentado diferenças quanto ao peso final e à variação no peso corporal durante o período

experimental (Tabela 4). De acordo com Studer et al. (1993) quanto maior a mobilização de ácido graxo do tecido adiposo, maior a concentração de AGNE no sangue. Estes autores afirmam que quando o limite do metabolismo hepático é excedido, o AGNE é convertido em beta-hidroxibutirato, sendo este utilizado pela glândula mamária para a síntese de gordura do leite.

Os tempos despendidos com as atividades de ingestão, ruminação, mastigação e ócio, expressos em número de horas por dia, estão apresentados na Figura 1. Pode ser observado que a distribuição das atividades ao longo do dia foi semelhante para todos os tratamentos. Gonçalves et al. (2001), avaliando o comportamento alimentar de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes proporções de volumoso e concentrado, relataram que os animais alimentados com dietas variando entre 100 e 60% de volumoso apresentaram valores relativamente próximos para os tempos dedicados à alimentação, ruminação e ócio. Adicionalmente, Abijaoudé et al. (2000), trabalhando com cabras em lactação alimentadas com rações contendo diferentes teores de FDN (38,3 e 40,4% da MS total), observaram que não houve diferença entre os tempos despendidos com as atividades de ingestão, mastigação e ruminação.

No presente trabalho, o tempo médio gasto com ruminação foi de 8,4 h/dia (67%). Estes valores estão na faixa de 8 ou 9 horas consideradas por Welch (1982) como sendo comuns para a atividade de ruminação. Porém, estão acima do valor observado por Santini et al. (1992), os quais apresentaram valores entre 50 e 58% para dietas de cabras em lactação cujo teor de fibra em detergente neutro na dieta variava de 38 a 47% da MS total.

O tempo médio despendido com a atividade de ingestão não variou entre os tratamentos, sendo encontrados valores de 4,10 h/dia. Estes valores estão próximos aos relatados por Santini et al. (1992), os quais observaram tempo gasto com ingestão de 3,0; 4,0 e 4,1 h/dia para cabras em lactação recebendo teores de FDN de 38, 40 e 43% da MS, respectivamente. Mendonça et al. (2004), analisando o comportamento ingestivo de vacas em lactação, alimentadas com rações contendo silagem de milho ou cana-de-açúcar em diferentes relações volumoso:concentrado (50:50 e 60:40), não encontraram diferenças nos tempos despendidos com as atividades de ingestão e ruminação.

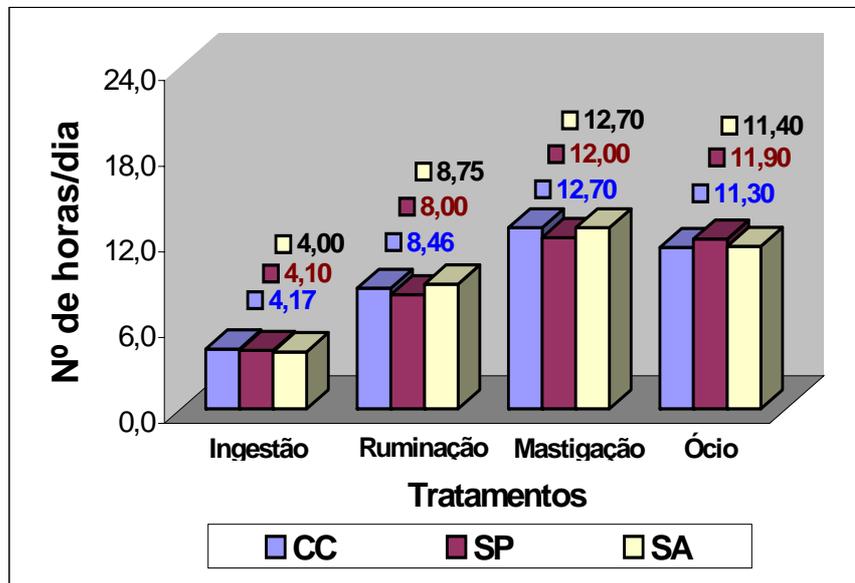


Figura 1- Distribuição das atividades diárias (h/dia) de cabras em lactação alimentadas com silagem de cana-de-açúcar

Os dados relativos ao consumo de matéria seca e de FDN (kg/dia), nos dias da avaliação do comportamento ingestivo, estão apresentados na Tabela 5. Estes dados refletem o padrão médio observado durante todo o ensaio de desempenho. Os animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar apresentaram menor consumo de matéria seca ($P < 0,05$) quando comparadas aos animais que receberam a cana-de-açúcar *in natura* picada. O maior teor de fibra apresentado pelas dietas contendo silagem de cana-de-açúcar pode ter sido a responsável pela redução no consumo de MS.

Alimentos que apresentam alta concentração de FDN podem afetar o consumo, uma vez que a fibra, na maioria das vezes, apresenta uma menor taxa de trânsito ruminal, aumentando desta forma a quantidade de material retido no rúmen; conseqüentemente, levando o animal a manifestar a repleção ruminal (Rodrigues, 2004).

Abijaoudé et al. (2000) observaram diferença no consumo diário de matéria seca de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo 38,3 e 40,4% de fibra em detergente neutro. Por outro lado, avaliando os efeitos de diferentes teores de fibra em detergente neutro (39, 42 e 44% da MS) na dieta de cabras no início da lactação,

alimentadas com dietas contendo feno de alfafa, Santini et al. (1991) não encontraram diferenças no consumo de matéria seca. Porém, estes autores utilizaram animais em estágio inicial da lactação e dietas com diferentes densidades energéticas.

Mertens (1987), baseado no princípio de que os animais ruminantes, após atingirem o limite físico do rúmen, apresentam consumo de fibra constante, sugere que a ingestão ótima de FDN na ração de animais em lactação dever ser em média 1,25% do peso corporal do animal. O valor médio de ingestão de FDN observado para as cabras no presente estudo foi de 0,90 kg/dia, o que corresponde à 1,50% do peso médio dos animais. Carvalho et al. (2006), avaliando o efeito de diferentes teores de fibra sobre o consumo e a produção de leite de cabras em lactação, observaram que a ingestão média de FDN foi 1,53% do peso vivo dos animais.

Silagens de cana-de-açúcar são caracterizadas pela extensa atividade de leveduras e alto teor de álcool (PEDROSO et al., 2005). Segundo Nussio et al. (2003) o etanol produzido resulta em grande perda energética da forragem, provocando rejeição de consumo pelo animal logo após a retirada do silo. A concentração de etanol (% MS) encontrada neste trabalho foi 3,20 e 2,80% para os tratamentos SCS e SCS+Lb, respectivamente, não diferindo entre os tratamentos.

Os dados relativos aos tempos gastos com ócio (minutos/dia), ingestão, ruminação e mastigação, expressos em minutos/dia, minutos/g de MS e minutos/g de FDN estão apresentados na Tabela 5. A avaliação do comportamento alimentar mostrou que houve diferenças apenas no tempo de ruminação, expresso em min/g de FDN.

Tabela 5 - Comportamento ingestivo de cabras em lactação alimentadas com silagem de cana-de-açúcar

Itens ⁽²⁾	Tratamentos ⁽¹⁾			CV (%) ⁽³⁾	EPM ⁽⁴⁾	P ⁽⁵⁾
	SC	SCS	SCS+Lb			
CMS, kg/dia	2,77 ^a	2,12 ^b	2,23 ^b	18,93	0,08	0,016
CFDN, kg/dia	0,90	0,84	0,96	18,49	0,03	0,375
Ingestão						
min/dia	252	244	239	17,07	8,21	0,606
min/g de MS	0,10	0,11	0,11	27,44	0,005	0,081
min/g de FDN	0,33	0,24	0,27	27,90	0,01	0,431
Ruminação						
min/dia	508	480	525	10,08	9,97	0,171
min/g de MS	0,18 ^a	0,25 ^b	0,25 ^b	23,93	0,01	0,006
min/g de FDN	0,57	0,61	0,59	24,91	0,02	0,224
Mastigação						
min/dia	761	726	765	8,68	12,76	0,548
min/g de MS	0,29	0,36	0,35	23,25	0,01	0,134
min/g de FDN	0,90	0,89	0,87	23,93	0,04	0,594
Ócio						
Min/dia	676	712	684	9,42	12,76	0,552

¹Tratamentos: SC= Cana-de-açúcar *in natura* picada, SCS= Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, SCS+LB= Silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV);

²Consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro em kg/dia; tempos de ingestão, ruminação e mastigação em minutos/dia, minutos por grama de MS ou minutos por grama de FDN; ócio em minutos/dia;

³Coefficiente de variação;

⁴Erro Padrão da Média;

⁵Probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos (P<0,05).

O maior consumo médio diário de MS está associado, primeiramente, a um menor tempo gasto com ingestão e ruminação (DESWYSEN et al., 1993) e o teor de FDN da dieta é o primeiro fator que afeta estas atividades, pois interfere diretamente na saúde e na função ruminal (YANG; BEAUCHEMIM; RODE, 2001). Entretanto, a variação observada no consumo de matéria seca das cabras refletiu apenas no tempo

despendido com ruminção em minutos/g de MS. O menor consumo de matéria seca e o maior tempo de ruminção ($P < 0,01$) observado para os animais que receberam os tratamentos SCS e SCS+Lb (Tabela 5) pode estar relacionado à maior concentração de FDN e ao maior tamanho de partículas apresentado pelas silagens (Tabela 6). Vale ressaltar que a forragem utilizada para a confecção da silagem foi colhida mecanicamente com colhedora de forragem tracionada por trator; enquanto que a cana-de-açúcar *in natura* foi picada em equipamento estacionário.

A redução no tamanho de partículas geralmente resulta na redução da atividade de mastigação, entretanto, seu efeito sobre o consumo de matéria seca não está muito esclarecido. Efeitos positivos no CMS com a redução no tamanho de partículas tem sido observado em diversos estudos, mas não é constante (KONONNOFF; HEINRICH, 2003). Estes autores, avaliando o efeito do tamanho de partículas da silagem de milho e do caroço de algodão na alimentação de vacas no início da lactação, observaram que o tamanho de partículas da forragem não afetou o consumo de matéria seca. Em contrapartida, Schwab et al. (2002) alimentaram vacas em lactação com silagem de milho contendo diferentes tamanhos de partículas e observaram redução no consumo de matéria seca com o aumento do tamanho de partículas da forragem.

Através da determinação do tamanho de partículas dos volumosos ofertados (Tabela 6), foi observado que as silagens de cana-de-açúcar apresentaram maior quantidade de partículas retidas na peneira com diâmetro entre 19 e 8 mm (73%) e menor quantidade de partículas na peneira com diâmetro inferior à 8 mm (23,3%), em relação à cana-de-açúcar *in natura* picada (27,7% entre 19-8 mm e 64,7% inferior à 8mm), sugerindo que as silagens apresentaram maior tamanho médio de partículas em relação à cana-de-açúcar *in natura* picada. Além disso, as sobras dos tratamentos contendo as silagens apresentaram maior porcentagem de material retido na peneira com diâmetro de 19 mm e menor quantidade retida na peneira de 8 mm, quando comparada com as distribuições percentuais das amostras dos volumosos.

Tabela 6 - Composição das sobras e distribuição das partículas (%) dos volumosos e das sobras de cabras em lactação alimentadas com silagem de cana-de-açúcar

Itens	Tratamentos ⁽¹⁾			CV (%) ⁽²⁾	EPM ⁽³⁾	P ⁽⁴⁾
	SC	SCS	SCS+Lb			
Composição das sobras						
matéria seca	40,6 ^a	38,5 ^b	41,7 ^a	5,50	0,61	0,0002
matéria mineral	5,9	5,3	5,5	7,28	0,31	0,178
proteína bruta	15,4 ^a	12,6 ^b	12,1 ^b	18,96	0,70	0,006
FDN	41,7 ^a	52,6 ^b	56,1 ^b	9,07	1,26	<0,01
Volumosos						
superior, > 19mm	7,6 ^a	3,4 ^b	3,9 ^c	48,7	0,62	0,046
média, 19mm-8mm	27,7 ^a	69,7 ^b	76,3 ^c	5,73	0,85	<0,001
inferior, < 8mm	64,7 ^a	26,9 ^b	19,8 ^c	11,72	1,12	<0,001
Sobras						
superior, > 19mm	11,1 ^a	7,4 ^b	7,2 ^b	54,0	0,91	0,112
média, 19mm-8mm	26,2 ^a	58,6 ^b	62,4 ^b	18,0	1,73	<0,0001
inferior, < 8mm	62,7 ^a	34,0 ^b	30,4 ^b	27,94	2,32	<0,0001

¹Tratamentos: SC= Cana-de-açúcar *in natura* picada, SCS= Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, SCS+Lb= Silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV);

²Coeficiente de variação;

³Erro Padrão da Média;

⁴Probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos (P<0,05).

A eficiência de ruminação é um importante mecanismo no controle da utilização de alimentos com baixa digestibilidade (WELCH, 1982). Os resultados referentes às eficiências de alimentação e ruminação, expressas em g de MS/h e g de FDN/h estão apresentadas na Tabela 7.

A eficiência de ruminação (g MS/h) foi afetada negativamente (P<0,05) nas dietas contendo silagem de cana-de-açúcar. A redução na eficiência de ruminação pode ter sido causada pelo maior teor de fibra, devido a dificuldade em reduzir o tamanho das partículas oriundas de materiais fibrosos presentes nas silagens.

Tabela 7 - Eficiências de ingestão e de ruminação de cabras em lactação alimentadas com silagem de cana-de-açúcar

Itens ⁽²⁾	Tratamentos ⁽¹⁾			CV (%) ⁽³⁾	EPM ⁽⁴⁾	P ⁽⁵⁾
	SC	SCS	SCS+Lb			
Eficiência de ingestão ²						
g de MS/h	600	687	546	26,40	31,64	0,254
g de FDN/h	193	268	232	26,82	12,14	0,394
Eficiência de ruminação ²						
g de MS/h	354 ^a	247 ^b	274 ^b	22,66	12,95	0,016
g de FDN/h	144	96	116	21,96	4,68	0,133

¹Tratamentos: SC= Cana-de-açúcar *in natura* picada, SCS= Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, SCS+Lb= Silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV);

²Eficiências de ingestão e ruminação em gramas de MS/h ou gramas de FDN/h;

³Coefficiente de variação;

⁴Erro Padrão da Média;

⁵Probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos (P<0,05).

3.4 Conclusão

A utilização da cana-de-açúcar ensilada reduz o consumo de matéria seca e aumenta a concentração plasmática de ácidos graxos não esterificados; porém, não apresenta efeito negativo sobre a produção de leite. Com relação à composição do leite, a utilização da silagem inoculada com *Lactobacillus buchneri* promove aumento no teor de gordura.

A avaliação do comportamento ingestivo mostrou que a silagem de cana-de-açúcar aumenta o tempo de ruminação em min/g MS e afeta negativamente a eficiência de ruminação (g MS/h) das cabras em lactação.

Referências

- ABIJAOUDE, J.A.; MORAND-FEHR, P.; TESSIER, J.; SCHMIDELY, P.; SAUVANT, D. Diet effect on daily feeding behaviour, frequency and characteristics of meals in dairy goats. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 64, p. 29-37, 2000.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. **The nutrition of goats**. Wallingford: CAB International, 1998. 118 p. (Technical Committee on Responses to Nutrients Report 10).
- ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acids production in the rumen and the requirement of physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 80, p. 1447-1462, 1997.
- ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 80, p. 1416-1425, 1997.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15th. ed. Arlington, 1990. v.1, 1117p.
- BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat : low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.70, p.15-29, 2001.
- BAUMONT, R.; PRACHE, S.; MEURET, M.; MORAND-FEHR, P. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 64, p. 15-28, 2000
- CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H.; RODRIGUES, C.A.F. Comportamento ingestivo de cabras alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro provenientes da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n.2, p. 562-568, 2006.
- CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, Danvers, v. 8, p. 130-162, 1962
- COMBS, D.K.; HOFFMAN, C.P. *Lactobacillus buchneri* for silage aerobic stability. **Focus on Forage**, Madison, v. 3, n.14, p. 28-30, 2001.

DESWYSEN, A.G.; DUTILLEUL, P.; GODFRIN, J.P.; ELLIS, W.C. Nycterohemeral eating and ruminating patterns in heifers fed grass or corn silage: analysis by finite Fourier transform. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 2739-2747, 1993.

DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J. W.H.; VAN WIKSELAAR, P.G. *Lactobacillus buchneri* improves the aerobic stability of laboratory and farm scale whole crop maize silage but does not affect feed intake and milk production of dairy cows. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 12.,1999, Uppsala: Sweden, 1999. p. 264-265

FISCHER, J.M.; BUCHANAN-SMITH, J.G.; CAMPBELL, C.; GRIEVE, D.G.; ALLEN, A.B. Effects of forage particle size and long hay for cows fed total mixed rations based on alfalfa and corn. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, p. 217-229, 1994.

FREDEEN, A.H. Considerations in the nutritional modification of milk composition. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 59, p. 185-197, 1996.

GONÇALVES, A.L.; LANA, R.P.; RODRIGUES, M.T.; VIEIRA, R.A.M.; QUEIROZ, A.C.; HENRIQUE, D.S. Padrão nictemeral do pH ruminal e comportamento alimentar de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1886-1892, 2001.

GRANT, R.J.; ALBRIGHT, J.L. Feeding behaviour and management factors during the transition period in dairy cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 2791-2803, 1995.

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.

HUHTANEN, P.; KHALILI, H.; NOUSIAINEN, J.I.; RINNE, M.; JAAKKOLA, S.; HEIKKILÄ, T.; NOUSIAINEN, J. Prediction of the relative intake potential of grass silage by dairy cows. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 72, p. 111-130, 2002.

KAY, J.K.; MACKLE, T.R.; AULDIST, M.J.; THOPSON, N.A.; BAUMAN, D.E. Endogenous synthesis of cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid in dairy cows fed fresh pasture. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, p. 369-378, 2004.

KELLY, M.L.; KOLVER, E.S.; BAUMAN, D.E.; VAN AMBURGH, M.E.; MULLER, L.D. Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 1630-1636, 1998.

KONONNOF, P.J.; HEINRICHS, A.J. The effect of corn silage particle size and cottonseed hulls on cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 2438-2451, 2003.

KRAUSE, K.M.; COMBS, D.K. Effects of forage particle size, forage source, and grain fermentability on performance and ruminal pH in midlactation cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 1382-1397, 2003.

KUNG, L.Jr.; TAYLOR, C.C.; LYNCH, M.P.; NEYLON, J.M. The effect of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 1, p. 336-343, 2003.

KUNG, L.Jr. Silage Fermentation and Additives. In: **Direct-fed microbial, enzyme and forage additive compendium**. Minnetonk : Miller Publishing, 2001.

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

MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F. D.; SOARES, C.A.; LANA, R.P.; QUEIROZ, A.C.; ASSIS, A.J.; PEREIRA, M.L.A. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 723-728, 2004.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, p. 1548-1558, 1987.

MOONEY, C.S.; ALLEN, M.S. Physical effectiveness of the neutral detergent fiber of whole linted cottonseed relative to that of alfalfa silage at two lengths of cut. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, p. 2052-2061, 1997.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washington: National Academic Press, 2001. 408p.

NIELSEN, B.L. On the interpretation of feeding behaviour measures and the use of feeding rates as an indicator of social constraint. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 63, p. 79-91, 1999.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A. F. Silagem de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 187-205.

ONETTI, S.G.; SHAVER, R.D.; BERTICS, S.J.; GRUMMER, R.R. Influence of corn silage particle length on the performance of lactating dairy cows fed supplemental tallow. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 2949-2957, 2003.

PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 120 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.; PAZIANI, S.F.; LOURES, D.R.S.; IGARASI, M.S.; COELHO, R.M.; PACKER, I.H.; HORII, J.; GOMES, L.H. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 427-432, 2005.

RIBEIRO, C.V.D.; KARNATI, S.K.R.; EASTRIDGE, M.L. Biohydrogenation of fatty acids and digestibility of fresh alfalfa or alfalfa hay plus sucrose in continuous culture. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 4007-4017, 2005.

RODRIGUES, M.T. Alimentação de cabras leiteiras. In: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPÉCIE CAPRINA, 8., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2004. p. 121-154.

SANTINI, F.J.; LU, C.D.; POTCHOIBA, M.J.; COLEMAN, S.W. Effects of acid detergent fiber intake on early postpartum milk production and chewing activities in dairy goats fed alfalfa hay. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 6, p. 63-71, 1991.

SANTINI, F.J.; LU, C.D.; POTCHOIBA, M.J.; FERNANDEZ, J.M.; COLEMAN, S.W. Dietary fiber and milk yield, mastication, digestion, and rate of passage in goats fed alfalfa hay. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, p. 209-219, 1992.

SCHWAB, E.C.; SHAVER, R.D.; SHINNERS, K.J.; LAUER, J.G.; COORS, J.G. Processing and chop length effects in brown-midrib corn silage on intake, digestion, and milk production by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, p. 613-623, 2002.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM . **SAS. User's guide**: statistic. 6th ed. 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.

TAYLOR, C.C.; RANJIT, N.J.; MILLS, J.A.; NEYLON, J.M.; KUNG, L.Jr. The effect of treating whole-plant barley with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, p. 1793-1800, 2002.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

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

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

WRIGHT, D.A.; GORDON, F.J.; STEEN, W.J.; PATTERSON, D.C. Factors influencing the response in intake of silage and animal performance after wilting of grass before ensiling: a review. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 55, p. 1-13, 2000.

YANG, W.Z.; BEAUCHEMIM, K.A.; RODE, L.A. Effects of grain processing, forage to concentrate ration, and forage particle size on rumen pH and digestion by dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, p. 2203-2216, 2001.

4 DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE CORDEIROS CONFINADOS ALIMENTADOS COM SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR

Resumo

Trinta cordeiros da raça Santa Inês (peso médio inicial de $26,20 \pm 0,60$ kg e idade média de $151 \pm 1,70$ dias) foram distribuídos em um delineamento experimental de blocos completos casualizados, definidos de acordo com o peso e a idade dos animais no início do experimento. Os cordeiros foram confinados individualmente para avaliar os efeitos da utilização de silagem de cana-de-açúcar aditivada com *Lactobacillus buchneri* sobre o desempenho, as características da carcaça e o comportamento ingestivo. As dietas experimentais foram compostas de 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 e silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV), constituindo os tratamentos experimentais SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente. Não houve diferença ($P > 0,05$) para o consumo de matéria seca (1,43, 1,39 e 1,33 kg/dia), ganho de peso vivo (0,193, 0,171 e 0,167 kg/dia) e conversão alimentar (7,5, 8,2 e 8,4 kg de MS ingerido/kg de ganho) entre os tratamentos. Os parâmetros de carcaça avaliados foram semelhantes entre os tratamentos. Não houve diferença ($P > 0,05$) para o rendimento da carcaça quente (47,5, 47,3 e 48,0%), rendimento da carcaça resfriada (46,5, 45,9 e 46,6%), quebra por resfriamento (2,1, 2,9 e 2,9%), espessura de gordura (2,5, 2,6 e 2,6 mm) e área de olho de lombo (13,9, 14,0 e 14,1 cm²), para os tratamentos SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente. O tempo de ingestão (min/g FDN) e a eficiência de ruminação foram inferiores ($P < 0,05$) para os tratamentos contendo silagem de cana-de-açúcar, (0,43, 0,29 e 0,29 min/g de FDN e 210, 183 e 170 g MS/h, para os tratamentos SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente). As silagens de cana-de-açúcar não alteraram o desempenho e as características da carcaça dos cordeiros em relação à cana-de-açúcar *in natura* picada. A utilização da silagem de cana-de-açúcar reduziu o tempo de ingestão (min/g FDN) dos cordeiros confinados e afetou negativamente a eficiência de ruminação (g MS/h). A inoculação da silagem de cana-de-açúcar com o *Lactobacillus buchneri* não afetou o desempenho e os parâmetros de carcaça dos cordeiros confinados.

Palavras chaves: aditivos microbianos; conservação de forragens, etanol, inoculantes, Santa Inês

Performance, carcass characteristics and ingestive behavior of feedlot lambs fed sugarcane silage treated with *Lactobacillus buchneri*

Abstract

Thirty Santa Ines ram lambs (initial body weight 26.20 ± 0.60 kg and 151 ± 1.70 days old) were assigned to a complete randomized block design according to body weight and age at beginning of the trial. Lambs were penned individually to evaluate the effects of feeding sugar cane silage treated with *Lactobacillus buchneri* on performance, carcass characteristics and ingestive behavior. Lambs were fed a 50:50 (concentrate:roughage ratio) total mixed ration, with different roughages: fresh sugar cane, sugarcane silage without additive and sugar cane silage treated with *Lactobacillus buchneri* (5×10^4 cfu/g wet basis) corresponding to the experimental treatments SC, SCS and SCS+Lb, respectively. There were no differences ($P > 0.05$) on dry matter intake (1.49, 1.39 and 1.33 kg/day), average daily gain (0.193, 0.171 and 0.167 kg) and feed conversion (7.5, 8.2 and 8.4 kg DMI/kg gain). There were no differences ($P > 0.05$) on hot carcass yield (47.5, 47.3 and 48.0%), chilled carcass yield (46.5, 45.9 and 46.6%), chilling losses (2.1, 2.9 and 2.9%), fat thickness (2.5, 2.6 and 2.6 mm) and ribeye area (13.9, 14.0 and 14.1 cm²) for the treatments SC, SCS and SCS+Lb, respectively. Eating time (min/g NDF) and rumination efficiency (g DM/h) were lower ($P < 0.05$) for silage diets (0.43, 0.29 and 0.29 min/g DM, 210, 183 and 170 g DM/h for SC, SCS and SCS+Lb, respectively). Sugar cane silage had no detrimental effect on lamb performance and carcass characteristics compared to fresh sugar cane. Sugar cane silages decrease eating rate (min/g NDF) of feedlot lambs. In addition, rumination efficiency (g DM/h) was negatively affected. Adding *Lactobacillus buchneri* to sugarcane silage did not change feedlot lamb performance and carcass characteristics.

Key Words: forage conservation, ethanol, inoculants, microbial additive, Santa Ines

4.1 Introdução

A ensilagem da cana-de-açúcar tem sido utilizada como alternativa de volumoso suplementar, em diversas situações. No entanto, as particularidades apresentadas durante a fermentação da cana-de-açúcar têm gerado silagens de baixa qualidade, acarretando redução no consumo voluntário e desempenho animal insatisfatório (PEDROSO, 2003).

A aplicação de aditivos na ensilagem da cana-de-açúcar visa inibir a população de leveduras e reduzir a produção de etanol, reduzindo desta forma as perdas de matéria seca e do valor nutritivo da forragem produzida. Nussio e Schmidt (2005)

afirmaram que a escolha do aditivo utilizado na ensilagem da cana-de-açúcar deve considerar aspectos como a recuperação de matéria seca na ensilagem, estabilidade em aerobiose e o diferencial em desempenho de animais consumindo essas silagens.

Diversos trabalhos têm demonstrado que a utilização de inoculantes microbianos contendo bactérias heterofermentativas *Lactobacillus buchneri* são bastante eficazes em reduzir a população de leveduras e aumentar a estabilidade aeróbia de silagens de milho e de gramíneas de clima temperado. Pedroso (2003) avaliou a utilização do *L. buchneri* na ensilagem da cana-de-açúcar e observou aumento na recuperação de matéria seca, redução na produção de etanol e aumento na estabilidade aeróbia. Além disso, foi observado incremento no consumo voluntário e ganho de peso diário de bovinos confinados recebendo cana-de-açúcar ensilada (PEDROSO, 2003; SCHMIDT et al., 2003a).

Segundo Van Soest (1994), animais confinados gastam até 6 horas consumindo alimentos com baixo teor de energia e alto conteúdo em fibra. Quando os animais são confinados, a ingestão de forragens depende principalmente do seu valor nutritivo e de sua capacidade de enchimento ruminal (BAUMONT et al., 2000). A determinação do tamanho de partículas da ração pode ser útil para o entendimento dos fatores que afetam o comportamento alimentar dos animais (KONONNOF; HEINRICHS, 2003). Trabalhos de pesquisa avaliando o desempenho de ruminantes alimentados com silagens de cana-de-açúcar são bastante escassos. Grande parte dos estudos realizados avaliaram o efeito do inoculante sobre o processo fermentativo e as características da silagem produzida. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho, as características da carcaça e o comportamento ingestivo de cordeiros confinados recebendo dietas a base de silagem de cana-de-açúcar com ou sem a adição da bactéria heterofermentativa *Lactobacillus buchneri* e compará-las com a cana-de-açúcar *in natura* picada diariamente.

4.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado nas instalações para confinamento de ovinos do Sistema de Produção Intensiva de Ovinos e Caprinos (SIPOC) do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ). Foram

utilizados 30 cordeiros inteiros da raça Santa Inês, com peso médio inicial de $26,20 \pm 0,60$ kg e idade média de $151 \pm 1,70$ dias. Os cordeiros foram pesados no início do experimento e alojados individualmente em baias com piso de concreto, cocho e bebedouro. O período experimental teve duração de 84 dias. As pesagens dos animais foram realizadas nos dias 0, 28, 56 e 84 do período experimental, após jejum alimentar de 16 horas. As dietas experimentais foram isonitrogenadas 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 e silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV), constituindo os tratamentos experimentais SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente.

A proporção dos ingredientes e a composição química das dietas estão apresentadas na Tabela 8. As dietas foram formuladas para atender as exigências de cordeiros com potencial de crescimento moderado (NRC, 1985).

Os ingredientes concentrados das rações foram misturados em um equipamento com capacidade para 500 kg. As dietas foram fornecidas uma vez ao dia, em quantidade suficiente para permitir sobra entre 10 e 15% do oferecido. A silagem e o concentrado de cada baia foram pesados em balança eletrônica e misturados manualmente nos cochos. As sobras de alimentos de cada baia foram quantificadas diariamente, possibilitando o cálculo posterior do consumo e ajuste da quantidade de alimento a ser fornecida em cada dia.

As amostras do alimento oferecido foram moídas em moinhos tipo Wiley, providos de peneiras com crivos de 1 mm e analisadas para matéria mineral (MM), matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de acordo com a AOAC (1990). A FDN foi determinada com a utilização de amilase e sulfito de sódio conforme Van Soest; Robertson e Lewis (1991).

Ao final do ensaio de desempenho os animais foram abatidos para determinação do rendimento de carcaça quente (RCQ), rendimento da carcaça resfriada (RCR), quebra por resfriamento (QR), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura (EG).

Tabela 8 - Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais (% MS)

Ingredientes	Tratamentos ¹		
	SC	SCS	SCS+Lb
Cana-de-açúcar <i>in natura</i> picada	50,0	–	–
Silagem de cana-de-açúcar	–	50,0	50,0
Milho moído	9,8	9,8	9,8
Farelo de soja	28,2	28,2	28,2
Polpa cítrica moída	9,7	9,7	9,7
Uréia	0,4	0,4	0,4
Mistura mineral ⁽²⁾	1,9	1,9	1,9
Composição química			
Matéria seca	58,9	55,4	58,3
Proteína bruta	16,4	17,0	17,1
Matéria mineral	5,3	5,3	5,5
Matéria orgânica	94,8	94,7	94,5
Fibra em detergente neutro	35,0	41,8	45,3
NDT estimado ⁽³⁾	66,5	66,5	66,5
EM (Mcal/kg de MS) ⁽⁴⁾	2,4	2,4	2,4

¹Tratamentos: SC= Cana-de-açúcar *in natura* picada, SCS= Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; SCS+Lb= Silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV);

²Composição: Ca 24,1%; P 7,5%; Mg 1,0%; S 7,0%; Cl 21,8%; Na 14,5%; Mn 1100mg/kg; Fe 500mg/kg; Zn 4600mg/kg; Cu 300mg/kg; Co 40mg/kg; I 80mg/kg; Se 15mg/kg;

³Nutrientes digestíveis totais;

⁴Energia metabolizável, onde EM = 82% da ED e ED = NDT x 0,04409 (NRC, 1985).

Os cordeiros foram pesados, após jejum alimentar de 16 horas, obtendo-se o peso vivo ao abate (PVA). Após o abate, as carcaças foram pesadas para determinação do peso da carcaça quente (PCQ) e colocadas em câmara fria para refrigeração (2 °C) durante 24 horas. Após esse período, as carcaças foram pesadas novamente para obtenção da quebra por resfriamento (QR). A meia carcaça esquerda foi seccionada entre a 12^a e a 13^a vértebra para determinação da espessura de gordura (EG) e da área de olho do lombo (AOL). A área do músculo exposto *Longissimus dorsi* foi delimitada e, posteriormente, mensurada através de planímetro e a EG foi determinada com paquímetro, logo após o corte da meia carcaça.

Durante o experimento de desempenho, o comportamento ingestivo dos animais foi avaliado por duas vezes. Os animais foram observados individualmente durante 24 horas, de forma visual, com observações feitas a cada cinco minutos, perfazendo um total de 288 observações. Foram determinados os tempos gastos com ingestão,

ruminação e ócio, sendo este a somatória do tempo em que os animais permaneceram em descanso e ingerindo água.

O tempo total despendido em cada atividade foi calculado, multiplicando-se o número total de observações por cinco. A atividade de mastigação foi calculada através do somatório das atividades de ingestão e ruminação, conforme Armentano e Pereira (1997). As variáveis determinadas foram: tempos gastos na atividades de ingestão, ruminação, mastigação (em minutos/dia, minutos/g de MS e minutos/g de FDN ingerida) e ócio (min/dia) e as eficiência de ingestão e ruminação (g de MS/h e g de FDN/h).

Durante o ensaio de desempenho, amostras de aproximadamente 250g dos volumosos oferecidos e das sobras da ração foram colhidas semanalmente para determinação do tamanho médio de partículas. Para tanto, as amostras foram compostas por período experimental e estratificadas de acordo com o método "Penn State Particle Size Separator" proposto por Lammers; Buckmaster e Heinrichs (1996), o qual é constituído de duas peneiras com diâmetros de 19 mm e 8 mm. Após a estratificação, foram definidas as proporções de material retido com diâmetros superior a 19 mm, entre 19 mm e 8 mm e inferior a 8 mm.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, sendo os blocos definidos de acordo com o peso inicial e a idade dos animais no início do experimento. A análise estatística dos dados foi realizada através do procedimento GLM do programa SAS (1999). As médias das tabelas foram obtidas pelo comando LSMEANS, para as variáveis que obtiveram respostas significativas foi aplicado o teste Tukey ($P < 0,05$).

Na avaliação do comportamento ingestivo, para a participação de cada atividade ao longo do período de 24 horas, expressa em número de horas por dia, foi utilizada a estatística descritiva.

4.3 Resultados e Discussão

Não houve diferença ($P > 0,05$) para nenhuma das variáveis avaliadas durante o ensaio de desempenho dos cordeiros confinados, conforme pode ser observado na Tabela 9.

Os consumos de matéria seca, expressos em kg/dia e % do peso vivo observados foram de 1,43, 1,39 e 1,33 kg de MS/dia e 3,9, 3,9 e 3,8% para os tratamentos SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente. Estes valores são bastante satisfatórios, considerando que o NRC ovinos (1985) recomenda para cordeiros com peso médio de 30 kg e idade de 4 a 7 meses consumo de 1,3 kg de MS/dia. Silagens de cana-de-açúcar são caracterizadas pela extensa atividade de leveduras e alto teor de álcool (Pedroso et al., 2005). Segundo Nussio et al. (2003) o etanol produzido resulta em grande perda energética da forragem, provocando rejeição de consumo pelo animal logo após a retirada do silo. No presente trabalho, o processo de ensilagem não afetou o consumo dos animais. As concentrações de etanol determinadas para as silagens foram de 3,2 e 2,8 % da matéria seca para os tratamentos SCS e SCS+Lb, respectivamente, não diferindo entre os tratamentos.

Os trabalhos de pesquisa avaliando o desempenho de ruminantes, principalmente ovinos, alimentados com silagens de cana-de-açúcar são bastante escassos. Ranjit, Taylor e Kung (2002) avaliaram o desempenho de cordeiros da raça Dorset (35,7±4,7 kg) alimentados com rações contendo silagem de milho controle ou inoculada com *Lactobacillus buchneri* 40788 (4×10^5 ufc/g MV). Estes autores obtiveram consumo de matéria seca de 0,90 e 0,94 kg MS/dia e ganho de peso diário de 83 e 140 g/dia, para as silagens controle e inoculada, respectivamente. O fornecimento de silagem inoculada com *L. Buchneri* não afetou a ingestão de matéria seca, mas aumentou a taxa média de ganho de peso diário.

O ganho de peso vivo e a conversão alimentar observados (Tabela 9) foram de 0,193, 0,170 e 0,167 kg/dia e 7,5, 8,2 e 8,4 kg de MS/kg de ganho para os tratamentos SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente. A utilização da cana-de-açúcar na forma de silagem não afetou o ganho de peso e a conversão alimentar dos animais. Considerando a relação volumoso:concentrado utilizada e o objetivo deste estudo em avaliar o efeito do volumoso na dieta, os ganhos obtidos foram satisfatórios. Os valores observados estão próximos aos obtidos por Neto et al. (1998). Estes autores avaliaram a substituição da cana-de-açúcar desidratada pelo feno de folíolo de leucena em dietas com 60% de volumoso e encontraram ganho de peso de 171 g/dia e conversão

alimentar de 5,47 kg de MS/kg de ganho para cordeiros em terminação alimentados com 100% de cana-de-açúcar como fonte de forragem.

Castrillón, Shimada e Calderón (1978) avaliaram o desempenho de borregos da raça Merino, com peso médio inicial de 20,5 kg, recebendo silagem de cana-de-açúcar feita a partir do material fresco ou emurchecido por cinco dias e aditivada ou não com 4% NaOH. Ao utilizarem as silagens sem aditivos, estes autores observaram ganhos médios diários de 86 g e 98 g para os borregos que receberam os tratamentos silagem com cana-de-açúcar *in natura* ou emurchecida, respectivamente. Ao utilizarem o NaOH como aditivo, houve aumento ($P < 0,05$) no ganho de peso diário. Os valores observados foram de 133 e 127 g/dia, para as silagens feitas a partir do material fresco ou emurchecido, respectivamente.

Tabela 9 - Desempenho de cordeiros confinados alimentados com silagem de cana-de-açúcar

Item	Tratamentos ¹			EPM ⁵	P ⁶
	SC	SCS	SCS+Lb		
Idade inicial, dias	149	152	152	2,53	0,61
Peso inicial, kg	26,0	26,3	26,1	0,14	0,30
Peso final, kg	42,3	40,7	40,2	0,74	0,14
CMS ² , kg/dia	1,43	1,39	1,33	0,06	0,47
CMS ² , % PV	3,9	3,9	3,8	0,13	0,71
CMS ² , g/kg PV ^{0,75}	96,8	95,4	92,4	3,34	0,64
GMD ³ , kg	0,193	0,170	0,167	0,01	0,14
CA ⁴ , kg MS/kg de ganho	7,5	8,2	8,4	0,33	0,15

¹Tratamentos: SC= Cana-de-açúcar *in natura* picada, SCS= Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, SCS+Lb= Silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV);

²Consumo de matéria seca em kg/dia, porcentagem do peso vivo e g/kg do peso metabólico;

³Ganho médio diário;

⁴Conversão alimentar;

⁵Erro padrão da média;

⁶Probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos ($P < 0,05$).

Estudos avaliando o consumo e o desempenho de cordeiros recebendo silagens como volumoso e em proporções maiores ou igual a 50% demonstraram resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho. Cunha et al. (2001), avaliando o desempenho

de cordeiros da raça Suffolk, alimentados com diferentes volumosos, observaram que os cordeiros que receberam silagem de milho ou silagem de sorgo apresentaram maiores ganhos de peso diários do que os alimentados com feno de *coastcross*. Fitzgerald (1996) obteve consumo médio de 1,2 kg MS/dia para cordeiros da raça Suffolk, com peso médio inicial de 38,0 kg, alimentados com 70% de silagem de azevém.

Reis et al. (2001) verificaram valores de 150 g/dia para cordeiros mestiços Bergamácia x Corriedale alimentados com dietas contendo 50% de silagem de grãos úmidos de milho e 50% de grãos de milho seco. Fitzgerald (1996) observou ganho diário de 150 g e conversão alimentar igual a 8,0 kg de MS/kg de ganho para cordeiros recebendo 70% de silagem de azevém. Da mesma forma, Ítavo et al. (2006) avaliaram o desempenho de cordeiros em confinamento recebendo dietas a base de capim-elefante (50%) e concentrado (50%), contendo grãos de milho ou sorgo, secos ou ensilados úmidos. Os ganhos médios diários e a conversão alimentar encontrados por estes autores foram de 0,133, 0,167, 0,135 e 0,192 kg; 6,37, 5,57, 6,86 e 5,05 kg de MS/kg de ganho para os tratamentos grãos de milho secos, grãos de milho ensilados, grãos de sorgo secos e grãos de sorgo ensilados, respectivamente.

Pedroso (2003), trabalhando com silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* ($3,64 \times 10^5$ ufc/g MV) e aditivos químicos (0,5% de uréia ou 0,1% de benzoato de sódio), avaliou o desempenho de novilhas da raça holandesa e verificou taxas de ganho de peso médio diário 32 e 21% superiores à dieta controle (silagem sem aditivo) para as silagens de cana-de-açúcar aditivadas com *L. buchneri* e benzoato de sódio, respectivamente. Adicionalmente, Schmidt et al. (2003a), avaliando o efeito de dois teores de inclusão de *L. buchneri* (5×10^4 e 1×10^5 ufc/g MV) e a adição de enzima fibrolítica à silagem de cana-de-açúcar na alimentação de bovinos confinados, verificaram consumo de matéria seca de 7,0; 8,4; 8,1 e 8,2 kg/dia para as silagens controle (sem aditivo) e aditivadas com 5×10^4 ufc/g MV, 10^5 ufc/g MV e 10^5 ufc/g MV + enzima fibrolítica, respectivamente. Esses autores observaram aumento de 38% ($0,96 \times 0,70$ kg/dia) no ganho de peso vivo quando compararam as silagens aditivadas com a silagem controle.

Por outro lado, Schmidt et al. (2003b) avaliaram o consumo de silagens de cana-de-açúcar aditivadas com aditivos químicos e microbianos em bovinos confinados, recebendo dietas com 65% de volumoso e 35% de concentrado, e observaram que os aditivos químicos (uréia ou benzoato de sódio) e os inoculantes microbianos (*L. plantarum* ou *Lactobacillus buchneri*) não alteraram o consumo de matéria seca das silagens. Da mesma forma, Junqueira et al. (2006) avaliaram o desempenho de novilhas confinadas recebendo rações com 45% de silagem de cana-de-açúcar na MS aditivadas com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV) ou uréia (1,00 ou 1,50% na MV) e não observaram diferenças no desempenho dos animais.

A avaliação das características de carcaça neste estudo foi realizada considerando o fato de que as modificações ocorridas durante o processo fermentativo na ensilagem da cana-de-açúcar, principalmente a produção de ácidos orgânicos e etanol, podem influenciar a ingestão de nutrientes e a deposição de tecido pelos animais. Entretanto, os dados obtidos demonstraram que a ensilagem da cana-de-açúcar não afetou ($P>0,05$) os parâmetros de carcaça avaliados, conforme pode ser observado na Tabela 10.

Tabela 10 - Parâmetros de carcaça de cordeiros confinados alimentados com silagem de cana-de-açúcar

Item	Tratamentos ¹			EPM ²	P ³
	SC	SCS	SCS+Lb		
Peso de abate, kg	43,9	43,5	43,1	0,60	0,63
Peso carcaça quente, kg	20,9	20,6	20,7	0,25	0,72
Peso carcaça resfriada, kg	20,4	20,0	20,1	0,27	0,50
Rendimento carcaça quente, %	47,5	47,3	48,0	0,35	0,40
Rendimento carcaça fria, %	46,5	45,9	46,6	0,40	0,49
Quebra por resfriamento, %	2,1	2,9	2,9	0,26	0,09
Área olho de lombo, cm ²	13,9	14,0	14,1	0,44	0,93
Espessura de gordura, mm	2,5	2,6	2,6	0,06	0,12

¹Tratamentos: SC= Cana-de-açúcar *in natura* picada, SCS= Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, SCS+Lb= Silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV);

²Erro padrão da média;

³Probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos ($P<0,05$).

Os valores observados para rendimento da carcaça quente (RCQ), rendimento da carcaça resfriada (RCR) e quebra por resfriamento (QR) foram de 47,5, 47,3 e 48,0%; 46,5, 45,9 e 46,6% e 2,1, 2,9 e 2,9% para os tratamentos SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente. Os valores observados para estes parâmetros estão de acordo com dados disponíveis na literatura para animais da raça Santa Inês. Santos (1999), avaliando as características de carcaça de cordeiros da raça Santa Inês obteve RCQ de 48%, RCR de 47% e QR de 2,8%. Resultados bastante semelhantes foram observados por Turino (2003), o qual encontrou valores de 47,4% para RCQ, 46,3% para RCR e 2,37% para QR. Da mesma forma, Urano (2005), avaliando parâmetros de carcaça de cordeiros da raça Santa Inês, obteve médias de 48,9, 47,7 e 2,4% para RCQ, RCR e QR, respectivamente.

Os valores de espessura de gordura (EG) e da área de olho de lombo (AOL) obtidos foram de 2,5, 2,6 e 2,6 mm, 13,9, 14,0 e 14,1 cm²; para os tratamentos SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente. Garcia, Pérez e Oliveira (2000), avaliando as características de carcaça de cordeiros Santa Inês puros, abatidos aos 180 dias de idade com peso médio de 37,6 kg, observaram valor de 2,32 mm para espessura de gordura. Oliveira et al. (2002) encontraram valores de 18,1 cm² de AOL e 2,4 mm de EG para cordeiros da raça Santa Inês recebendo dietas com 80% de concentrado e abatidos com 45 kg de peso vivo aos 210 dias de idade. Urano (2005) obteve valor de 14,8 cm² para AOL, porém a espessura de gordura encontrada foi de 1,5 mm, valor este inferior ao observado neste estudo. Entretanto, a idade de abate dos animais foi de 131 dias, enquanto que neste estudo os animais foram abatidos aos 235 dias de idade.

Os tempos despendidos com as atividades de ingestão, ruminação, mastigação e ócio expressos em número de horas por dia estão apresentados na Figura 2. Pode ser observado que a distribuição das atividades ao longo do dia foi semelhante para todos os tratamentos. No presente trabalho, o tempo médio gasto com ruminação foi de 9,2 h/dia (70%). Estes valores estão na faixa de 8 ou 9 horas consideradas por Welch (1982) como sendo comuns para a atividade de ruminação. Segundo Van Soest (1994) animais confinados gastam até 6 horas consumindo alimentos com baixo teor de energia e alto em fibra. O tempo médio despendido com a atividade de ingestão não variou entre os tratamentos, sendo encontrados valores de 3,80 h/dia.

Allen (1997), utilizando as médias para o tempo de mastigação total de 132 tratamentos (32 experimentos), obteve o valor médio de 11,13 h/dia, correspondentes aos teores de concentrado variando de 45 a 60%. Neste trabalho os valores para mastigação total observados foram de 12,8, 12,9 e 13,2 h/dia para os tratamentos SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente.

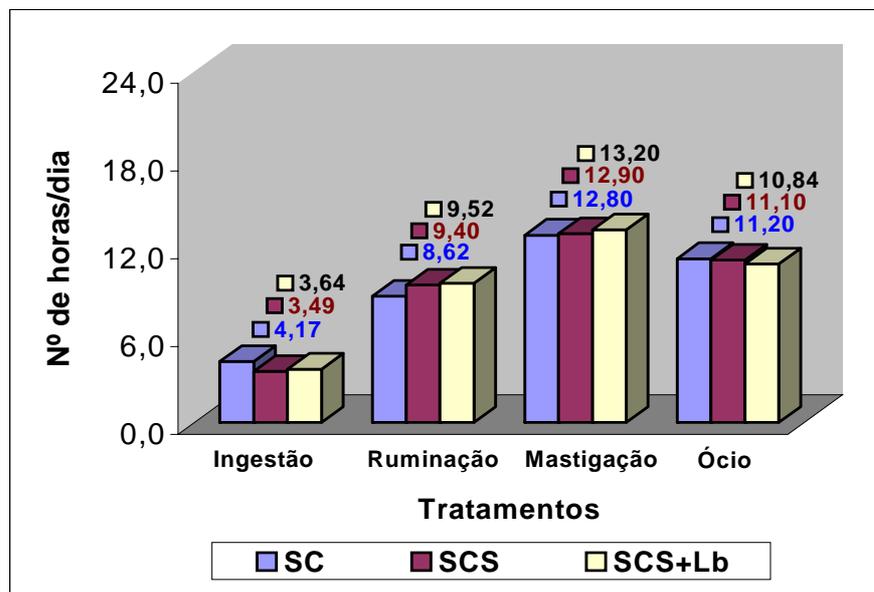


Figura 2 - Distribuição das atividades diárias (h/dia) de cordeiros confinados alimentados com silagem de cana-de-açúcar

O teor de FDN da dieta é o primeiro fator que afeta as atividades de ingestão, ruminação e mastigação, pois interfere diretamente na saúde e na função ruminal (YANG; BEAUCHEMIM E RODE, 2001). O consumo de matéria seca observado durante a avaliação do comportamento ingestivo apresentou o mesmo resultado obtido no ensaio de desempenho. Não houve diferença no consumo diário de matéria seca e de FDN (kg/dia) para os cordeiros confinados, conforme Tabela 11. Alimentos que apresentam alta concentração de FDN podem afetar o consumo, uma vez que a fibra, na maioria das vezes, apresenta menor taxa de trânsito ruminal, aumentando desta forma a quantidade de material retido no rúmen; conseqüentemente, levando o animal a manifestar a repleção ruminal (Rodrigues, 2004).

Fimbres et al. (2002), avaliando teores crescentes de feno na alimentação de cordeiros (0; 10; 20 e 30% da MS), observaram efeito linear crescente ($P < 0,01$) no consumo diário de matéria seca e de FDN. Estes autores encontraram valores de consumo de 1,25 kg de MS/dia e 0,35 kg de FDN/dia para os animais que receberam a dieta com teor máximo de feno (30%). Os valores obtidos por estes autores são inferiores aos observados com os cordeiros alimentados com a ração contendo cana-de-açúcar *in natura* picada (1,75 kg de MS/dia e 0,61 kg de FDN/dia), a qual apresentou concentração de FDN de 35%. Cardoso et al. (2006b), avaliando o consumo de nutrientes e o desempenho de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes teores de FDN (25, 31, 37 e 43% MS), observaram que o consumo de matéria seca diminuiu linearmente com o aumento do teor de FDN da dieta. Entretanto, não foi observada diferença no consumo de MS das dietas contendo 37% e 43% de FDN, conforme encontrado no presente estudo para dietas contendo 35% (SC) ou 43,5% (média entre SCS e SCS+Lb) de FDN (Tabela 8). Os mesmos autores relataram que houve aumento linear no consumo de FDN na medida em que a fibra foi adicionada à dieta. Entretanto, não observaram diferença no consumo de FDN entre os teores de 37% e 43% de FDN. Por outro lado, Resende et al. (1994) não encontraram diferença no consumo de FDN de bovinos confinados alimentados com diferentes teores de FDN na dieta. Estes autores citam que a parede celular é um componente da dieta que afeta a ingestão e que os ruminantes possuem capacidade limitada de ingestão de FDN.

Silagens de cana-de-açúcar são caracterizadas pela extensa atividade de leveduras e alto teor de álcool (PEDROSO et al., 2005). Segundo Nussio, Schmidt e Pedroso, (2003) o etanol produzido resulta em grande perda energética da forragem, provocando rejeição de consumo pelo animal logo após a retirada do silo. A concentração de etanol (% MS) encontrada neste trabalho foi 3,20 e 2,80 para os tratamentos SCS e SCS+Lb, respectivamente, não diferindo entre os tratamentos.

A Tabela 11 apresenta os dados relativos aos tempos gastos com ócio (minutos/dia), ingestão, ruminação e mastigação, expressos em minutos/dia, minutos/g de MS e minutos/g de FDN. e às eficiências de alimentação e ruminação, expressas em g de MS/h e g de FDN/h. A avaliação do comportamento alimentar mostrou que houve diferença no tempo gasto com ingestão (min/g de FDN) e na eficiência de ruminação (g

de MS/h). Os tempos gastos com ingestão foram menores ($P < 0,05$) para os animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar. Os valores encontrados foram 0,43; 0,29 e 0,29 min/g FDN para os tratamentos SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente. Para manter o mesmo consumo de matéria seca, os cordeiros alimentados com cana-de-açúcar *in natura* picada despenderam mais tempo (min/g FDN) ingerindo. Este fato provavelmente ocorreu devido ao maior teor de FDN e ao maior tamanho de partículas para as dietas contendo silagem de cana-de-açúcar como volumoso.

A eficiência de ruminação é um importante mecanismo no controle da utilização de alimentos com baixa digestibilidade (WELCH, 1982). Os resultados referentes às eficiências de alimentação e ruminação, expressas em g de MS/h e g de FDN/h estão apresentadas na Tabela 11. Segundo Dulphy et al. (1980), a eficiência de ingestão e ruminação da FDN aumenta quando o teor de fibra da dieta é aumentado. Neste trabalho, não foi observada diferença ($P > 0,05$) na eficiência de ingestão, entretanto, a eficiência de ruminação (g de MS/h) foi afetada negativamente ($P < 0,05$) nas dietas contendo silagem de cana-de-açúcar. A redução na eficiência de ruminação pode ter sido causada pelo maior teor de fibra, devido a dificuldade em reduzir o tamanho das partículas oriundas de materiais fibrosos presentes nas silagens.

Cardoso et al. (2006a), avaliando o comportamento ingestivo de cordeiros com idade média de 42 dias e peso médio de 19,3 kg alimentados com diferentes teores de FDN na dieta, observaram redução linear no consumo de matéria seca com o aumento do teor de FDN da dieta. Entretanto, não houve influência ($P > 0,05$) dos teores de FDN sobre os tempos despendidos pelos animais com as atividades de ingestão, ruminação e mastigação total. Estes autores obtiveram tempos médios despendidos com ingestão de 213,75 e 177,50 min/dia, ruminação de 508,75 e 501,25 min/dia e mastigação de 722,5 e 678,75 min/dia para as dietas contendo 37 e 43% de FDN, respectivamente. Considerando a variação na relação volumoso concentrado de 60:40 e 75:25, estes dados estão próximos dos encontrados no presente estudo, no qual foram obtidos valores de 250 e 212 min/dia para ingestão, 518 e 568 min/dia para ruminação e 768 e 782 min/dia para mastigação total para as rações contendo cana-de-açúcar *in natura* picada (35 % de FDN) e silagens de cana-de-açúcar (43,5% de FDN), respectivamente.

Tabela 11 - Comportamento ingestivo dos cordeiros confinados alimentados com silagem de cana-de-açúcar

Itens ⁽²⁾	Tratamentos ⁽¹⁾			CV (%) ⁽³⁾	EPM ⁽⁴⁾	P ⁽⁵⁾
	SC	SCS	SCS+Lb			
CMS, kg/dia	1,7	1,7	1,6	17,69	0,26	0,313
CFDN, kg/dia	0,59	0,72	0,74	17,35	0,26	0,903
Ingestão						
min/dia	250	209	215	20,40	18,31	0,173
min/g de MS	0,15	0,12	0,14	29,69	0,09	0,472
min/g de FDN	0,43 ^a	0,29 ^b	0,29 ^b	28,44	0,02	0,023
Ruminação						
min/dia	518	565	571	11,25	13,86	0,148
min/g de MS	0,30	0,34	0,36	19,94	0,01	0,771
min/g de FDN	0,88	0,78	0,76	19,43	0,03	0,226
Mastigação						
min/dia	768	774	790	10,89	18,93	0,864
min/g de MS	0,46	0,46	0,50	20,42	0,02	0,659
min/g de FDN	1,31	1,08	1,06	20,67	0,05	0,453
Ócio						
min/dia	672	666	654	12,77	18,98	0,864
Eficiência de ingestão						
g de MS/h	461	533	476	28,38	31,10	0,977
g de FDN/h	159	227	224	29,19	13,27	0,665
Eficiência de ruminação						
g de MS/h	210 ^a	183 ^b	170 ^b	19,26	8,08	0,02
g de FDN/h	72	78	81	18,49	3,18	0,766

¹Tratamentos: SC= Cana-de-açúcar *in natura* picada, SCS= Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, SCS+Lb= Silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV);

²Consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro em kg/dia; tempos de ingestão, ruminação e mastigação em minutos/dia, minutos por grama de MS ou minutos por grama de FDN; ócio em minutos/dia ;eficiências de ingestão e ruminação, expressas em g de MS/h e g de FDN/h

³Coefficiente de variação;

⁴Erro Padrão da Média;

⁵Probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos (P<0,05).

A redução no tamanho de partículas geralmente resulta na redução da atividade de mastigação, entretanto, seu efeito sobre o consumo de matéria seca não está muito esclarecido. Efeitos positivos no CMS com a redução no tamanho de partículas tem

sido observado em diversos estudos, mas não é constante (KONONNOFF; HEINRICHS, 2003). Estes autores, avaliando o efeito do tamanho de partículas da silagem de milho e do caroço de algodão na alimentação de vacas no início da lactação, observaram que o tamanho de partículas da forragem não afetou o consumo de matéria seca. Em contrapartida, Schwab et al. (2002) alimentaram vacas em lactação com silagem de milho contendo diferentes tamanhos de partículas e observaram redução no consumo de matéria seca com o aumento do tamanho de partículas da forragem.

Através da determinação do tamanho de partículas dos volumosos ofertados (Tabela 12) foi observado que as silagens de cana-de-açúcar apresentaram maior quantidade de partículas retidas na peneira com diâmetro entre 19 e 8 mm (73%) e menor quantidade de partículas na peneira com diâmetro inferior à 8 mm (23,3%) em relação à cana-de-açúcar *in natura* picada (27,7% entre 19-8 mm e 64,7% inferior à 8 mm), sugerindo que as silagens apresentaram maior tamanho médio de partículas em relação à cana-de-açúcar *in natura* picada. Além disso, as sobras apresentaram maior porcentagem de material retido na peneira com diâmetro de 19 mm e menor quantidade retida na peneira de 8 mm, quando comparada com as distribuições percentuais das amostras dos volumosos.

Fimbres et al. (2002) observaram aumento linear crescente ($P < 0,05$) no tempo de ingestão, ruminação e mastigação em minutos/dia, na medida que a quantidade de feno foi aumentada na dieta de cordeiros. Adicionalmente, Morais (2003) observou aumento no consumo de matéria seca quando ovinos foram alimentados com dietas em que o feno de *coastcross* foi substituído pela casca de soja. O maior consumo de matéria seca observado foi atribuído à menor capacidade de enchimento ruminal e maior taxa de passagem das dietas contendo casca de soja devido ao seu menor tamanho de partícula.

Tabela 12 - Distribuição das partículas (%) dos volumosos ofertados e das sobras de cordeiros confinados alimentados com silagem de cana-de-açúcar

Itens	Tratamentos ¹			CV (%) ⁽²⁾	EPM ³	P ⁴
	SC	SCS	SCS+Lb			
Volumosos						
superior, > 19mm	7,6 ^a	3,4 ^c	3,9 ^b	48,7	0,62	0,046
média, 19mm-8mm	27,7 ^a	69,7 ^c	76,3 ^b	5,73	0,85	<0,001
inferior, < 8mm	64,7 ^a	26,9 ^b	19,8 ^c	11,72	1,12	<0,001
Sobras						
superior, > 19mm	14,4 ^a	6,7 ^b	8,5 ^b	59,0	0,14	0,01
média, 19mm-8mm	37,6 ^a	63,5 ^b	69,2 ^b	14,30	2,07	<0,001
inferior, < 8mm	48,0 ^a	29,8 ^b	22,3 ^b	27,62	2,48	0,003

¹Tratamentos: SC= Cana-de-açúcar *in natura* picada, SCS= Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, SCS+Lb= Silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5x10⁴ ufc/g MV);

²Coefficiente de variação;

³Erro Padrão da Média;

⁴Probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos (P<0,05).

4.4 Conclusão

A utilização do aditivo microbiano na silagem de cana-de-açúcar não altera o desempenho e as características de carcaça dos cordeiros confinados. Por outro lado, o fornecimento de silagem de cana-de-açúcar reduz o tempo de ingestão (min/g FDN) e afeta negativamente a eficiência de ruminação (g MS/h) dos animais.

Referências

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

ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, p. 1416-1425, 1997.

BAUMONT, R.; PRACHE, S.; MEURET, M.; MORAND-FEHR, P. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 64, p. 15-28, 2000

CARDOSO, A.; R.; CARVALHO, S.; GALVANI, D. B.; PIRES, C. C.; GASPERIN, B. G.; GARCIA, R. P. A. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p.604-609, 2006a.

CARDOSO, A.R.; PIRES, C.C.; CARVALHO, S.; GALVANI, D.B.; JOCHIMS, F.; HASTENPFLUG, M.; WOMMER, T.P. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros alimentados com dietas que contêm diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 215-221, 2006b.

CASTRILLÓN, 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 en México**, Mérida, v. 35, p. 48-55, 1978.

CUNHA, E.A.; BUENO, M.S.; SANTOS, L.E.; RODA, D.S.; OTSUK, I.P. Desempenho e características de carcaça de cordeiros Suffolk alimentados com diferentes volumosos. **Ciência Rural**, v. 31, n. 4, p. 671-676, 2001.

DULPHY, J.P. Ingestive behavior and related activities in ruminants. In: **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Lancaster: MTP, 1980. p.103-122.

FIMBRES, H.; KAWAS, J.R.; HERNADEZ-VIDAL, J.F.; PICÓN-RUBIO, C.D; LU, C.D. Nutrient intake, digestibility, mastication and ruminal fermentation of lambs fed finishing ration with various forage levels. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 43, p. 275-281, 2002.

FITZGERALD, J.J. Grass silage as a basic feed for store lambs. 2. Effect of harvesting system and chop length of grass silage on silage intake and performance of store lambs. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 51, p. 378-388, 1996.

GARCIA, I.F.F.; PÉREZ, J.R.O.; OLIVEIRA, M.V. Características de carcaça de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês Puros, terminados em confinamento, com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 253-260, 2000.

ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAIS, M.G.; ÍTAVO, L.C.V.; SOUZA, A.R.D.L.; OSHIRO, M.M.; BIBERG, F.A.; COSTA, C.; JOBIM, C.C.; LEMPP, B. Efeitos de diferentes fontes de concentrado sobre o consumo e a produção de cordeiros na fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 139-146, 2006.

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. 96p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

KONONNOF, P.J.; HEINRICHS, A.J. The effect of corn silage particle size and cottonseed hulls on cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 2438-2451, 2003.

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

MORAIS, J.B. **Substituição do feno de "coastcross (*Cynodon spp*) por casca de soja na alimentação de borregas (os) confinadas (os).** 2003. 63p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MENDES NETO, J.; NEIVA, J.N.M.; VASCONCELOS, V.R.; PIMENTEL, J.C.M.; PAULA NETO, F.L.; ALMEIDA, P.N.A.; TEIXEIRA, M. Uso da cana-de-açúcar na terminação de ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. v. 1, p. 461.

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

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. Silagens de cana-de-açúcar para bovinos leiteiros: aspectos agrônômicos e nutricionais. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA: VISÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DA PRODUÇÃO LEITEIRA. 5. 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 193-218.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A. F. Silagem de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS, 20. 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 187-205.

OLIVEIRA, M.V.M.; PÉREZ, J.R.O.; ALVES, E.L.; MARTINS, A.R.V.; LANA, R.P. Rendimento de carcaça, mensurações e peso de cortes comerciais de cordeiros Santa Inês e Bergamácia alimentados com dejetos de suínos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1451-1458, 2002 (suplemento).

PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 120 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.; PAZIANI, S.F.; LOURES, D.R.S.; IGARASI, M.S.; COELHO, R M.; PACKER, I.U.; HORII, J.; GOMES, L.H. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 427-432, 2005.

RANJIT, N.K.; TAYLOR, C.C.; KUNG, L.Jr. Effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 57, p. 73-81, 2002.

REIS, W.; JOBIM, C.C.; MACEDO, F.A.F.; MARTINS, E N.; CECATO, U.; SILVEIRA, A. Desempenho de cordeiros terminados em confinamento, consumindo silagens de milho de grãos com alta umidade ou grãos de milho hidratados em substituição aos grãos de milho seca da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 596-603, 2001.

RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; FONTES, C.A.A.; PEREIRA, J.C.; RODRIGUEZ, L. R.R.; JORGE, A.M.; BARROS, J.M.S. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 366-376, 1994.

RODRIGUES, M.T. Alimentação de cabras leiteiras. In: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPÉCIE CAPRINA, 8, 2004 VIII, Botucatu. **Anais....** Botucatu: UNESP, 2004. p. 121-154.

SANTOS, C. L. **Estudo do desempenho, das características da carcaça e do crescimento alométrico de cordeiros das raças Santa Inês e Bergamácia**. 1999. 142 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

SCHMIDT, I.P.; NUSSIO L.G.; RIBEIRO, J.L.; ZOPOLLATO, M. Performance of beef bulls fed sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) silage treated with *Lactobacillus buchneri*. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9.; REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO LATINOAMERICANA DE PRODUÇÃO ANIMAL, 13., 2003. Porto Alegre, **Proceedings...** Porto Alegre: UFRGS, p.25. 2003a. p.25.

SCHMIDT, I.P.; NUSSIO L.G.; JUNQUEIRA, M.C.; PEDROSO, A.F.; LOURES, D.R.S.; PAZIANI, S.F.; ZOPOLATTO, M.; MARI, L.J.; TOLEDO FILHO, S.G. Consumo e digestibilidade de silagem de cana-de-açúcar aditivada com aditivos químicos ou microbianos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, **Anais....** Santa Maria: SBZ, 2003b. 1 CD-ROM.

SCHWAB, E.C.; SHAVER, R.D.; SHINNERS, K.J.; LAUER, J.G.; COORS, J.G. Processing and chop length effects in brown-midrib corn silage on intake, digestion, and milk production by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, p. 613-623, 2002.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS. User's guide:** statistic. 6th ed. Cary, 1999. 956 p.

TURINO, V.F. **Substituição da fibra em detergente neutro (FDN) do bagaço de cana-de-açúcar *in natura* pela FDN da casca de soja em dietas contendo alta proporção de concentrado para cordeiros confinados.** 2003. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

URANO, F.S. **Grão de soja na alimentação de cordeiros: desempenho, características da carcaça e digestibilidade dos nutrientes.** 2005. 63 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

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

YANG, W.Z.; BEAUCHEMIM, K.A.; RODE, L.A. Effects of grain processing, forage to concentrate ration, and forage particle size on rumen pH and digestion by dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, p. 2203-2216, 2001.

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

5 VALOR NUTRITIVO E ESTABILIDADE AERÓBIA DA SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR ADITIVADA COM *Lactobacillus buchneri*

Resumo

Os experimentos foram realizados com o objetivo de avaliar a composição química e a estabilidade aeróbia de silagens cana-de-açúcar; assim como, a digestibilidade aparente de rações contendo estas silagens. A cana-de-açúcar foi ensilada sem aditivo ou inoculada com aditivo microbiano contendo cepas NCIMB 40788 do *Lactobacillus buchneri* (5×10^4 ufc/g de matéria verde) constituindo os tratamentos silagem sem aditivo (SCS) e silagem aditivada (SCS+Lb), respectivamente. Amostras das silagens foram colhidas em silos experimentais distintos e analisadas para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos solúveis (CHOS), ácido acético e etanol. As médias foram comparadas com o material antes da ensilagem. A estabilidade aeróbia foi avaliada através do controle da temperatura, pH e perdas de MS das silagens expostas ao ar por um período de dez dias, em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Doze cordeiros da raça Santa Inês foram mantidos em gaiolas para ensaio de metabolismo para determinar os coeficientes de digestibilidade e o balanço de nitrogênio de rações compostas de 50% de volumoso e 50% de concentrado, contendo 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), constituindo os tratamentos experimentais SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente. A ensilagem da cana-de-açúcar resultou em redução ($P < 0,01$) no teor de carboidratos solúveis e aumento ($P < 0,01$) nas concentrações dos compostos fibrosos (FDN, FDA e hemicelulose) e ácido acético. Os teores de MS (27,6,7% vs 21,7%), CHOS residual (5,4% vs 4,5%) e ácido acético (5,7% vs 4,1%) foram maiores ($P < 0,01$) para o tratamento SCS+Lb quando comparado ao tratamento SCS. Não houve diferença ($P > 0,01$) no teor de etanol entre as silagens (3,2 e 2,8% para os tratamentos SCS e SCS+Lb, respectivamente). A silagem aditivada apresentou menores ($P < 0,01$) perdas de matéria seca e manutenção do pH durante o período de avaliação em aerobiose. A estabilidade aeróbia encontrada foi de 56 e 92 horas para o tratamento SCS e SCS+Lb, respectivamente. Não houve diferença para os coeficientes de digestibilidade e consumo de matéria seca (MS) e de matéria orgânica (MO) entre os tratamentos. Entretanto, o consumo e a digestibilidade aparente da FDN, FDA e da hemicelulose foram maiores ($P < 0,05$) para as rações contendo silagens. O balanço de nitrogênio demonstrou que a cana-de-açúcar inoculada com o *L. buchneri* apresentou menor retenção de N (g/dia). A adição do *L. buchneri* elevou os teores de ácido acético, reduziu as perdas de CHOS e promoveu maior ($P < 0,01$) estabilidade aeróbia em relação à silagem de cana-de-açúcar sem aditivo. A cana-de-açúcar ensilada aumentou o consumo e os coeficientes de digestibilidade aparente dos compostos fibrosos e a presença do *Lactobacillus buchneri* reduziu a retenção de nitrogênio.

Palavras chaves: ácido acético, bactérias heterofermentativas, composição química, digestibilidade aparente, etanol

**Nutritive value and aerobic stability of sugar cane silage treated with
*Lactobacillus buchneri***

Abstract

This trials were performed to evaluate the chemical composition and aerobic stability of sugar cane silage, as well as apparent total tract digestibility of diets containing silage. Sugar cane was ensiled without additive (SCS) or inoculated with strains NCIMB 40788 of *Lactobacillus buchneri* (5×10^4 cfu/g wet basis), corresponding to the experimental treatments SCS and SCS+Lb, respectively. Silages were sampled and analyzed for dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), soluble carbohydrates (CHOS), acetic acid and ethanol. Means were compared with material before ensiling. Aerobic stability was evaluated by controlling the temperature, pH and dry matter losses of the silages exposed to air for a period of ten days, using four replications. Twelve Santa Ines ram lambs were placed in metabolism crates to evaluate apparent digestibility and N metabolism of diets composed of 50:50 (concentrate:roughage ratio) TMR, with fresh sugar cane, sugarcane silage without additive or sugar cane silage treated with *Lactobacillus buchneri* (5×10^4 cfu/g wet basis), corresponding to the experimental treatments SC, SCS and SCS+Lb, respectively. Sugar cane silage decreased ($P < 0.01$) concentrations of soluble carbohydrates and increased ($P < 0.01$) fiber compounds (NDF, ADF and hemicelulose) and acetic acid. DM content (27.6% versus 21.7%), soluble carbohydrates (5.4% versus 4.5%) and acetic acid (5.7% versus 4.1%) were higher ($P < 0,01$) for SCS+Lb when compared with SCS treatment. There was no difference ($P > 0.01$) on ethanol levels between silages (3.2 and 2.8% for treatments SCS and SCS+Lb, respectively). SCS+Lb treatments showed lower ($P < 0,01$) dry matter losses, unchanged pH and greater aerobic stability (56 and 92 hours for SCS and SCS+Lb, respectively). There was no difference in DM and OM apparent digestibility and intake among treatments. However, NDF, ADF and hemicelulose intakes and apparent digestibility were higher ($P < 0.05$) for silages treatments. N metabolism showed lower N retention (g/day) for sugar cane silage with *L. buchneri*. The addition of *L. buchneri* 40788 was effective to increase acetic acid, to reduce losses of soluble carbohydrates and to promote greater ($P < 0,01$) aerobic stability compared to the sugar cane silage without additive.

Key Words: acetic acid, apparent digestibility, chemical composition, ethanol, heterofermentatives bacterias,

5.1 Introdução

Embora tenha sido objeto de estudo durante as décadas de 70 e 80 por pesquisadores da América Central e do Norte, somente a partir do final dos anos 90 é que começaram a surgir os primeiros trabalhos nacionais sobre a qualidade nutricional da cana-de-açúcar ensilada.

Atualmente, a conservação da cana-de-açúcar na forma de silagem tem despertado o interesse de pesquisadores e produtores, em função dos benefícios em logística e operacionalidade que esta técnica apresenta. Entretanto, segundo Pedroso et al. (2005) a maior limitação apresentada por esta técnica consiste na elevada produção de etanol, resultando em forragem de baixa qualidade.

Materiais com alto teor de carboidratos solúveis apresentam rápida proliferação de leveduras, as quais metabolizam os açúcares em etanol e gás carbônico, através de um processo de fermentação ineficiente. De acordo com Pahlow et al. (2003), esses microrganismos em anaerobiose, obrigatoriamente, fermentam os carboidratos solúveis produzindo etanol. Aditivos químicos e inoculantes microbianos vêm sendo utilizados com o intuito de melhorar o padrão de fermentação e a qualidade da silagem. Em geral, os inoculantes microbianos contendo as bactérias heterofermentativas *Lactobacillus buchneri* têm se mostrado capazes de reduzir a população de leveduras e aumentar a estabilidade aeróbia de silagens de milho e de gramíneas de clima temperado.

De acordo com Harrison, Soderlund e Loney (1989), diversos autores relataram que a inoculação de forragens com bactérias homofermentativas podem melhorar a digestibilidade da silagem; entretanto, os resultados são bastante controversos. São poucos os trabalhos disponíveis na literatura avaliando a digestibilidade *in vivo* de dietas contendo silagens de cana-de-açúcar. Estudos mais recentes em que a qualidade de silagens de cana-de-açúcar foram avaliadas, apresentaram resultados da digestibilidade *in vitro*.

Alguns trabalhos nacionais mostraram que o uso *do L. buchneri* na ensilagem da cana-de-açúcar resultou em aumento na recuperação de matéria seca, redução na produção de etanol e aumento da estabilidade aeróbia (Pedroso, 2003; Siqueira, 2005). Diante das particularidade apresentadas pela ensilagem da cana-de-açúcar, Nussio, Schmidt e Pedroso (2003) apontaram a necessidade de processos específicos que

controlem adequadamente a população e a atividade de leveduras, sem prejuízo na qualidade da silagem.

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as alterações decorrentes da fermentação na composição bromatológica e a capacidade do *Lactobacillus buchneri* em melhorar a estabilidade aeróbia da cana-de-açúcar conservada na forma de silagem, bem como, a digestibilidade aparente no trato digestório de ovinos recebendo rações contendo silagem de cana-de-açúcar.

5.2 Material e Métodos

Para a confecção das silagens foi utilizada a variedade industrial de cana-de-açúcar RB85-5536, a qual foi colhida mecanicamente, com colhedora de forragem marca Mentamint[®], tracionada por trator, regulada para corte com tamanho médio de partículas entre 5 a 10 mm. O ponto ideal de maturação para colheita da forragem foi determinado através da avaliação do BRIX, por refratômetro de campo, cujo valor médio determinado foi de 21,3%.

As silagens experimentais foram confeccionados em silos tipo "bag" com a cana-de-açúcar picada ou com a cana-de-açúcar picada aditivada com inoculante microbiano contendo bactérias heteroláticas *Lactobacillus buchneri* (cepa NCIMB 40788) na dose de 5×10^4 ufc/g de matéria verde de forragem, constituindo os tratamentos experimentais silagem sem aditivo (SCS) e silagem aditivada (SCS+Lb), respectivamente.

Devido à distância entre os silos e a área experimental e à pequena quantidade de silagem utilizada diariamente, o material ensilado foi transferido para tambores plásticos com capacidade de 200 litros, providos de tampas apropriadas para garantir a vedação. A forragem foi compactada com os pés, tomando-se como critério camadas de aproximadamente 5 a 10 cm de espessura, buscando-se atingir a maior quantidade possível em cada tambor. Antes de receber a forragem, os tambores foram revestidos internamente por um saco plástico. 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 armazenados em local protegido e mantidos em temperatura ambiente.

A cana-de-açúcar (SC) utilizada para a confecção das silagens foi amostrada e, da mesma forma que as silagens, foi analisada; permitindo comparar o material antes e após a ensilagem.

Durante o período experimental, as silagens foram amostradas, sempre no centro do silo (tambor), e conservadas a -10 °C para posterior determinação da composição. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel, pesadas e mantidas em estufa de circulação forçada de ar, a temperatura de 55 °C por 72 horas. Em seguida, foram moídas com peneira de malha de 1 mm e analisadas para matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de acordo com a AOAC (1990). FDN, utilizando amilase e sulfito de sódio conforme Van Soest, Robertson e Lewis et al. (1991) e FDA segundo Goering e Van Soest (1970). A hemicelulose foi obtida através da diferença entre os teores de FDN e de FDA determinadas.

O extrato aquoso das amostras de silagem foi obtido de acordo com método descrito por Kung (1996). Uma alíquota de 25 g de amostra úmida foi processada com 225 mL de água deionizada em liquidificador industrial, durante um minuto. Em seguida, o material foi filtrado em papel de filtro Whatman® 54, acidificado com ácido sulfúrico 50% e centrifugado. O extrato obtido foi congelado (-5° C) para posterior análise de ácido acético, carboidratos solúveis (CHOS) e etanol.

As determinações dos teores de CHOS foram realizadas pelo método descrito por Dubois et al. (1956) e citado por Hall (2000), adaptado para leitura em Leitor de Microplaca (BIO-RAD, Hercules, CA, EUA), utilizando-se filtro para absorvância de 490 nm. Foram utilizados 25, 50; 75; e 100 µg/mL de sacarose para obtenção da curva padrão. Foram adicionados 0,5 mL de solução de fenol e 2,5 mL de ácido sulfúrico em uma alíquota de extrato (0,5 mL). Em seguida, o material foi mantido em banho-maria a 30°C, durante 30 minutos, sendo então realizada a leitura em microplaca. As amostras foram diluídas com água destilada, quando necessário, para adequação dos valores à curva padrão. Somente foram aceitos resultados provenientes de placas com $r^2 = 0,99$ e coeficiente de variação entre duplicatas $\leq 5\%$.

O teor de etanol foi determinado através de leitura direta em um autoanalisador YSI 2700 Select (Biochemistry Analyser, Yellow Spring, Oh, USA).

Para determinação do ácido acético, as amostras foram centrifugadas a 15.000 g (4 °C), durante 50 minutos, sendo analisadas de acordo com Palmquist e Conrad (1971) em cromatógrafo líquido-gasoso (Hewlett Packard 5890 Series II GC), equipado com integrador (Hewlett Packard 3396 Series II Integrator) e injetor automático (Hewlett Packard 6890 Series Injector). O padrão interno utilizado foi o ácido 2-metilbutírico sendo acrescentado, em cada tubo para leitura em cromatógrafo, 100µL do padrão, 800µL da amostra e 200µL de ácido fórmico. Uma mistura de ácidos graxos voláteis com concentração conhecida foi utilizada como padrão externo para a calibração do integrador.

A estabilidade aeróbia das silagens, expressa em horas, foi avaliada através do controle da temperatura do material exposto ao ar durante um período de 10 dias, segundo metodologia proposta por Kung (2000). O início da deterioração foi considerado quando a temperatura das silagens atingiu 2 °C acima da temperatura ambiente. Por ocasião da abertura dos silos para fornecimento aos animais, durante a realização dos ensaios de desempenho, amostras em triplicata, de aproximadamente 4 kg das silagens de cada tratamento, foram colocadas sem compactação em baldes de plástico sem tampa, os quais foram mantidos em ambiente protegido e em temperatura ambiente. A temperatura foi medida 3 vezes ao dia, às 8:00, 12:00 e 20:00 horas, por meio de termômetros posicionados no centro geométrico da massa de forragem de cada balde. A temperatura ambiente também foi registrada, com uso de termômetro localizado próximo aos baldes. Após cada tomada de temperatura os baldes foram pesados e amostras de forragem de cada balde foram colhidas e congeladas para posterior determinação do pH.

Amostras das silagens foram descongeladas e 25 g foram retiradas e processadas, por um minuto, em liquidificador industrial juntamente com 225 mL de água deionizada, de acordo com método proposto por Kung (1996). Em seguida, o pH foi medido através de um potenciômetro digital.

O ensaio de digestibilidade foi realizado nas instalações experimentais para ovinos do Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC), do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP. Foram utilizados 12 borregos da raça Santa Inês, com idade média inicial de 8 meses e peso médio inicial de 41,60 kg. Os

borregos foram alojados individualmente em gaiolas metálicas para ensaios de metabolismo, com dimensões de 1,30 x 0,55 m, providas de cocho, bebedouro e sistema para colheita de fezes e urina separadamente.

As dietas experimentais utilizadas foram as mesmas do experimento de desempenho, as quais foram formuladas para serem isonitrogenadas, 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 e silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV).

As dietas experimentais (Tabela 13) foram formuladas para atender as exigências de cordeiros com potencial de crescimento moderado de acordo com o NRC, 1985.

Os ingredientes concentrados das rações foram misturados previamente em um misturador horizontal com capacidade para 500 kg. As dietas foram fornecidas uma vez ao dia, sendo a silagem e o concentrado pesados em balança eletrônica e misturados manualmente nos cochos. As sobras de alimentos de cada baia foram quantificadas diariamente, possibilitando o cálculo posterior do consumo e ajuste da quantidade de alimento a ser fornecida em cada dia. Foi adotado como critério uma sobra de aproximadamente 15% da oferta, garantindo o consumo *ad libitum* da dieta.

O período experimental teve duração de dez dias, sendo seis dias de adaptação dos animais às instalações e quatro dias para a colheita dos dados e amostras. O ensaio de digestibilidade iniciou logo após o término do ensaio de desempenho, portanto os animais estavam adaptados às dietas.

Os dados de consumo de matéria seca por animal por dia foram obtidos através da diferença entre a quantidade fornecida do alimento e a recusada. Foram colhidas amostras dos concentrados, dos volumosos e das sobras nos quatro dias de colheita. Durante os quatro dias de colheita as fezes foram totalmente pesadas uma vez ao dia e amostras de 10% do total foram congeladas a -10°C . As amostras foram descongeladas, compostas por animal e secas em estufas de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e conservadas para posterior determinação da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), nitrogênio, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA).

Tabela 13 - Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais (% MS)

Ingredientes	Tratamentos ¹		
	SC	SCS	SCS+Lb
Cana-de-açúcar <i>in natura</i> picada	50,0	–	–
Silagem de cana-de-açúcar	–	50,0	50,0
Milho moído	9,8	9,8	9,8
Farelo de soja	28,2	28,2	28,2
Polpa cítrica moída	9,7	9,7	9,7
Uréia	0,4	0,4	0,4
Mistura mineral ⁽²⁾	1,9	1,9	1,9
Composição química			
Matéria seca	58,9	55,4	58,3
Proteína bruta	16,4	17,0	17,1
Matéria mineral	5,3	5,3	5,5
Matéria orgânica	91,1	90,4	90,0
Fibra em detergente neutro	35,0	41,8	45,3
Fibra em detergente ácido	25,8	32,7	32,2
NDT estimado ⁽³⁾	66,5	66,5	66,50
EM (Mcal/kg de MS) ⁽⁴⁾	2,4	2,4	2,4

¹Tratamentos: SC= Cana-de-açúcar *in natura* picada, SCS= Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo; SCS+Lb= Silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5x10⁴ ufc/g MV);

²Composição: Ca 24,1%; P 7,5%; Mg 1,0%; S 7,0%, Cl 21,8%; Na 14,5%; Mn 1100mg/kg; Fe 500mg/kg; Zn 4600mg/kg; Cu 300mg/kg; Co 40mg/kg; I 80mg/kg; Se 15mg/kg;

³Nutrientes digestíveis totais;

⁴Energia metabolizável, onde EM = 82% da ED e ED = NDT x 0,04409 (NRC, 1985).

Para o cálculo da digestibilidade aparente dos nutrientes foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{DAN (\%)} = \frac{(\text{MSC} \times \text{NMSC}) - (\text{MSF} \times \text{NMSF})}{(\text{MSC} \times \text{NMSC})}$$

Onde:

DAN = Digestibilidade aparente dos nutrientes,

MSC = Matéria seca consumida,

MSF = Matéria seca fecal,

NMSC = porcentagem do nutriente na matéria seca consumida,

NMSF = porcentagem de nutriente na matéria seca fecal

Durante o período de colheita, a urina produzida diariamente foi colhida em recipiente apropriado contendo 30 mL de ácido clorídrico (HCl 1N). Durante o dia o pH da urina era medido para evitar que este atingisse valor superior à 3,0. Após quantificação e homogeneização, a urina foi filtrada em gaze cirúrgica e uma amostra de 10% foi colhida e congelada à -10°C. Posteriormente, as amostras foram descongeladas, compostas por animal e analisadas para determinação do nitrogênio no Macro Kjeldahl segundo a AOAC, (1990).

As amostras do alimento oferecido, sobras e fezes foram secas em estufas de ventilação forçada à temperatura de 55°C por 72 horas e moídas em moinho tipo Wiley em peneira com crivos de 2 mm, posteriormente foram moídas em peneira com crivos de 1 mm. Para determinação da matéria seca as amostras foram secas em estufa a 105°C por 12 horas; em seguida foram incineradas em mufla a 600°C por três horas para determinação das cinzas, de acordo com a AOAC, (1990). As determinações da fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas segundo Van Soest; Robertson e Lewis (1991) e Goering e Van Soest (1970), respectivamente. A matéria orgânica das amostras foi calculada pela diferença entre a matéria seca e a matéria mineral. A hemicelulose foi obtida através da diferença entre a FDN e a FDA das dietas.

O balanço de nitrogênio foi calculado através das fórmulas abaixo apresentadas:

$$\text{Nitrogênio absorvido (g/d)} = \text{N consumido} - \text{N fecal}$$

$$\text{Nitrogênio retido (g/d)} = \text{N absorvido} - \text{N urinário}$$

$$\text{Balanço de N (\% N absorvido)} = (\text{N retido}/\text{N absorvido}) * 100$$

$$\text{Balanço de N (\% N ingerido)} = (\text{N retido}/\text{N ingerido}) * 100$$

Para a determinação da estabilidade aeróbia foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e quatro repetições.

O delineamento experimental utilizado na avaliação da digestibilidade aparente dos nutrientes foi o de blocos completos casualizados, sendo os blocos definidos de acordo com a idade e o peso dos animais no início do experimento.

Os dados foram analisados pelo procedimento GLM do pacote estatístico SAS (1999). As médias das tabelas foram obtidas pelo comando LSMEANS, para as variáveis que obtiveram respostas significativas foi aplicado o teste Tukey ($P < 0,05$).

5.4 Resultados e Discussão

Os dados referentes à composição química e bromatológica da cana-de-açúcar e das silagens estão apresentados na Tabela 14. Os resultados encontrados na análise da composição bromatológica da cana-de-açúcar *in natura* estão próximos aos encontrados na literatura. Os teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) da cana-de-açúcar *in natura* foram de 28,10% e 4,09%, respectivamente. Coan et al. (2002), Molina et al. (2002) e Freitas et al. (2006) avaliaram a composição química da cana-de-açúcar e observaram valores médios de 27,4, 28,3 e 28,6% de MS, respectivamente. Com relação aos componentes fibrosos, os valores encontrados foram de 49,9%, 28,9% e 21,% para os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose, respectivamente.

Pedroso et al. (2005), trabalhando com cana-de-açúcar com aproximadamente 12 meses de idade, relataram valores de 49,6% para FDN; 32,5% para FDA e 17,1% para hemicelulose. Da mesma forma, Azevêdo et al. (2003) e Fernandes et al. (2003), avaliando 15 variedades industriais de cana-de-açúcar com 16 meses de idade, encontraram valores médios de 48,8 e 48,5% de FDN, 28,9 e 29,3% de FDA e 19,9 e 19,2% de hemicelulose. As análises de MS, FDN, FDA e hemicelulose feitas por Azevêdo et al. (2003) na variedade RB 855536, a mesma utilizada no presente estudo, mostraram valores de 27,3, 51,5 e 26,2 e 25,4, respectivamente.

O teor de carboidratos solúveis (CHOS) encontrado na cana-de-açúcar *in natura* foi de 50,1%. Campos et al. (2001) e Freitas et al. (2006) observaram valores de 46,9 e 59,9%, os quais são próximos ao obtido neste trabalho. Concentrações inferiores foram verificadas por Bernardes et al. (2002), Pedroso (2003) e Junqueira (2006), os quais encontraram valores de 17,8; 23,3 e 20,6 %, respectivamente.

Comparando a composição das silagens com a cana-de-açúcar antes da ensilagem (Tabela 14) podemos observar que houve redução no teor de carboidratos solúveis e aumento nos teores de FDN, FDA, hemicelulose, etanol e ácido acético.

Estas alterações ocorreram em função do processo fermentativo característico da cana-de-açúcar, o qual segundo Pedroso et al. (2005) resulta em silagens com intensa atividade de leveduras, alto teor de álcool e grandes perdas de matéria seca.

Tabela 14 - Composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar *in natura* antes da ensilagem e das silagens experimentais (%MS)

Item	Tratamentos ¹			CV ²
	SC	SCS	SCS+Lb	
Matéria seca	28,1 ^a	21,7 ^b	27,6 ^a	5,53
Proteína bruta	4,09	3,93	4,07	1,52
Fibra em detergente neutro	49,9 ^a	62,5 ^b	69,4 ^b	5,34
Fibra em detergente ácido	28,9 ^a	42,8 ^b	46,3 ^b	6,64
Hemicelulose	21,0	19,7	23,1	5,98
Etanol	nd ³	3,2	2,8	22,43
Carboidratos solúveis	50,1 ^a	4,5 ^b	5,4 ^c	14,23
Ácido acético	nd ³	4,10 ^b	5,70 ^c	27,31

¹Tratamentos: SC= Cana-de-açúcar antes da ensilagem, SCS= Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, SCS+Lb Silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV);

²Coeficiente de variação;

³Não determinado;

^{a,b,c}Letras diferentes na mesma linha indicam efeito significativo ($P < 0,01$) pelo teste Tukey.

Avaliando os dados referentes aos teores de FDN, FDA e hemicelulose observa-se que houve aumento em relação ao material original. Entretanto, estes valores foram semelhantes entre as silagens. O teor de matéria seca foi inferior ($P < 0,01$) para a silagem de cana-de-açúcar pura quando comparada à cana-de-açúcar *in natura* e a silagem inoculada com *Lactobacillus buchneri*. O teor de matéria seca reduziu em 6,4 pontos percentuais para a silagem sem aditivo e se manteve constante para a silagem aditivada, sugerindo que o inoculante pode ter evitado as perdas decorrentes do processo de conservação. Pedroso et al. (2005) observaram uma queda de 9,0 pontos percentuais no teor de matéria seca da cana-de-açúcar ensilada sem aditivo, o qual passou de 34,5% para 25,5% após um período de 180 dias de ensilagem. Estes mesmos autores relataram aumentos nos teores de FDN e FDA, os quais originalmente eram de 49,6 e 32,5% e atingiram valores de 72,90 e 45,8% no material com 180 dias de conservação. Dados semelhantes foram observados por Santos (2004), o qual

avaliando as características da silagem de cana-de-açúcar em duas idades de corte com diferentes aditivos, obtiveram valores de 29,3% de MS, 48,6% de FDN e 26,2% de FDA para a cana-de-açúcar *in natura* com 11 meses de idade e 23,6%, 69,9% e 43,05% para os teores de MS, FDN e FDA, respectivamente, para o material ensilado.

Avaliando a qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar aditivada com aditivos microbianos, Freitas et al (2006) observaram redução nos teores de MS em relação ao material antes da ensilagem e maiores concentrações dos componentes fibrosos. Estes autores obtiveram silagem de cana-de-açúcar sem aditivo com teores de 27,7% de MS, 36,0% de FDN e 23,5% de FDA. Ao adicionar o inoculante microbiano *Lactobacillus buchneri* na mesma dose utilizada neste trabalho (5×10^4 ufc/g na matéria verde), os valores observados foram de 20,7% para MS, 64,7% para FDN e 43,3% de FDA.

Os dados apresentados na Tabela 14, e discutidos anteriormente, confirmam a afirmação feita por Pedroso (2003), segundo o qual a maior concentração dos componentes da fibra na matéria seca das silagens ocorre devido às perdas de carboidratos solúveis durante a fermentação. Este fato pode ser constatado pela diminuição na concentração de carboidratos solúveis (CHOS) no material ensilado. Houve redução nos teores de CHOS de 91,0% e 89,2% para os tratamentos SCS e SCS+Lb, respectivamente. A silagem sem aditivo apresentou a menor concentração de CHOS, indicando fermentação mais intensa, com maior consumo de compostos solúveis. Estes valores estão próximos às perdas de 93% e 96 % de CHOS encontradas por Alli, Baker e Garcia. (1982) e Alli, Fairbairn e Baker. (1983), respectivamente. Adicionalmente, Freitas et al. (2006) ensilaram cana-de-açúcar contendo 59,9% de CHOS e obtiveram concentrações de 6,4% e 4,8% para silagem sem aditivo e aditivada com *Lactobacillus buchneri*, respectivamente. Por outro lado, Pedroso et al. (2005) ensilaram cana-de-açúcar com 23% de CHOS e após 180 dias de ensilagem recuperaram 27,8% da concentração inicial.

A produção de etanol, em detrimento do valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar, é a principal dificuldade para ensilagem desta gramínea (NUSSIO; SCHMIDT; PEDROSO, 2003). O etanol produzido causa grande perda energética da forragem, uma vez que é formado a partir da fermentação da glucose. Através da fermentação

alcoólica realizada pelas leveduras, cada molécula de glucose fermentada produz duas moléculas de etanol, duas de dióxido de carbono e duas moléculas de água.

No presente estudo, não houve diferença ($P>0,05$) para os teores de etanol encontrado nas silagens, embora a inoculação com *L. buchneri* o tenha reduzido em 12,5% em relação à silagem sem aditivo. As concentrações obtidas foram de 3,2% e 2,8% de etanol, para os tratamentos SCS e SCS+Lb, respectivamente. Estes resultados estão de acordo com o esperado para silagens com intensa atividade de leveduras e presença de bactérias heterofermentativas. Segundo Driehuis, Oude Elferink e Van Wixelaar (2001), bactérias ácido-láticas, principalmente espécies de *L. buchneri*, predominam na microflora epífita de materiais ensilados sem aditivos. Além disso, a reensilagem do material pode ter contribuído para o aumento no teor de etanol da silagens. De acordo com Shaver e Leverich (1999), durante a transferência da silagem de uma estrutura para outra, quantidades significativas de oxigênio são reintroduzidas na massa ensilada e leveduras podem tornar-se ativas, causando o aquecimento do material e perdas decorrentes da fermentação.

O teor de etanol observado nas silagens pode ser considerado baixo, uma vez que valores encontrados na literatura situam-se entre 5,5% e 17,8% na MS (KUNG e STANLEY, 1982; FREITAS et al., 2006) para cana-de-açúcar de açúcar ensilada sem aditivos. Andrade et al. (2002) obtiveram valores de 7,8% de etanol em silagens de cana-de-açúcar com sete meses de idade. Adicionalmente, Bernardes et al. (2002) ensilaram cana-de-açúcar com 12 meses de crescimento e encontraram 6,9% de etanol na matéria seca.

O teor de etanol encontrado por Pedroso et al. (2005) para cana-de-açúcar ensilada sem aditivos foi de 3,52%, semelhante ao observado no presente trabalho. Vale ressaltar que estes autores trabalharam com concentração inicial de 23% de carboidratos solúveis. Por outro lado, Junqueira (2006) obteve teores de 5,75 e 2,96% de etanol na MS para cana-de-açúcar ensilada sem aditivo e inoculada com *L. buchneri*, respectivamente. Trabalhando com cana-de-açúcar contendo 59,9% de carboidratos solúveis e inoculada com *L. buchneri*, na mesma dose utilizada no presente trabalho, Freitas et al. (2006) encontraram 19,3% de etanol na matéria seca. Para a silagem sem aditivo estes autores obtiveram 17,8% de etanol e não verificaram

diferença entre as silagens. Adicionalmente, Silva et al. (2003) encontraram teores de etanol de 17,4% para cana-de-açúcar ensilada sem aditivos.

Driehuis, Oude Elferink e Spoelstra (1999) observaram acúmulo de ácido acético em silagens de milho inoculadas com *L. buchneri*. Esta afirmação foi confirmada em diversos trabalhos realizados com silagens de milho (RANJIT; KUNG, 2000; DRIEHUIS; OUDE ELFERINK; VAN WIKSELAAR, 2001; TAYLOR; KUNG, 2002, WEINBERG et al., 2002; KLEINSCHMIT; SCHMIDT; KUNG, 2005).

Resultado semelhante aos apresentados acima ocorreu no presente trabalho, no qual a silagem aditivada apresentou maior ($P < 0,01$) teor de ácido acético quando comparada à silagem sem aditivo, cujas concentrações foram de 4,1 e 5,7% para a cana-de-açúcar-de- silagem sem aditivo e aditivada, respectivamente. Confrontando os valores de ácido acético entre as silagens verifica-se aumento de 40,0%. Os teores de ácido acético encontrados nas silagens, mesmo na silagem sem aditivo, são considerados elevados se comparados aos valores verificados na literatura. Andrade et al. (2002) obtiveram teores de ácido acético variando de 0,9 a 2,2% na MS. Silva et al. (2003) encontraram valores de 2,8% de ácido acético para silagem de cana-de-açúcar sem aditivo. Freitas et al. (2006) não observaram diferença entre as concentrações de acetato em silagens de cana-de-açúcar sem aditivo (3,5%) ou inoculada com *L. buchneri* (4,5%). O elevado teor de ácido acético observado na silagem sem aditivo pode ter ocorrido em função da presença de microrganismos heterofermentativos. Bucher (1970), citado por Holzer et al. (2003), isolou 2124 cepas de microrganismos presentes em silagens e observou que 707 pertenciam ao grupo do *L. buchneri*. Adicionalmente, Garzia e Giovanna (1984), avaliando 23 amostras de silagens em fazenda italianas, observaram que 82,5% das cepas encontradas eram de bactérias heterofermentativas. Segundo Driehuis, Oude Elferink e Van Wikselaar (2001), a degradação anaeróbia do ácido láctico pode ocorrer em silagens não inoculadas, uma vez que bactérias ácido-láticas, principalmente espécies de *L. buchneri*, predominam na microflora epífita desses materiais.

Oude Elferink et al. (2001) descreveram a via de degradação anaeróbia em que o ácido láctico é convertido em ácido acético e 1,2 propanodiol pelo *L. buchneri*. Teoricamente, a capacidade de produzir ácido acético às expensas do ácido láctico

aliado ao maior poder de inibir o crescimento de mofo e leveduras apresentado pelo ácido acético confere ao *L. buchneri* características favoráveis que resultam em melhora na estabilidade aeróbia de materiais conservados durante a exposição ao ar. Analisando diversos trabalhos, Holzer et al. (2003) afirmaram que a formação do ácido acético através do ácido láctico é feita exclusivamente pelo *L. buchneri*. Estes autores acrescentaram ainda que este microrganismo pode ser utilizado para aumentar o teor de ácido acético, resultando em silagens com excepcional estabilidade aeróbia.

A exposição da silagem ao oxigênio é inevitável. A deterioração aeróbia além de causar perdas no valor nutritivo, afeta negativamente a qualidade higiênica da silagem, devido ao desenvolvimento de microrganismos patogênicos (DRIEHUIS, OUDE ELFERINK; SPOELSTRA, 1999). Diversos autores têm relatado efeitos positivos da aplicação do *L. buchneri* sobre a estabilidade de silagens de diferentes materiais. No entanto, os valores obtidos são bastantes diferentes devidos às variações entre os experimentos. Segundo McDonald, Henderson e Heron (1991) diversos fatores, como os teores de MS, carboidratos solúveis residuais, ácidos acético e butírico e quantidade de leveduras nas silagens podem interferir na estabilidade aeróbia.

Os resultados referentes ao ensaio de estabilidade aeróbia estão apresentados na Tabela 15. A silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* apresentou maior ($P < 0,01$) estabilidade aeróbia em relação à silagem sem aditivo. A temperatura ambiente, tomada como referência, apresentou média de 20,5 °C. Nestas condições a silagem sem aditivo atingiu temperatura máxima de 37,8 °C após 96 horas de exposição ao ar; enquanto que para a silagem aditivada a temperatura máxima foi de 22,5 °C após 120 horas de aerobiose. O tratamento SCS apresentou estabilidade de 56 horas e acúmulo da diferença média entre a temperatura ambiente e a temperatura das silagens nos primeiros 5 dias de exposição ao ar (TA5) de 25 °C; enquanto que para o tratamento SCS+Lb os valores foram de 92 horas e 18,2 °C para a estabilidade e TA5, respectivamente. A aplicação do inoculante contendo *L. buchneri* aumentou a estabilidade aeróbia da silagem de cana-de-açúcar em 64,0% e reduziu a TA5 em 27,2%. Os efeitos de diversos aditivos antifúngicos foram pesquisados por Kleinschmit, Schmidt e Kung (2005) sobre a fermentação e a estabilidade aeróbia de silagem de milho. Estes autores concluíram que silagens aditivadas com *L. buchneri* apresentaram

maiores concentrações de ácido acético, menores teores de etanol, ausência de leveduras e permaneceram estáveis por 139 horas.

Avaliando silagem de cana-de-açúcar sem aditivos, Pedroso (2003) constatou valores de 65 horas para estabilidade aeróbia e 36 °C para TA5. Ao adicionar *L. buchneri* ($3,64 \times 10^5$ ufc/g de MV) encontrou valores de 72 horas e 25 °C para estabilidade aeróbia e TA5, respectivamente. Segundo este autor, a aplicação do inoculante resultou em silagem com estabilidade aeróbia 11% superior e TA5 30% menor, em relação à silagem sem aditivo. Adicionalmente, Siqueira (2005), trabalhando com silagens de cana-de-açúcar aditivadas com aditivos químicos e bacterianos, observou estabilidade aeróbia superior para silagens inoculadas com *L. buchneri* (60 horas) quando comparadas com silagem sem aditivo (32 horas).

Conforme os dados apresentados na Tabela 15, verifica-se efeito do inoculante sobre as perdas de matéria seca e sobre o pH das silagens durante o período de exposição ao ar. As perdas de matéria seca observadas foram inferiores para o tratamento SCS+Lb. Os valores encontrados foram de 11,1% e 7,7% até o quinto dia de exposição ao ar para os tratamentos SCS e SCS+Lb, respectivamente. A partir do quinto dia as perdas de matéria seca aumentaram em ambas as silagens, permanecendo inferior para a silagem aditivada.

Ranjit e Kung (2000), avaliando silagens de milho aditivadas com *L. buchneri*, constataram que as silagens apresentaram padrão fermentativo satisfatório e foram consideradas estáveis quando expostas ao ar. Segundo estes autores esse fato foi decorrência da produção de ácido acético pelo *L. buchneri*, o qual permitiu redução nas perdas de matéria seca e manutenção do pH das silagens durante a exposição aeróbia

. Da mesma forma, Weinberg et al. (2002) relataram que o aumento da estabilidade aeróbia observada em silagens de trigo e de milho ocorreu devido à baixa contagem de leveduras, reduzida produção de gás carbônico e pH estável durante o período de aerobiose. O fato relatado por estes autores foi observado no presente estudo. Os valores médios de pH encontrados foram de 3,95 e 3,52 para as silagens pura e aditivada, respectivamente. Resultado semelhante foi observado por Toledo Filho et al. (2004). Avaliando a estabilidade aeróbia de silagem de cana-de-açúcar inoculadas com diferentes doses de *L. buchneri*, estes autores encontraram valores de

pH superiores para o material ensilado sem aditivo. Da mesma forma, Siqueira (2005) afirma que silagens de cana-de-açúcar inoculadas com *L. buchneri*, associadas ou não com outros tipos de aditivos químicos, mantiveram os menores valores de pH. Após cinco dias de exposição aeróbia, estes autores encontraram valores de pH de 6,1 para silagem sem aditivo e 3,7 para o material que recebeu o inoculante contendo *L. buchneri*.

Tabela 15 - Estabilidade aeróbia da silagem de cana-de-açúcar sem aditivo ou aditivada com *Lactobacillus buchneri*

Item	Tratamentos ¹		CV ²
	SCS	SCS+LB	
Temperatura máxima, °C	37,80 ^a	22,50 ^b	5,25
Temperatura máxima, horas	96 ^a	120 ^b	3,55
Estabilidade aeróbia, horas	56 ^a	92 ^b	8,82
TA5 ³ , °C	25 ^a	18,2 ^b	15,23
Perda de MS 0-5	11,10 ^a	7,70 ^b	6,56
Perda de MS 5-10	17,80 ^a	9,70 ^b	14,66
Perda média de MS 0-10	14,45 ^a	8,70 ^b	10,60
pH no dia 0	3,45 ^a	3,52 ^b	0,29
pH no dia 5	4,07 ^a	3,51 ^b	0,34
pH no dia 10	4,30 ^a	3,54 ^b	0,77
pH médio 0-10	3,95 ^a	3,52 ^b	0,45

¹Tratamentos: SCS= Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, SCS+Lb= Silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV);

²Coefficiente de variação;

³Acúmulo da diferença média diária entre a temperatura ambiente e a temperaturas das silagens nos primeiros cinco dias de aerobiose;

^{a,b}Letras diferentes na mesma linha indicam efeito significativo ($P < 0,01$) pelo teste Tukey.

A silagem sem aditivo apresentou aumento de pH durante a exposição ao ar, o que indica que houve consumo de ácido láctico por fungos e leveduras. O pH médio obtido durante o ensaio de estabilidade foi menor ($P < 0,01$) para a silagem aditivada. Além de apresentar menor valor médio de pH, a silagem aditivada foi capaz de mantê-lo constante durante todo o período de aerobiose, o que confirma a ausência de microrganismos indesejáveis devido à ação antifúngica apresentada pelo ácido acético.

Os dados de consumo e digestibilidade aparente no trato digestivo total (DATT) da matéria seca (MS), matéria original (MO), fibra em deterfente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose (HEM) estão apresentados na Tabela 16. Não houve diferença ($P>0,05$) no consumo diário para os componentes avaliados.

Não foram observados efeitos da inoculação da silagem de cana-de-açúcar, uma vez que os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes entre as silagens pura e aditivada com *L. buchneri* foram semelhantes. Entretanto, houve diferença ($P<0,05$) para os coeficientes de digestibilidade da FDN, FDA e hemicelulose entre as silagens e a cana-de-açúcar *in natura* picada. Conforme pode ser observado na Tabela 17, a cana-de-açúcar apresentou digestibilidade de 49,8, 42,5 e 25,6% para FDN, FDA e hemicelulose, respectivamente. Enquanto que para as silagens foram observados valores médios de 61,2% para FDN, 55,7% para FDA e 42,9% para a hemicelulose. Comparando a média obtida para as silagens com os da cana-de-açúcar, observamos que a ensilagem melhorou a digestibilidade dos compostos fibrosos em 23,0, 31,0 e 67,6% para FDN, FDA e hemicelulose, respectivamente.

De acordo com Harrison, Soderlund e Loney (1989), diversos autores relataram que a inoculação de forragens com bactérias homofermentativas podem melhorar a digestibilidade da silagem produzida. Entretanto, os resultados são bastante controversos.

Guim, Andrade e Malheiros (1995) observaram melhora na digestibilidade aparente da MS e do NDT em silagem de milho inoculada com aditivos microbianos. Por outro lado, trabalhos como os de Sanderson (1993) e Rodrigues et al. (2002) demonstraram que não houve efeito da utilização de inoculantes microbianos sobre a digestibilidade de silagens de milho.

O interesse pela ensilagem da cana-de-açúcar é bastante recente. Portanto, não existem muitos trabalhos na literatura avaliando a digestibilidade aparente no trato digestório total em rações contendo de silagens de cana-de-açúcar. A maioria dos trabalhos encontrados estudaram a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS).

Tabela 16 - Consumo e digestibilidade aparente no trato digestório total (DATT) da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e da hemicelulose das rações experimentais

Itens ²	Tratamentos ¹			EPM ³	P ⁴
	SC	SCS	SCS+Lb		
	Matéria seca				
Consumo, kg/dia	1,41	1,45	1,64	0,13	0,32
CMSD, kg/dia	1,00	1,00	1,18	0,08	0,21
DATT, %	71,1	69,0	72,1	1,76	0,50
	Matéria orgânica				
Consumo, kg/dia	1,28	1,31	1,48	0,12	0,29
CMOD, kg/dia	0,94	0,93	1,09	0,08	0,21
DATT, %	72,8	71,0	73,8	1,64	0,51
	Fibra em detergente neutro				
Consumo, kg/dia	0,49	0,61	0,74	0,05	0,13
CFDND, kg/dia	0,24 ^a	0,35 ^b	0,48 ^b	0,02	0,03
DATT, %	49,8 ^a	57,5 ^b	64,9 ^b	2,14	0,003
	Fibra em detergente ácido				
Consumo kg/dia	0,36	0,47	0,53	0,03	0,17
CFDAD, kg/dia	0,15 ^a	0,24 ^b	0,32 ^b	0,01	0,006
DATT, %	42,5 ^a	51,4 ^b	60,0 ^b	1,94	0,005
	Hemicelulose				
Consumo, kg/dia	0,13	0,14	0,21	0,01	0,07
CHEMD, kg/dia	0,03 ^a	0,06 ^b	0,10 ^b	0,05	0,005
DATT, %	25,6 ^a	39,8 ^b	46,0 ^b	2,39	0,001

¹Tratamentos: SC=Cana-de-açúcar *in natura* picada, SCS=Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, SCS+Lb= Silagem de cana-de-açúcar aditivada com *L. buchneri* (5×10^4 ufc/g MV);

²Consumo de matéria seca digestível; CMOD= consumo de matéria orgânica digestível; CFDND=consumo de FDN digestível; CFDAD= consumo de FDA digestível; CHEMD=consumo de hemicelulose digestível;

³Erro padrão da média;

⁴Probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos ($P < 0,05$).

Pedroso (2003), avaliando a digestibilidade *in vitro* (DIVMS) de silagens de cana-de-açúcar, verificou redução de 25% até o 45º dia de estocagem; após esse período, a redução foi de 3,6% até o 180º dia. Este autor afirma que o padrão de redução nos valores da digestibilidade refletiu o aumento da concentração de FDN e FDA na matéria seca da silagem. Respostas semelhantes foram observadas por Siqueira (2005). De acordo com este autor, a redução dos valores da DIVMS das silagens ocorreu devido ao aumento dos teores de FDN e redução da concentração de carboidratos solúveis. No presente trabalho, embora tenha ocorrido aumento nas concentrações dos

compostos fibrosos (Tabela 14), não foi observado aumento na digestibilidade aparente desses nutrientes. Este fato pode estar relacionado à seleção da ração pelos animais, conforme observado no ensaio de desempenho dos cordeiros (Capítulo 2). Junqueira (2006), trabalhando com silagens de cana-de-açúcar contendo aditivos químicos ou microbianos, observou diminuição nos valores da DIVMS após a ensilagem. Os valores de DIVMS observados por este autor foram 67,38 e 59,38% para a cana-de-açúcar *in natura* e silagem de cana-de-açúcar contendo *Lactobacillus buchneri*. Segundo Lucci et al. (2003), de modo geral, os resultados de trabalhos que avaliaram a digestibilidade em ruminantes, de dietas baseadas em cana-de-açúcar, evidenciaram taxas de digestibilidade variando de 66 a 68% para a matéria seca e 35 a 43% para FDN.

Phillip, Underhill e Garino (1990) observaram efeitos positivo de inoculantes microbianos em aumentar a digestibilidade aparente da FDA de silagens de alfafa. Estes autores afirmam que é comum obter respostas positivas com leguminosas, mas negativas com gramíneas, aditivadas com inoculantes microbianos. Estes autores citam que a variação nas respostas da digestibilidade da fibra entre silagens de gramíneas e leguminosas inoculadas ocorrem devido às diferenças no tipo da fibra entre estas forrageiras.

Matsuoka, Branda e Fujita (1997) observaram aumento da digestibilidade *in vitro* da hemicelulose de silagens de gramíneas inoculadas com bactérias homoláticas. Segundo estes autores, o resultado obtido foi decorrente de um efeito do inoculante, o qual reduziu a hidrólise da hemicelulose durante a fermentação no silo.

De acordo com McAllister et al. (1998), o aumento da digestibilidade da fibra observado em alguns trabalhos com utilização de inoculantes microbianos não é resultado da ação enzimática dos inoculantes sobre a fibra, uma vez que a maioria dos microrganismos contidos nos inoculantes comerciais não produzem celulasas e hemicelulasas. Estes autores afirmam que o aumento da digestibilidade resulta de fatores que alteram o consumo ou a susceptibilidade da digestão da fibra no rúmen. No presente estudo, a seleção realizada pelos animais no ensaio de desempenho (Capítulo 2) pode ter ocorrido durante o experimento de digestibilidade. A seleção de silagens com partículas de tamanhos menores silagens pode ter contribuído para elevar a digestibilidade dos compostos fibrosos.

Rodrigues et al. (2001), avaliando a digestibilidade aparente de silagem de alfafa aditivada com inoculante microbiano (*Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*) na alimentação de ovinos, verificaram aumento na digestibilidade da FDN e da FDA. Estes autores atribuíram os resultados a uma possível queda mais acentuada no pH na silagem, obtida com a inoculação, a qual poderia inibir a degradação parcial da hemicelulose e possivelmente da celulose no silo.

O consumo de matéria seca observado no ensaio de digestibilidade não diferiu entre os tratamentos, seguindo o mesmo resultado obtido no ensaio de desempenho dos cordeiros confinados (Capítulo 2). O consumo de FDN, de FDA e de HEM digestível foi maior ($P < 0,05$) para os animais alimentados com a silagem de cana-de-açúcar em relação aos que receberam a cana-de-açúcar *in natura* picada. Esta diferença observada no consumo deste nutrientes ocorreu devido ao aumento dos coeficientes de digestibilidade.

O único trabalho encontrado que avaliou a digestibilidade *in vivo* de silagens de cana-de-açúcar aditivadas com inoculantes microbianos foi realizado por Schmidt et al. (2003). Estes autores estudaram o consumo e a digestibilidade de rações contendo 65% de silagens de cana-de-açúcar aditivadas com aditivos químicos ou microbianos na alimentação de bovinos. Os resultados verificados por estes autores mostraram que os aditivos utilizados (uréia, *L. plantarum*, benzoato de sódio e *L. buchneri*) não foram efetivos em melhorar o consumo e a digestibilidade da matéria seca de silagem de cana-de-açúcar, em relação à silagem sem aditivos. Os valores observados por estes autores foram de 63,4 e 62,5% para a digestibilidade da matéria seca das silagens controle e inoculada com *Lactobacillus buchneri* ($3,6 \times 10^5$ /g MV), respectivamente. No presente trabalho, as digestibilidades da matéria seca foram superiores às verificadas por Schmidt et al (2003), sendo encontrados valores de 69,0 e 72,1% para os tratamentos SCS e SCS+Lb, respectivamente.

Avaliando as características de fermentação, a estabilidade aeróbia e a fermentação ruminal de silagens de milho inoculadas com *Lactobacillus buchneri* ou *Lactobacillus plantarum*, Filya (2003) observaram que a inoculação com *L. buchneri* ou *L. buchneri* mais *L. plantarum* não afetaram a degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca, matéria orgânica e da fibra em detergente neutro. Da mesma forma, Aksu et al.

(2006) não observaram diferenças na digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, FDN e FDA de silagens de milho aditivadas com aditivos químicos ou microbianos. Por outro lado, estes mesmo autores, utilizando silagem de milho sem aditivo ou aditivada com inoculante microbianos contendo bactérias homofermentativas e heterofermentativas (*L. plantarum*, *L. brevis*, *L. buchneri*, *L. rhamnosus* e *P. pentosaceus*), na alimentação de ovinos, observaram que a digestibilidade da matéria seca e da FDN foram superiores para a silagem inoculada. (AKSU; BAYTOK; BOLAT, 2004).

Winters, Fychan e Jones (2001) afirmaram que as maiores alterações na proteína ocorrem durante a ensilagem. Estudos demonstraram alterações significativas na composição de aminoácidos durante a ensilagem (McDONALD; HENDERSON; HERON, 1991) e sugerem que certos aminoácidos limitam a retenção de nitrogênio em ruminantes (RAGLAND-GRAY et al., 1997).

Os dados referentes ao balanço de nitrogênio dos cordeiros estão apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 - Balanço de nitrogênio de cordeiros alimentados com silagem de cana-de-açúcar

Itens	Tratamentos ¹			EPM ²	CV ³	P ⁴
	SC	SCS	SCS+Lb			
N ingerido, g/dia	55,36	54,12	55,77	1,88	11,84	0,96
N fecal, g/dia	7,82	6,90	7,56	0,36	17,02	0,70
N absorvido, g/dia	47,55	47,21	48,20	1,60	11,63	0,97
N urinário, g/dia	14,14	15,79	19,50	1,11	16,48	0,21
N retido, g/dia	33,40 ^a	32,42 ^a	28,71 ^b	1,29	15,41	0,04
N retido/N ingerido	60,34 ^a	59,90 ^a	51,24 ^b	1,86	11,40	0,05
N retido/N absorvido	70,27 ^a	68,70 ^a	59,28 ^b	2,01	10,68	0,03

¹Tratamentos: SC= Cana-de-açúcar *in natura* picada, SCS= Silagem de cana-de-açúcar sem aditivo, SCS+Lb= Silagem de cana-de-açúcar aditivada com *Lactobacillus buchneri* (5×10^4 ufc/gMV);

² Erro padrão da média;

³ Coeficiente de variação;

⁴ Probabilidade de haver efeito significativo entre tratamentos (P < 0,05).

A avaliação do balanço de nitrogênio realizada no presente trabalho, demonstrou que houve diferença (P < 0,05) para as quantidades de nitrogênio retido, expresso em g/d, a qual foi menor para os animais que receberam ração contendo a silagem de

cana-de-açúcar aditivada. Os valores observados foram de 33,40, 32,42 e 28,71 g/dia para os tratamentos SC, SCS e SCS+Lb, respectivamente. Esta alteração sugere algum efeito da presença do inoculante microbiano sobre a retenção de nitrogênio.

5.5 Conclusão

A ensilagem da cana-de-açúcar foi caracterizada por apresentar redução dos carboidratos solúveis, com conseqüente aumento nas concentrações dos compostos fibrosos. O *Lactobacillus buchneri* melhora a eficiência do processo de ensilagem, uma vez que reduz as perdas de matéria seca e promove maior estabilidade aeróbia do material.

Cordeiros confinados alimentados com silagem de cana-de-açúcar apresentam maior consumo e melhores coeficientes de digestibilidade aparente para fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose

Referências

AKSU, T.; BAYTOK, E.; BOLAT, D. Effects of a bacterial silage inoculant on corn silage fermentation and nutrient digestibility. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.55, p. 249-252, 2004.

AKSU, T.; BAYTOK, E.; KARSLI, M.A., MURUZ, H. Effects of formic acid, molasses and inoculant additives on corn silage composition, organic matter digestibility and microbial protein synthesis in sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 61, p. 29-33, 2004.

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. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 9, p. 291-299, 1983.

ANDRADE, J.B.; JFERRERI JÚNIOR, E.; POSSENTI, R.A.; OTSUK, I.P.; ZIMBACK, L.; LANDELL, M.G.A. Produção e composição de cultivares de cana-de-açúcar. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002. Recife. **Anais....** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM

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

AZEVÊDO, J.A.G.; PEREIRA, J.C.; CARNEIRO, P.C.S. QUEIROZ, A.C.; BARBOSA, M. H.P.; FERNANDES, A.M.; RENNÓ, F.P. Avaliação da divergência nutricional de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1431-1442, 2003. 1 CD -ROM.

BERNARDES, T.F.; SILVEIRA, R.N.; COAN, R.M.; REIS, R.A.; MOREIRA, A.L.; ITURRINO, R.P.S. Características fermentativas e presença de levedura na cana-de-açúcar *in natura* ou queimada ensilada sem aditivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.

CAMPOS, F.P.; SAMPAIO, A.A.M.; VIEIRA, P.F.; BOSE, M.L.V. Digestibilidade *in vitro*/gás de volumosos exclusivos ou combinados avaliados pelo resíduo remanescente da digestão da matéria seca e produção de gás. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p.1 579-1589, 2001.

COAN, R.M.; SILVEIRA, R.N.; BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; MOREN, T.T.B.; MOREIRA, A.L. Composição química da cana-de-açúcar *in natura* ou queimada ensilada com aditivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39.,2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM

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

DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S. J. W.H.; VAN WIKSELAAR, P. G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 56, p.330-343, 2001.

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.

FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; PEREIRA, J.C.; LANA, R.P.; BARBOSA, M.H.P.; FONSECA, D.M.; DETMANN, E.; CABRAL, L.S.; PEREIRA, E.S.; VITTORI, A. Composição química bromatológica de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp L.*) com diferentes ciclos de produção (Precoce e Intermediário) em três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 977-985, 2003.

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 da soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 38-47, 2006.

FYLIA, I. The effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 3575-3581, 2003.

GARZIA, L.; GIOVANNA, S. A survey of lactic acid bacteria in italian silage. **Journal Applied Bacteriology**, Oxford, v. 56, p. 3373-3379, 1984.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington:1970. 19 p.

GUIM, A.; ANDRADE, P.; MALHEIROS, E.B. Efeito de inoculante microbiano sobre o consumo, degradação *in situ* e digestibilidade aparente de silagens de milho (*Zea mayz*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 6, p. 1045-1053, 1995.

HALL, M.B. Neutral Detergente- soluble carbohydrates: Nutritional relevance and analysis: **A Laboratory Manual**, University of Florida Extension, 2000. (Bulletin 339).

HARRISON, J.H.; SODERLUND, S.D.; LONEY, K.A. Effect of inoculation rate of selected strains of lactic acid bacteria on fermentation and *in vitro* digestibility of grass-legume forage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 72, p. 2421-2430, 1989.

HOLZER, M.; MAYRHUBER, E.; DANNER, H.; BRAUN, R. The role of *Lactobacillus buchneri* in forage preservation: Review. **Trends in Biotechnology**, Cambridge, v. 21, n. 6, p. 282-287, 2003.

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. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

KLEINSCHMIT, D.H.; SCHMIDT, R.J.; KUNG, L.JR. The effects of various antifungal additives on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 2130-2139, 2005.

KUNG, L.Jr. STANLEY, R. W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 54, p. 689-796, 1982.

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

KUNG, L.Jr.; ROBINSON, J.R.; RANJT, N.K.; CHEN, J.H.; GOLD, C.M.; PESEK, J.D. Microbial populations, fermentation end-products, and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or a propionic acid-based preservative. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, p. 1479-1486, 2000.

LUCCI, C.S.; VALVASORI, E.; LOPES, R.; CAPEZZUTO, A.; FONTOLAN, V.; BUFFARAH, G. Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) *in natura* ou ensilada, adicionadas ou não de uréia, em dietas para ruminantes. Digestibilidade aparente. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 60, n. 1, p. 47-53, 2003.

MATSUOKA, S.; BRANDA, L.N.; FUJITA, H. Breakdown of structural carbohydrates during the ensiling process of grasses treated with *Lactobacillus* inoculant and cellulase preparation and the subsequent effects on their *in vitro* digestibility. **Animal Science and Technology**, Tokyo, v. 68, n. 7, p. 661-667, 1997.

McALLISTER, T.A.; FENIUK, R.; MIR, Z.; MIR, P.; SELINGER, L.B.; CHENG, K.J. Inoculants for alfalfa silage: effects on anaerobic stability, digestibility and the growth performance of feedlot steers. **Livestock Productions Science**, Amsterdam, v. 53, n. 2, p. 171-181, 1998.

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

MOLINA, L.R.; FERREIRA, D.A.; GONÇALVES, L.C.; CASTRO NETO, A.G.; RODRIGUES, N.M. Padrão de fermentação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) submetida a diferentes tratamentos In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais....** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM

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

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A. F. Silagem de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM : PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS. 20., 2003, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 187-205.

OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; KROONEMAN, J.; GOTTSCHALL, J.C.; SPOELSTRA, S.F.; FABER, F.; DRIEHUIS, F. Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. **Applied and Environmental Microbiology**, Baltimore, v. 67, p. 125-132, 2001.

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.

PALMQUIST, D.; CONRAD, H. Origin of plasma fatty acids in lactating cows fed high fat diets. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 54, p. 1025-1033, 1971.

PEDROSO, A. F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 120p. 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.; PAZIANI, S.F.; LOURES, D.R.S.; IGARASI, M.S.; COELHO, R M.; PACKER, I.U.; HORII, J.; GOMES, L.H. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 427-432, 2005.

PHILLIP, L.E.; UNDERHILL, L.; GARINO, H. Effects of treating lucerne with inoculum of lactic acid bacteria or formic acid upon chemical changes during fermentation, and upon the nutritive value of the silage for lambs. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 45, n. 3, p. 337-344, 1990.

RAGLAND-GRAY, K.K.; AMOS, H.E.; McCANN, M.A.; WILLIAMS, C.C.; SARTIN, J.L.; BARB, C.R.; KAUTZ, F.M. Nitrogen metabolism and hormonal responses of steers fed wheat silage infused with amino acids or casein. **Journal of Animal Science**, Champaing, v. 75, p. 3038-3045, 1997.

RANJIT, N.K.; KUNG, L.Jr. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v. 83, p. 526-535, 2000.

RODRIGUES, P.H.M.; ANDRADE, S.J.T.; ALMEIDA, L.F.S.; MEYER, P.M.; LIMA, F.R.; LUCCI, C.S. Inoculação microbiana da alfafa para ensilagem sobre a digestibilidade aparente em carneiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1925-1930, 2001.

RODRIGUES, P.H.M.; ANDRADE, S.J.T.; RUZANTE, J.M.; LIMA, F.R.; MELOTTI, L. Valor nutritivo da silagem de milho sob o efeito da inoculação de bactérias ácido-láticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 2380-2385, 2002.

SANDERSON, M. Aerobic stability and *in vitro* fiber digestibility of microbially inoculated corn and sorghum silages. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, p. 505-514, 1993.

SANTOS, R.V. **Silagem de cana-de-açúcar em duas idades de corte com diferentes aditivos**. 2004. 65p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G.; JUNQUEIRA, M.C.; PEDROSO, A.F.; LOURES, D.R.S.; PAZIANI, S.F.; ZOPOLLATTO, M.; MARI, L.J. TOLEDO FILHO, S.G. Consumo e digestibilidade de silagens de cana-de-açúcar aditivadas com aditivos químicos e microbianos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

SHAVER, R.; LEVERICH, J. Transferring silage between silos. **Focus on Forage**, Madison, v. 1, n. 07, p. 01-02, 1999.

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.

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

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **User's guide**: statistic. 6th ed. Cary, 1999. 956 p.

TAYLOR, C.C.; KUNG, L.Jr. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, p. 1526-1532, 2002.

TOLEDO FILHO, S.G.; SCHIMIDT, P.; NUSSIO, L.G.; SOUZA, D.P.; QUEIROZ, O.C. M. Estabilidade aeróbia de rações contendo silagens de cana-de-açúcar inoculadas com *Lactobacillus buchneri* 40788 e ingredientes concentrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

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.

WEINBERG, Z.G.; ASHBELL, G.; HEN, Y.; AZRIEL, A.; SZAKACS, G.; FILYA, I. Ensiling whole-crop wheat and corn in large containers with *Lactobacillus plantarum* and *L. buchneri*. **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology**, Amsterdam, v. 28, p. 7-11, 2002.

WINTERS, A.L.; FYCHAN, R.; JONES, R. Effect of formic acid and bacterial inoculant on the amino acid composition of grass silage and on animal performance. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 56, p. 181-192, 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](#)