

**QUALIDADE DA SILAGEM DE
CANA-DE-AÇÚCAR ELABORADA COM
DIFERENTES ADITIVOS**

JALISON LOPES

2006

JALISON LOPES

**QUALIDADE DA SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR ELABORADA
COM DIFERENTES ADITIVOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Forragicultura e Pastagens, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Antônio Ricardo Evangelista

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2006**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Lopes, Jalison

Qualidade da silagem de cana-de-açúcar elaborada com diferentes aditivos /
Jalison Lopes. -- Lavras : UFLA, 2006.
85 p. : il.

Orientador: Antônio Ricardo Evangelista
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Cana de açúcar. 2. Silagem. 3. Qualidade. 4. Nutrição animal. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.084

JALISON LOPES

**QUALIDADE DA SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR ELABORADA
COM DIFERENTES ADITIVOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Forragicultura e Pastagens, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 22 de março de 2006.

Prof. Gudesteu Porto Rocha – UFLA

Prof. Juan Ramon Olalquiaga Perez – UFLA

Prof. Adauton Vilela de Rezende - UNIFENAS

**Prof. Antônio Ricardo Evangelista
UFLA
(Orientador)**

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

*A Deus, por estar presente em
todos os momentos da minha vida,
trilhando meus caminhos,
OFEREÇO.*

*Aos meus amados e admirados pais, Ananias e Durce,
pelo amor, fé, confiança e apoio incondicionais.*

A minha irmã, Janaína pelo amor, orgulho e admiração.

A minha sobrinha Júlia, por ser minha “fã n°1”.

A minha madrinha, “tia Dilma”, pelo amor e orações.

*A Tatiane, minha namorada, pelo amor, amizade,
incentivo, cumplicidade e por ter sido meu maior
alento nos momentos de maior adversidade.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Antônio Ricardo Evangelista, pela orientação, confiança e amizade, por quem guardo admiração e respeito equivalentes aos que tenho pelos meus pais.

Aos Professores Gudesteu Porto Rocha, Juan Ramon Olalquiaga Perez e Adauton Vilela de Rezende, pelas importantes críticas e sugestões.

A Profa. Rosane Freitas Schwan, à laboratorista Ivani e ao colega Felix, do Departamento de Biologia, pela colaboração na realização da análise de contagem de leveduras.

Aos bolsistas Lécio e Leonardo, pela ajuda na condução dos trabalhos.

A todos os colegas da graduação e da pós-graduação, pelo apoio e palavras de incentivo, principalmente aos amigos Flávio, Sidnei e Elisângela.

Aos “irmãos de república”, Enio e Tales, pela amizade e companheirismo.

Aos professores do DZO, que contribuíram para minha formação acadêmica.

A todos os funcionários do DZO/UFLA, especialmente ao chefe dos funcionários, “Borginha”, aos laboratoristas Márcio, Suelba e Eliana, ao funcionário José Virgílio e aos secretários Carlos Henrique, Pedro e Keila.

BIOGRAFIA

JALISON LOPES, filho de Ananias Lopes Primo e Durce Maria Lopes, nasceu em 1º de agosto de 1978 no município de Divinópolis, estado de Minas Gerais.

Em abril de 1999, ingressou na Universidade Federal de Lavras, onde, em dezembro de 2003, obteve o título de Zootecnista.

Em fevereiro de 2004, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Lavras, concentrando seus estudos na área de Forragicultura e Pastagens.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1 INTRODUÇÃO	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO	03
2.1 Cana-de-açúcar: potencial como cultura forrageira	03
2.2 Caracterização e dinâmica do desenvolvimento da microbiota no processo de ensilagem	04
2.2.1 Bactérias ácido lácticas (BAL)	05
2.2.2 Bactérias do gênero <i>Clostridium</i>	06
2.2.3 Enterobactérias	07
2.2.4 Bactérias do gênero <i>Listéria</i>	08
2.2.5 Bactérias do gênero <i>Bacillus</i>	08
2.2.6 Fungos filamentosos	09
2.2.7 Leveduras	10
2.3 Ensilagem da cana-de-açúcar sem aditivos	12
2.4 Uso de aditivos na ensilagem da cana-de-açúcar	15
2.4.1 Utilização de nitrogênio não protéico na ensilagem	16
2.4.2 Utilização de aditivos sequestrantes de umidade na ensilagem	17
2.5 Associação de diferentes tipos de aditivos	19
2.6 Valor nutritivo das silagens	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Localização do experimento	22
3.2 Confecção da silagem	22
3.3 Aditivos utilizados	23

3.4 Tratamentos.....	24
3.5 Delineamento experimental.....	24
3.6 Análises laboratoriais.....	25
3.7 Contagem de leveduras.....	26
3.8 Ensaio de digestibilidade.....	26
3.8.1 Fase pré-experimental e colheita.....	27
3.8.2 Colheita de alimentos, das sobras, das fezes e da urina.....	28
3.8.3 Análises das silagens, das sobras, das fezes e da urina.....	28
3.8.4 Cálculos.....	29
3.8.5 Modelo estatístico para o ensaio de digestibilidade.....	30
3.9 Análise estatística dos dados.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1 Avaliação da forragem.....	31
4.2 Avaliação da silagem.....	33
4.3 Ensaio de digestibilidade <i>in vivo</i>	46
4.4 Balanço de nitrogênio.....	62
5 CONCLUSÕES.....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
ANEXOS.....	77

LISTA DE ABREVIATURAS

Amiréia	silagem de cana-de-açúcar acrescida de 1,5% de amiréia
BAL	bactéria ácido láctica
CEL	celulose
CNF	carboidratos não fibrosos
CHOT	carboidratos totais
CV	coeficiente de variação
Controle	silagem de cana-de-açúcar sem aditivos
CMS	consumo de matéria seca
CMO	consumo de matéria orgânica
CCNF	consumo de carboidratos não fibrosos
CPB	consumo de proteína bruta
CFDN	consumo de fibra insolúvel em detergente neutro
CFDA	consumo de fibra insolúvel em detergente ácido
CCHOT	consumo de carboidratos totais
CNDT	consumo de nutrientes digestíveis totais
CDMS	coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca
CDPB	coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta
CDMO	coeficiente de digestibilidade aparente da matéria orgânica
CDCHOT	coeficiente de digestibilidade aparente dos carboidratos totais
CDFDA	coeficiente de digestibilidade aparente fibra insolúvel em detergente ácido
CDFDN	coeficiente de digestibilidade aparente fibra insolúvel em detergente neutro
CDCNF	coeficiente de digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos

EE	extrato etéreo
FDN	fibra insolúvel em detergente neutro
FDA	fibra insolúvel em detergente ácido
HEM	hemicelulose
LIG	lignina
MS	matéria seca
MV	matéria verde
MO	matéria orgânica
MM	matéria mineral ou cinzas
MV/ha	matéria verde por hectare
MS/ha	matéria seca por hectare
MDPS	milho desintegrado com palha e sabugo
NDT	nutrientes digestíveis totais
NDT/ha	nutrientes digestíveis totais por hectare
N-NH ₃ /N _{total}	nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total
N-FDN	nitrogênio ligado à fibra insolúvel em detergente neutro
NNP	nitrogênio não protéico
PT	poder tampão
PB	proteína bruta
kg PV ^{0,75}	quilograma de peso vivo metabólico
Uréia	silagem de cana-de-açúcar acrescida de 1,5% de uréia
Uréia-raspa	silagem de cana-de-açúcar acrescida de 0,5% de uréia + 4% de raspa de mandioca
Uréia-fubá	silagem de cana-de-açúcar acrescida de 0,5% de uréia + 4% fubá

RESUMO

LOPES, Jalison. **Qualidade da silagem de cana-de-açúcar elaborada com diferentes aditivos**. 2006. 85p Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.¹

O objetivo desta pesquisa foi o de avaliar os efeitos da utilização de aditivos sobre a qualidade e o valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. A cana-de-açúcar da variedade RB-72454, com 18 meses de rebrota, foi armazenada em silos experimentais de concreto com capacidade de 500 kg, durante 180 dias. Os tratamentos foram expressos pelas quantidades dos aditivos adicionados à cana-de-açúcar no momento da ensilagem (com base na matéria verde da forragem) sendo os seguintes: 1,5% uréia, 0,5% uréia + 4% fubá, 0,5% uréia + 4% raspa de mandioca, 1,5% de amiréia e cana-de-açúcar pura. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os parâmetros avaliados foram: poder tampão (PT), matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF), pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃), nitrogênio ligado a FDN (N-FDN), cinzas, hemicelulose, celulose, lignina e contagem de leveduras. Cinco ovelhas com peso médio de 36,5 kg foram alojadas em gaiolas metabólicas individuais próprias para o ensaio de digestibilidade *in vivo*, que ocorreu simultaneamente à abertura dos silos. O delineamento em blocos casualizados foi usado no ensaio de digestibilidade *in vivo*. Os blocos foram constituídos pelos períodos de colheita dos dados, num total de quatro períodos. Avaliaram-se o consumo voluntário e a digestibilidade da MS, MO (matéria orgânica), PB, FDN, FDA, CNF, CHOT (carboidratos totais) e o consumo de NDT (nutrientes digestíveis totais). A qualidade da silagem foi melhorada com a utilização dos aditivos, destacando a redução no teor de FDN, a inibição do crescimento de leveduras e os aumentos nos teores de PB. O valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar foi aumentado com a adoção dos aditivos, ocorrendo maior consumo e digestibilidade da PB. O aditivo composto por uréia-fubá proporcionou resultados gerais mais positivos quanto à qualidade ao e valor nutritivo da silagem.

¹ **Comitê de Orientação:** Prof. Antônio Ricardo Evangelista – DZO/UFLA (orientador); Prof. Gudesteu Porto Rocha – DZO/UFLA, Prof Ivo Francisco de Andrade – DZO/UFLA.

ABSTRACT

LOPES, Jalison. **Effect of additives on feed quality and nutritional value of sugarcane silage**. 2006. 85p Dissertation (Master in Animal Science). Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.¹

The objective of this research was to evaluate the effects of the use of additives on the quality and nutritional value of the sugarcane silage. Sugarcane variety RB-72454, at 18 months of regrowth, was stored for 180 days in experimental concrete silos (500 kg capacity). Treatments were expressed by additives amounts added to sugarcane silage at ensiling (based on green matter weigh), as follows: urea 1.5%; starea 0.5% and corn meal 4%; urea 0.5% and cassava scratch 4%; starea 1.5%; sugar cane only. Five treatments were evaluated in a randomized complete block design with four replicates. Buffering capacity, pH, dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, non-fibrous carbohydrates, ammonium nitrogen, neutral detergent fiber nitrogen, ashes, hemicelluloses, cellulose, lignin contents and count of yeasts were evaluated. *In vivo* digestibility trial, in a randomized complete block design was carried with five sheep with an average weight of 36.5 Kg housed in individual metabolic cages simultaneously to silage unloading. Data from four crop periods constituted the blocks. Voluntary consumption and dry matter digestibility, organic matter, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, non-fibrous carbohydrates, total carbohydrates contents and total digestible nutrients consumption were evaluated. Major improvements in silage quality were neutral detergent fiber reduction, higher yeast growth inhibition and increased crude protein contents. In general, silage additives increased nutritional values showing higher intake values and a better digestibility of crude protein.

¹ **Guidance committee:** Prof. Antônio Ricardo Evangelista – DZO/UFLA (adviser); Prof. Gudesteu Porto Rocha – DZO/UFLA, Prof Ivo Francisco de Andrade – DZO/UFLA.

1 INTRODUÇÃO

O uso da cana-de-açúcar fresca, mediante cortes diários, é tradicional e de amplo conhecimento dos produtores. Entretanto, este manejo demanda mão-de-obra diária para cortes, despalha, transporte e picagem, e estabelece restrições operacionais quando se pretende suplementar os animais, em virtude da falta de maquinário e de mão-de-obra mínima necessária para realização do manejo diário do canavial. Além disso, em situações nas quais a cana é usada como forragem durante todo o ano, há perda do valor nutritivo durante o verão, devido ao baixo teor de sacarose e ocorrem também dificuldades de colheita em dias chuvosos.

Em algumas regiões, como o Sul de Minas Gerais, o problema é agravado devido à época de colheita da cana coincidir com a de outras espécies, como o café. Os produtores dessa região têm encontrado dificuldade, já que a colheita de café absorve boa parte da mão-de-obra da região.

Quando é realizada a ensilagem da cana, concentra-se a mão-de-obra em apenas um período, com grande vantagem em relação às outras culturas utilizadas para a ensilagem. Isso porque a cana está no ponto de corte justamente no período seco na região sudeste, facilitando todo o processo de ensilagem que, muitas vezes, é prejudicado pelas chuvas.

Outras vantagens de se colher toda a cana de uma vez são: a liberação da área antes do início das chuvas, possibilitando um crescimento mais uniforme da planta; o aproveitamento da cana no estágio de melhor valor nutritivo; a eliminação das sobras de cana que ficariam no campo pela falta de corte, tornando-se canas bisadas, de baixa qualidade e sujeitas ao acamamento e dificultando a colheita; possibilitar a aplicação de tratamentos culturais, como a

capina, adubações e o controle com herbicidas e, ainda, em caso de incêndio acidental, poderia-se colher e ensilar toda a cana, evitando-se perdas no campo.

Por estas razões, a procura por informações sobre tecnologias de confecção da silagem de cana-de-açúcar, bem como seus resultados no desempenho animal tem sido crescente, justificando as pesquisas sobre o assunto. Entretanto, uma grande barreira à confecção da silagem de cana-de-açúcar é a intensa fermentação alcoólica que ocorre quando a forragem é ensilada pura. Nesse sentido, são necessários mais estudos, relacionados ao modo de ação dos aditivos que, por sua vez, são fundamentais para a obtenção de silagens de cana-de-açúcar de melhor qualidade.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos da utilização de aditivos sobre a qualidade e o valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cana-de-açúcar: potencial como cultura forrageira

O alto potencial forrageiro da cana-de-açúcar no Brasil é decorrente da sua grande capacidade de produção de matéria seca e do alto conteúdo de energia por unidade de matéria seca. Brioni (2003) verificou produtividades médias de 95 toneladas de massa verde e 33 toneladas de matéria seca/ha, com amplitudes entre 60 e 135 t MV/ha, e 12 e 43 t MS/ha, para canaviais desde o 1° até o 7° corte. Lima & Mattos (1993) verificaram produções entre 15 a 20 toneladas de nutrientes digestíveis totais (NDT) por hectare, sendo maior que as produções observadas com o milho, o sorgo e a mandioca, que produzem cerca de oito toneladas de NDT/ha.

O aumento do valor nutritivo observado com a maturidade da planta ocorre pela elevação do teor de sacarose e redução de constituintes da parede celular, resultando em melhoria da digestibilidade, sendo o valor nutritivo ótimo alcançado em idades de cortes de 12 a 18 meses (Lima & Mattos, 1993). Em função desta característica, a digestibilidade da cana-de-açúcar é considerada de valor intermediário, variando de 54% a 65% da matéria seca (Boin & Tedeschi, 1993). Devido ao seu elevado conteúdo de sacarose no colmo, a cana-de-açúcar mantém um bom valor nutritivo por um período de tempo suficiente para ser colhida de acordo com a necessidade durante a estação seca e é bem consumida pelos bovinos, até 45 kg/vaca/dia de forragem verde (Torres & Costa, 2001).

Segundo Matsuoka & Hoffman (1993), as principais características agrônômicas desejáveis em uma variedade de cana-de-açúcar, visando à produção animal, são: alta produtividade, rusticidade, tolerância a pragas e

doenças, capacidade de perfilhamento, florescimento ausente ou tardio, alto teor de sacarose, despalha fácil e ausência de joçal.

Apesar das vantagens agronômicas, e da possibilidade de redução do custo de produção de leite e carne durante a seca, quando utilizada como alimento exclusivo para ruminantes, a cana-de-açúcar possui limitações importantes, do ponto de vista nutricional, devido ao desequilíbrio de nutrientes, apresentando teores muito baixos de proteína bruta e da maioria dos minerais, principalmente de fósforo. No entanto, é de conhecimento geral que o desempenho dos animais pode ser satisfatório quando a cana-de-açúcar é corrigida, quanto aos teores de proteína e minerais (Pedroso, 2003).

Por outro lado, para Schmidt & Nussio (2004), a maior dificuldade para atingir o potencial da cana não está na limitação nutricional, mas, no baixo desempenho agronômico freqüentemente apresentado por essa planta, em resposta às deficiências de manejo.

2.2 Caracterização e dinâmica do desenvolvimento da microbiota no processo de ensilagem

Os microrganismos naturalmente presentes na forragem no momento da ensilagem constituem sua microbiota, também conhecida como microflora epífita e são diretamente responsáveis pelas alterações que o material ensilado irá sofrer ao longo do processo fermentativo.

O número de microrganismos epífitas é variável, sendo afetado pelo tipo de forragem, pelo estágio de maturidade das plantas, pelo clima, pelo corte e condicionamento das forrageiras (Lin et al., 1992). A microflora pode ser dividida em dois grupos principais: os microrganismos benéficos ou desejáveis, os quais são representados pelas bactérias ácido lácticas e os microrganismos

indesejáveis, responsáveis por causar deterioração aeróbica e anaeróbica na massa ensilada, os quais são, principalmente, as bactérias dos gêneros *Clostridium*, *Listéria* e *Bacillus*, as enterobactérias, os mofo (fungos filamentosos) e as leveduras (Bravo-Martins, 2004).

2.2.1 Bactérias ácido lácticas (BAL)

As bactérias ácido lácticas (BAL) são o principal grupo de microrganismos que atuam no processo fermentativo. Elas incluem, principalmente, os gêneros *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus* e *Leuconostoc*, que produzem, principalmente, ácido láctico como produto da fermentação dos açúcares (Bernardes, 2003).

No grupo dos *Lactobacillus*, encontram-se espécies homo e heterofermentativas, sendo *Streptococcus*, *Pediococcus* homofermentativas e *Leuconostoc* heterofermentativas (Woolford, 1984).

Dentre os ácidos orgânicos produzidos durante o processo de ensilagem, o ácido láctico é o mais importante, pois apresenta maior constante de dissociação, sendo responsável pelo abaixamento do pH para 3,8 a 4,2, inibindo os microrganismos indesejáveis (Vilela, 1998). Em silagens com predominância de bactérias ácido lácticas ocorre elevada recuperação de energia e matéria seca (Kung Jr, 2001).

Para que o processo fermentativo ocorra com sucesso, são necessárias condições de anaerobiose, substrato adequado e uma população suficiente de BAL (Jobim & Gonçalves, 2003).

De acordo com Jaster (1994), as BAL são encontradas em número relativamente pequeno nas culturas (< 10 UFC/g). No entanto, o corte e a picagem da forrageira com equipamento adequado provocam a liberação de

sucos da planta, o que pode aumentar o número de BAL prévio à ensilagem. Este aumento se deve, principalmente, aos carboidratos que podem estar contidos nestes sucos da planta.

2.2.2 Bactérias do gênero *Clostridium*

As bactérias anaeróbias do gênero *Clostridium* têm efeito negativo sobre a qualidade da silagem, especialmente se o pH não for suficientemente baixo para inibir o seu crescimento. Esses microrganismos fermentam açúcares, ácido lático e aminoácidos, produzindo ácido butírico e aminas. Esse tipo de fermentação resulta em significativas perdas de matéria seca e os produtos da fermentação reduzem a palatabilidade, além de diminuir a estabilidade aeróbia da silagem (Mahanna, 1994). A ocorrência de clostrídeos em silagens é consequência da inevitável contaminação da forragem com o solo (Arcuri et al., 2003).

Esporos de clostrídeos da silagem podem sobreviver à passagem pelo trato digestivo de bovinos leiteiros. Por meio do contato do úbere com fezes pode haver transferência dos esporos para o leite, comprometendo sua qualidade e causando sérios defeitos na produção de lácteos (estufamento de queijos) (GoudKov & Sharpe, 1965). O *C. botulinum* causa o botulismo, podendo afetar animais e humanos. Porém, como esta espécie possui baixa tolerância a pH baixo, a ocorrência de botulismo em animais alimentados com silagem somente foi observada quando animais mortos (pássaros, ratos) foram encontrados no material ensilado (McDonald et al., 1991).

Há que se considerar que o crescimento dos clostrídeos é estimulado pela elevação da temperatura no interior do silo, baixo teor de matéria seca da

forragem ensilada, baixo teor de carboidratos solúveis, alta capacidade tampão da cultura e vedação inadequada do silo (Jobim & Gonçalves, 2003).

2.2.3 Enterobactérias

As enterobactérias são bacilos gram-negativos anaeróbios facultativos, que competem com as bactérias ácido lácticas pelos açúcares no início do processo fermentativo, produzindo, principalmente, ácido acético (Henderson, 1993). As enterobactérias também são capazes de degradar proteínas que, além de acarretarem redução no valor nutricional da silagem, conduzem à produção de aminas e ácidos graxos ramificados, apresentando efeito negativo na aceitabilidade da silagem. Ademais, a amônia formada por proteólise aumenta a capacidade tampão do material ensilado, retardando a redução rápida do pH da silagem (McDonald et al., 1991; Woolford, 1984). Também promovem a redução de nitrato (NO_3) para nitrito (NO_2) e estes para óxido nítrico (NO) e óxido nitroso (N_2O) (Spoelstra, 1987) Esses gases possuem efeito prejudicial no tecido pulmonar e podem causar uma doença com sintomas parecidos com a pneumonia (Woolford, 1984).

As enterobactérias, normalmente, crescem intensivamente durante os primeiros dias de ensilagem, mas, sua população decresce rapidamente à medida que o meio é acidificado, sendo, geralmente, inibidas em pH abaixo de 5,0 (Muck, 1996). Desse modo, métodos de ensilagem que induzam a uma rápida e suficiente diminuição nos valores de pH da silagem ajudarão a diminuir o crescimento de enterobactérias (McDonald et al., 1991).

2.2.4 Bactérias do gênero *Listeria*

As bactérias do gênero *Listeria* são organismos aeróbicos ou aeróbicos facultativos. Considerando a qualidade da silagem, a espécie de *Listeria spp* mais importante é a aeróbica facultativa *L. monocytogenes*, pois ela é patogênica para vários animais e seres humanos (Shlech, 1996).

Da mesma forma que a contaminação com esporos de clostrídeos, a contaminação do leite por listéria está diretamente associada à qualidade sanitária de fenos e silagens e higiene inadequada do úbere e dos equipamentos durante a ordenha (Jobim & Gonçalves, 2003).

Silagem contaminada com *L. monocytogenes* tem sido associada com casos fatais de listeriose em ovelhas e cabras (Wiedmann et al., 1994). O crescimento e a sobrevivência desta bactéria em silagens são determinados pelo grau de anaerobiose e pelo pH da silagem.

A *L. monocytogenes* tolera pH entre 3,8 e 4,2 por longos períodos, somente se o oxigênio estiver presente. Sob condições estritamente anaeróbias este organismo pode ser rapidamente destruído nesta faixa de pH (3,8 a 4,2) (Donald et al., 1995).

O desenvolvimento de *L. monocytogenes* em silagens é fortemente relacionado à deterioração aeróbia da silagem, devido à vedação inadequada ou furos na lona de cobertura (Jobim & Gonçalves, 2003).

2.2.5 Bactérias do gênero *Bacillus*

As bactérias do gênero *Bacillus*, assim como as do gênero *Clostridium*, são formadoras de esporos. Porém, elas podem ser distinguidas facilmente dos clostrídios, pois são aeróbias ou aeróbias facultativas e todos os clostrídios são

anaeróbios obrigatórios (Claus & Berkeley, 1986). Os bacilos aeróbicos facultativos fermentam grande variedade de carboidratos formando os ácidos orgânicos (acetato, lactato, e butirato) ou etanol, 2,3-butanediol e glicerol (Claus & Berkeley, 1986). Segundo McDonald et al. (1991), a proteólise e parte da aminogênese são causadas por enzimas de plantas, porém, a degradação de aminoácidos ocorre, principalmente, por ação dos clostrídeos e bacilos.

Esporos de bacilos, se presentes em grandes quantidades na silagem ou em outros tipos de forragens, podem facilmente contaminar o leite, especialmente em sistemas com ordenha manual ou ordenha mecânica com higienização deficiente (Arcuri et al., 2003).

Segundo McDonald et al. (1991), bactérias do gênero bacilos contribuem pouco ou quase nada na preservação de silagem, desempenhando grande importância no processo de deterioração aeróbia, sob condições de pH acima de 5,0 e temperatura alta.

2.2.6 Fungos filamentosos

Os fungos filamentosos, principalmente espécies dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*, crescem em silagens onde há a penetração de ar, com formação de micotoxinas, as quais podem acarretar danos aos animais quando ingeridas (Mahanna, 1994; Muck, 1988). A formação de micotoxinas na forragem é determinada por uma série de fatores, podendo-se destacar a presença de O₂, estresse da planta, o estágio de desenvolvimento em que a cultura foi cortada, o tipo de solo e atividades sinérgicas ou antagônicas entre espécies de fungos (Woolford, 1990).

Na presença de O₂, os fungos metabolizam os açúcares residuais ou ácidos orgânicos formados, provocando elevação no pH da silagem. Além disso,

os fungos podem também degradar proteínas com formação de amônia, a qual tem ação tamponante, neutralizando os ácidos orgânicos formados e impedindo o abaixamento do pH (Jobim & Gonçalves, 2003). Em silagens bem preparadas, os mofos são encontrados associados apenas às regiões da silagem, como as laterais e a superfície superior, que estejam expostas ao ar (Arcuri et al., 2003).

Estes fungos não são significantes em relação à fermentação da silagem, mas contribuem para as perdas na superfície do silo durante o descarregamento e em casos de compactação e vedação inadequadas (Jobim & Gonçalves, 2003).

2.2.7 Leveduras

A presença de leveduras em silagens foi identificada, inicialmente, em 1932, mas, sua importância foi ignorada até 1964, quando pesquisadores demonstraram que elas têm um papel importante na deterioração das silagens quando expostas ao ar, durante o descarregamento dos silos ou por problemas de vedação inadequada (McDonald et al., 1991). São encontradas em todo o tipo de silagem, principalmente em silagens que têm a fase inicial aeróbia prolongada (Jobim & Gonçalves, 2003). Em condições de aerobiose, as leveduras transformam o ácido láctico em ácido acético, CO_2 e H_2O , acompanhado de elevação da temperatura e do pH do material (Hnatyszyn & Guais, 1988).

De acordo com Jobim & Gonçalves (2003), a maioria dos fungos necessita de oxigênio para o crescimento; no entanto, algumas leveduras se desenvolvem em condições anaeróbias, podendo manter elevadas populações nessas condições pela fermentação alcoólica dos açúcares ($1 \text{ glicose} \rightarrow 2 \text{ etanol} + 2 \text{ CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$), repercutindo em perdas de matéria seca e energia. Sendo assim, além de estarem associadas à deterioração aeróbia da silagem, as leveduras

também são indesejáveis por competirem com as bactérias lácticas pelas hexoses (Arcuri et al., 2003).

Os principais produtos da fermentação das leveduras são o etanol e o CO₂, mas, pequenas quantidades de outros álcoois (propanol, 2-butanediol, 2-methylpropanol, pentanol, 2-methylbutanol) e ácidos orgânicos (acetato, propionato e butirato) e lactato podem ser formados anaerobicamente pelas leveduras (McDonald et al., 1991). O etanol, que é o principal produto da fermentação dos açúcares pelas leveduras, praticamente não tem poder preservativo para a silagem (Arcuri et al., 2003).

As leveduras também são capazes de fermentar pentoses, amido, álcoois, ácidos orgânicos e proteínas, além de poderem utilizar amônia como fonte de nitrogênio e não são inibidas pelo baixo pH encontrado nas silagens, sobrevivendo sob limites de pH variando entre 3,5 e 6,5. Algumas espécies são capazes de sobreviver, inclusive, sob pH inferior a 2 (McDonald et al., 1991).

Woolford (1990) reportou que as leveduras capazes de fermentar açúcares além de glicose (*Saccharomyces*) parecem tolerar efeitos adversos do baixo pH e anaerobiose melhor do que aquelas capazes de fermentar somente a glicose, pois têm fonte extra de energia.

A maioria das leveduras cresce em temperaturas entre zero e 37°C, mas, podem crescer acima de 45°C (McDonald et al., 1991).

Ao ser atingida a condição de anaerobiose no silo, as espécies de levedura aeróbias são sucedidas pelas leveduras fermentativas, compostas, principalmente, pelas espécies dos gêneros *Candida*, *Hansenula*, *Saccharomyces* e *Torulopsis* (Bernardes, 2003). O nível de anaerobiose alcançado vai determinar quais espécies deverão se estabelecer durante a ensilagem (Jonsson & Pahlow 1984). Se ocorrer penetração de ar durante a fermentação, leveduras fermentadoras de lactato dos gêneros *Candida* e *Hansenula* serão dominantes. Se condições de anaerobiose são alcançadas e mantidas, essas são reduzidas para

15% do total e o restante composto, principalmente, por *Saccharomyces sp*, que também é fermentativa, mas não é capaz de fermentar lactato.

2.3 Ensilagem da cana-de-açúcar sem aditivos

De acordo com Costa et al. (2001), três características podem interferir no processo de ensilagem: o alto teor de umidade, o alto poder tampão e baixos teores de carboidratos solúveis. Estes fatores têm influência negativa sobre o processo fermentativo, impedindo o rápido abaixamento do pH, promovendo, assim, fermentações secundárias indesejáveis e, conseqüentemente, prejudicando a qualidade do produto preservado. A maioria das culturas alternativas apresenta déficit em algumas destas características, no entanto, a cana-de-açúcar possui elevada ensilabilidade (Siqueira, 2005).

Segundo Kaiser et al. (2002), a ensilabilidade pode ser definida como sendo a capacidade fermentativa (CF) do material. Sendo: $CF = MS + 8 \times (CS/PT)$; em que MS é a matéria seca, em % da matéria natural, CS é o carboidrato solúvel, em % da matéria seca e PT é o poder tampão, em e.mg de HCL/100 g de MS. Siqueira (2005), determinou a capacidade fermentativa da cana-de-açúcar e obteve, como índice, o valor de 56. Segundo Oude Elferink (1999), a CF mínima necessária para a obtenção de silagens lácticas é de 35.

Embora, como citado por Siqueira (2005), a cana-de-açúcar seja uma forrageira de alta ensilabilidade, em função de suas características intrínsecas e ainda apresente a vantagem de otimizar o uso da mão-de-obra dentro da propriedade, ainda há dúvidas sobre sua eficiência técnica e econômica. Embora haja escassez de pesquisa nacional e internacional nesta área, trabalhos recentes têm demonstrado que silagens produzidas exclusivamente de cana são de baixa qualidade, acarretam rejeição às dietas, com conseqüente redução no consumo

voluntário pelos animais e, igualmente, acompanhados de desempenho insatisfatório (Nussio et al., 2003).

O baixo desempenho de animais alimentados com cana-de-açúcar ensilada sem aditivos reside no fato do material apresentar fermentação tipicamente alcoólica e perda no valor nutritivo, com redução no conteúdo total de açúcares e sacarose e conseqüente produção de etanol, acarretada pelo desenvolvimento de leveduras na silagem, como tem sido observado (Alli et al., 1982; Kung Jr. & Stanley, 1982; Preston et al., 1976).

Em âmbito nacional, as pesquisas também têm evidenciado a elevada produção de etanol e perdas no valor nutritivo ao se ensilar a cana-de-açúcar sem aditivos. Bernardes et al. (2002), constaram teor de 6,87% de etanol na MS da silagem, para cana-de-açúcar ensilada aos 12 meses de crescimento. Coan et al. (2002) relataram diminuição no teor de MS (27,3% vs 20,9%), aumentos nos teores de FDN (42,1% vs 54,95%), de FDA (34,9% vs 43,8%) e de lignina (6,8% vs 7,2%), da cana de açúcar ensilada aos 12 meses e armazenada por 55 dias em relação à cana fresca. Molina et al. (2002), avaliando o padrão de fermentação da cana-de-açúcar ao longo de 56 dias, observaram redução no teor de MS da silagem, entre o primeiro e o último dia, considerado de 27,94% para 21,58%, porém, não houve diferença para os valores de pH (3,43 vs 3,43) e PB (2,3% vs 2,7% da MS).

Evangelista et al. (2003), estudando o perfil de fermentação da cana-de-açúcar durante 100 dias, observaram redução acentuada no teor de MS até o décimo dia (36% do material original, para 25,3%) e variação nos teores de FDN de 55,6% no material original para 75,6% na MS, aos 50 dias e FDA de 24,8% para 49,1% na MS, ao 88 dias.

Pedroso (2003), analisando a dinâmica de fermentação da silagem de cana-de-açúcar num período total de 180 dias, observou uma redução de 35% de MS na ensilagem, para 26% no material com 45 dias de conservação, o teor de

etanol atingiu o máximo de 6,4% da MS aos 15 dias e houve uma redução na DVIVMS de 63% na forragem fresca para 47% na silagem com 45 dias. O autor concluiu que esta expressiva queda na DVIVMS é resultado da elevada produção de etanol, caracterizada pela elevada perda de CHOS e pelo aumento no teor de fibra da forragem.

Alli et al. (1982) verificaram que uma vez que a concentração de ácido acético na silagem de cana foi baixa, pode-se concluir que as BAL heterofermentativas não foram os microorganismos responsáveis pela produção de álcool no material e sim as leveduras. Eles demonstraram que a formação de 9% de etanol na MS pela atuação de leveduras consumiu cerca de 50% da sacarose que estava presente na matéria orgânica original. A perda de peso durante o período de fermentação em relação ao peso original do material ensilado é da ordem de 5% a 6%, sendo o resultado da perda de CO₂ e álcool por evaporação.

Segundo Kung & Stanley (1982), na cana-de-açúcar, a população de leveduras no momento da ensilagem é dominante, fato que, aliado ao alto teor de carboidratos solúveis desta forragem, explica a intensa fermentação alcoólica.

Embora potencialmente aproveitável como substrato energético, o etanol produzido nas silagens de cana-de-açúcar é rapidamente volatilizado no silo e no cocho, podendo acarretar perdas de até 48% de MS (McDonald et al., 1991).

O etanol residual na silagem provoca rejeição de consumo pelo animal, logo após seu fornecimento no cocho (Schmidt et al. 2004), contudo, se ingerido apresenta significativa contribuição energética ao animal, por via direta.

Segundo Chalupa et al. (1964), o álcool, como alimento, é aproveitável devido à sua conversão em acetato no rúmen.

Talvez a produção de etanol, em detrimento do valor nutritivo da silagem de cana, seja a principal dificuldade apresentada por essa tecnologia e o maior desafio da pesquisa, na busca por processos específicos que controlem

adequadamente a população e a atividade de leveduras, sem prejuízo da qualidade da silagem e do desempenho de animais (Nussio et al., 2003).

2.4 Uso de aditivos na ensilagem da cana-de-açúcar.

A constatação de que a ensilagem da cana-de-açúcar, normalmente, resultava em produtos de baixa qualidade, em função do intenso desenvolvimento de leveduras e a grande produção de etanol (fermentação alcoólica), levou os pesquisadores a buscarem tratamentos que permitissem melhorar o padrão de fermentação destas silagens, reduzindo as perdas de MS e do seu valor nutritivo.

Segundo McDonald et al. (1991), os aditivos para silagem podem ser classificados em cinco categorias principais: estimulantes da fermentação, que agem por meio da adição de culturas bacterianas ou fontes de carboidratos; inibidores da fermentação, que agem inibindo parcial ou totalmente a fermentação; inibidores da deterioração aeróbia, que agem, principalmente, controlando a deterioração da silagem exposta ao ar; nutrientes, que são adicionados no material para melhorar o valor nutritivo da silagem e absorventes, que são adicionados, principalmente, nas forragens com baixo teor de MS para reduzir perdas de nutrientes por efluentes e diminuir a poluição ambiental.

Segundo Nussio et al. (2003), alguns aditivos têm apresentado satisfatória eficiência técnica no controle de perdas e a decisão pela definitiva adoção desses deverá considerar a economicidade de todo o processo, levando em conta perdas ocorridas desde a colheita das plantas a campo, até o desempenho final dos animais.

2.4.1 Utilização de nitrogênio não protéico na ensilagem da cana-de-açúcar.

A aplicação de aditivos, como a uréia, pode melhorar a qualidade das silagens de cana-de-açúcar, diminuindo população de leveduras e mofos, reduzindo a produção de etanol, as perdas de MS e de carboidratos solúveis e proporcionando melhor composição bromatológica nas silagens tratadas, em comparação a silagens de cana exclusiva (Alli et al., 1983; Lima, 2002).

A uréia dentro do silo, devido à ação da urease, é desdobrada em amônia e esta, ao se ligar à água, forma o hidróxido de amônio, que é capaz de solubilizar os componentes da parede celular, principalmente a hemicelulose, reduzindo o FDN do material (Reis et al., 1990), refletindo positivamente na digestibilidade dos constituintes celulares (Sundstol et al., 1982).

A melhora no balanço nutricional (protéico), do substrato silagem de cana-de-açúcar mais uréia proporciona um ambiente mais adequado para o desenvolvimento da flora bacteriana nas silagens aditivadas, fazendo com que apresentem maior competição com leveduras, alterando as perdas fermentativas (Souza et al., 2005). Além disso, de acordo com Reis & Rodrigues (1994), a amônia tem efeito fungistático, em decorrência da alteração do pH do meio.

Trabalhos de pesquisa publicados recentemente no Brasil relataram que silagens de cana-de-açúcar tratadas com proporções entre 0,5% e 1,5% de uréia propiciaram bom padrão de fermentação e melhor composição bromatológica, com teor mais elevado de MS e teores mais baixos de FDA e FDN, em comparação à silagem de cana exclusiva (Lima et al., 2002; Molina et al., 2002).

Pedroso (2003) avaliou doses de uréia (0,5; 1,0 e 1,5%) na ensilagem de cana-de-açúcar e observou redução nas perdas de matéria seca de 18,2% no controle para 6,56% nas silagens tratadas com 1,5% de uréia. Este mesmo autor, avaliando a dinâmica de fermentação da silagem de cana, constatou que, durante

144 dias, as silagens tratadas com 0,5% de uréia sempre produziram menos etanol e gás do que o controle.

Roth et al. (2005), ao avaliarem a silagem de cana-de-açúcar com 0,5%; 1,0%; 1,5% e 2,0% de uréia na massa verde, concluíram que doses variando de 1,0% a 1,5% de uréia promoveram melhora no valor nutritivo das silagens de cana-de-açúcar e propiciaram a melhor recuperação de matéria seca digestível.

Souza et al. (2005) observaram menor produção de gás (28,1% vs 32,5% da MS) e maior recuperação de matéria seca (68,51% vs 64,71%) da silagem de cana-de-açúcar tratada com 1% de uréia, em relação à silagem sem aditivos.

Segundo Nussio et al. (2004), a recuperação de nitrogênio nas silagens aditivadas com uréia é geralmente alta (acima de 70%), o que deve ser computado como benefício adicional na escolha do aditivo.

2.4.2 Utilização de aditivos sequestrantes de umidade na ensilagem da cana-de-açúcar

Os aditivos sequestrantes de umidade são, normalmente, fontes de carboidratos, cereais, farelos, entre outros, que visam elevar o teor de matéria seca das silagens, reduzir a produção de efluentes e aumentar o valor nutritivo das silagens (McDonald et al., 1991).

A adição de fontes de carboidratos induz a uma redução da exigência de carboidratos solúveis, garantindo, assim, um processo fermentativo satisfatório, impedindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis e tornando a silagem de gramíneas tropicais um alimento de valor nutricional adequado e de baixo custo de produção (Balsalobre et al., 2001; Vilela, 1998).

Com a crescente demanda por informações sobre a confecção de silagens de cana-de-açúcar ocorrida nos últimos anos, assim como ocorreu com os

aditivos químicos e biológicos, embora em menor grau, houve um aumento nas pesquisas com os aditivos seqüestrantes de umidade, objetivando melhorias no padrão de fermentação das silagens de cana-de-açúcar, em detrimento do crescimento de microrganismos indesejáveis, principalmente de leveduras.

Andrade et al. (2001b), em trabalho no qual aumentaram o teor de MS de 20,93% para 27,69% na forragem de cana-de-açúcar, mediante a adição de 120kg/tonelada de MV, de rolão de milho, não observaram produção de álcool. O autor atribuiu o resultado à baixa tolerância das leveduras ao alto potencial osmótico da forragem.

Avaliando o efeito da inclusão de MDPS sobre as características fermentativas da cana-de-açúcar, ensilada crua ou queimada, Bernardes et al. (2002) verificaram que o teor de etanol nas silagens foi reduzido em 10% e 20,9%, respectivamente, para a cana ensilada crua e queimada, com a inclusão de 10% de MDPS, na massa verde. Casali et al. (2004) estudaram o efeito de níveis crescentes de raspa de batata desidratada (7%, 14% e 21,28%MV) em forragem de cana de açúcar com MS de 20,1% e observaram redução linear na perda por gases e na perda por efluentes à medida que se aumentou o nível dos aditivos utilizados.

Santos et al. (2004) avaliaram as perdas por efluente da silagem de cana-de-açúcar em duas idades de corte com diferentes aditivos (silagem de cana sem aditivo, com 1% de uréia, com 8% de MDPS e com 0,5% de sal mineral) e observaram menor produção de efluentes na silagem aditivada com 8% MDPS.

Andrade et al. (2001b) observaram um aumento na produção de ácido acético à medida que foi elevado o nível de rolão de milho na ensilagem da cana-de-açúcar. Essa resposta está de acordo com a encontrada por Wieringa (1958), que constatou que as bactérias heterofermentativas são mais tolerantes à elevação do potencial osmótico das silagens. Ao contrário do ácido láctico, o ácido acético é um potente inibidor do crescimento de leveduras.

2.5 Associação de diferentes tipos de aditivos

Trabalhos de pesquisa vêm sendo conduzidos no Brasil, associando diferentes tipos de aditivos, visando um efeito sinérgico na redução das perdas fermentativas em silagens de cana-de-açúcar, principalmente devido à expectativa do maior controle no crescimento de leveduras. A associação de aditivos químicos e microbianos tem apresentado resultados satisfatórios, principalmente quando o aditivo químico utilizado é o hidróxido de sódio. Podem-se citar, nesta linha de pesquisa, trabalhos de Pedroso (2003) e de Siqueira (2005), entre outros.

Freitas et al. (2004) observaram que a associação entre hidróxido de sódio e resíduo de colheita de soja foi mais eficaz em reduzir a produção de nitrogênio amoniacal que em silagens de cana-de-açúcar, onde estes aditivos foram utilizados separadamente. Porém, embora apresente resultados satisfatórios, o uso do hidróxido de sódio tem sido evitado, em virtude da possibilidade da redução da vida útil das máquinas (Pedroso, 2003), da contaminação do ambiente e do excesso de Na na dieta, nas fezes e urina dos animais (Berger et al., 1994) e, sobretudo, pelo dano potencial à saúde humana causado durante sua aplicação, em especial problemas respiratórios e epiteliais (Nússio et al., 2003).

Andrade et al. (2001c) determinaram o valor nutritivo da cana-de-açúcar adicionada de rolão de milho (4%, 8% e 12% da MV) e não observaram melhorias no valor nutritivo das forragens, concluindo que o baixo teor de proteína bruta limitou o consumo do alimento. Em outro estudo, Andrade et al. (2001b) ensilaram a cana-de-açúcar utilizando os mesmos níveis de rolão de milho acima citados, e adicionaram uréia em todos os tratamentos (0,5% MV), observando efeitos significativos nos consumos de MS, FDN e NDT. Isso

comprova que a adoção da uréia, juntamente com o aditivo absorvente, foi capaz de melhorar o valor nutritivo da cana-de-açúcar ensilada.

2.6 Valor nutritivo das silagens

O valor nutritivo de um alimento é o resultado da interação entre três aspectos: o consumo, a digestibilidade e a eficiência energética (Van Soest, 1994). A digestibilidade do alimento é, basicamente, sua capacidade de permitir que o animal utilize, em maior ou menor escala, seus nutrientes. Essa capacidade é expressa pelo coeficiente de digestibilidade do nutriente, sendo uma característica do alimento e não do animal (Coelho da Silva & Leão, 1979).

Sob o enfoque do consumo, a capacidade dos animais de consumir alimentos em quantidades suficientes para alcançar suas exigências de manutenção e produção é um dos fatores mais importantes em sistemas de produção, principalmente se estes forem em grande parte dependentes de volumosos (Sniffen et al., 1993). Segundo Van Soest (1994), o consumo está associado com a digestibilidade e não pode ser tratado como uma variável independente. A digestibilidade e o consumo são positivamente correlacionados no caso de dietas de baixa qualidade e os animais não são capazes de consumir a energia necessária. Ainda de acordo com este autor, a digestibilidade é uma descrição qualitativa do consumo, expressa pelo coeficiente de digestibilidade, que indica a quantidade porcentual de cada nutriente do alimento que o animal tem condição de utilizar e a indigestibilidade da MS é o principal fator que diminui o consumo de alimentos em ruminantes. Sendo assim, medidas de digestibilidade têm contribuído significativamente para o desenvolvimento de sistemas, com a finalidade de descrever o valor nutritivo dos alimentos.

A avaliação do valor nutritivo dos alimentos por meio do método convencional de colheita total de fezes ou *in vivo* é considerado o mais confiável. A digestibilidade *in vivo* é influenciada por efeitos associativos, quantidade consumida, taxa de passagem e interações desses fatores, sendo freqüentemente difícil imitar essas condições *in vitro* (Cochran et al., 1986).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). A cidade de Lavras localiza-se na região Sul de Minas Gerais, a 21°14' 30'' de latitude Sul e 45° 00' 10'' de longitude Oeste de Greenwich, com altitude média de 918 m (Castro Neto & Silveira, 1983).

3.2 Confeção da silagem

Para confecção das silagens, foi utilizada a cana-de-açúcar da variedade RB-72454, com 18 meses de rebrota e cultivada em área do Departamento de Zootecnia da UFLA, com rendimento estimado de 60 toneladas de matéria verde/ha. Para a picagem da cana, utilizou-se ensiladora mecânica, procurando-se obter partículas com tamanho médio de 2 cm. Após a aplicação dos aditivos, à cana-de-açúcar *in natura*, retiraram-se oito amostras de cada tratamento, tendo quatro sido congeladas para posterior análise do poder tampão da forragem e as outras quatro foram pesadas e levadas para estufa de ventilação forçada, a 55°C, por 72 horas.

O processo de ensilagem teve início no dia 10/11/2004 e término no dia 12/11/2004, sendo o material armazenado em silos experimentais cilíndricos de concreto, com capacidade aproximada de 500kg. A compactação do material foi feita com pisoteamento da forragem e os silos foram vedados com lona plástica,

sendo, ainda, colocada por cima da lona uma camada de aproximadamente 5 cm de terra. Os silos permaneceram fechados por um período de 180 dias.

3.3 Aditivos utilizados

Os aditivos utilizados no ensaio foram: uréia, fubá de milho, amiréia e a raspa de mandioca, que foi obtida pela picagem da raiz integral da mandioca e secagem até atingir nível de umidade inferior a 15%.

TABELA 1. Composição química dos aditivos usados na ensilagem da cana-de-açúcar.

Aditivos	MS	PB	MM	FDN	FDA	EE	NDT
	%MN						
Uréia	99,0	280,0**	-	-	-	-	-
Raspa mandioca	82,1	3,0	2,4	13,7	8,4	0,33	67,0
Amiréia 180	87,0	177,8**	4,5	*ND	*ND	0,72	35,0
Fubá	87,1	8,0	1,3	11,4	3,42	3,46	85,0

*ND – Não determinado

** Equivalente protéico

3.4 Tratamentos

Os tratamentos foram expressos pelas proporções dos aditivos, baseadas no peso dos aditivos e peso verde da forragem e adicionados no momento da ensilagem. Foram os seguintes:

T1 - cana-de-açúcar com 1,5% uréia

T2 - cana-de-açúcar com 0,5% uréia + 4% de fubá

T3 - cana-de-açúcar com 0,5% uréia + 4% de raspa de mandioca

T4 - cana-de-açúcar com 1,5% de amiréia

T5 - cana-de-açúcar pura

3.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. A parcela experimental foi constituída pelo silo de concreto, com capacidade aproximada de 500Kkg, totalizando 20 parcelas experimentais. O modelo estatístico para a avaliação da silagem foi o seguinte:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = observação referente ao tratamento i , na repetição j .

μ = uma constante associada a todas observações

t_i = o efeito do tratamento i , com $i = 1, \dots, 5$.

e_{ij} = o efeito do erro experimental associado a todas as observações.

3.6 Análises laboratoriais

Na abertura dos silos, foi desprezada uma camada superficial de 10 cm e colhida amostras das partes superior, mediana e inferior de cada um, à medida em que foram sendo descarregados os silos para uso da silagem no ensaio de digestibilidade. De cada extrato em cada silo retirou-se uma amostra de 50g, que foi imediatamente encaminhada para a determinação do pH e outra alíquota (100g) imediatamente encaminhada, à temperatura ambiente, para a realização da contagem de leveduras. Uma terceira parcela (800g) foi pré-secada em estufas a 55°C, por 72 horas, moída em moinho tipo Willey e armazenada em potes plásticos devidamente identificados. Outra fração (500g) foi congelada imediatamente, para a determinação do nitrogênio amoniacal (N-NH₃/Ntotal), segundo Foldager (1977).

Os teores de matéria seca (MS) e de proteína bruta (PB) foram determinados conforme métodos recomendados pela AOAC (1990). Os teores de fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA) foram determinados segundo as técnicas descritas por Goering & Van Soest (1970). Os teores de extrato etéreo (EE), celulose, lignina, hemicelulose e nitrogênio na FDN foram determinados segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). O poder tampão foi avaliado na forragem fresca, conforme Playne & McDonald (1966). O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi calculado pela expressão: $CNF = 100 - (FDN + MM + PB + EE)$. Estas análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras.

3.7 Contagem de leveduras

Para a contagem de leveduras, as amostras foram submetidas a diluições decimais seriadas; 25g de amostra de silagem de cana-de-açúcar foram misturados em 225mL de água peptonada 0,1% estéril e homogeneizados até a formação de uma suspensão. De cada amostra, 100µL da suspensão foram colocados em tubos “eppendorf”, com 900µL de água peptonada 0,1%. Alíquotas de 0,1mL foram espalhadas em placas de petri, para posterior contagem do número total de leveduras, utilizando-se o meio de cultura YEFG (extrato de levedura 10g; peptona 20g; glicose 20g; agar-ágar 15g; água destilada 1000mL), ajustando-se o pH para 3,5, com adição de antibióticos (ampicilina 1mL x 500mL⁻¹ de meio de cultura e gentamicina 357µL x 500mL⁻¹ de meio de cultura).

Após a inoculação, as placas de petri foram incubadas, em posição invertida, em incubadora com temperatura controlada a 28°C, por 48 horas, para posterior contagem das unidades formadoras de colônia (UFC). Esta análise foi realizada no Laboratório de Fisiologia de Microrganismos do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras.

3.8 Ensaio de digestibilidade

Usou-se cinco ovelhas da raça Santa Inês, com peso médio de 36,5 kg, que foram alojadas em gaiolas metabólicas individuais próprias para o ensaio de digestibilidade *in vivo*, providas de comedouro, bebedouro e cocho próprio para a suplementação mineral. O experimento foi realizado simultaneamente à abertura dos silos. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em que cada bloco foi constituído pelo período experimental, num

total de quatro períodos. Cada parcela foi constituída de um único animal, totalizando 20 parcelas experimentais (4 períodos x 5 tratamentos). Em cada período experimental, os procedimentos foram semelhantes, sendo a diferença entre os períodos a forma como os animais foram distribuídos aos tratamentos.

A alimentação dos animais foi constituída das silagens com os diferentes aditivos mais suplementação mineral à vontade. Cada animal teve à disposição água limpa e fresca à vontade e trocada diariamente. Também, cada animal (parcela experimental) recebeu, em cada período, apenas um dos cinco tratamentos.

Cada gaiola metabólica possuía, acoplado ao assoalho, um sistema de captação total de fezes e urina. As fezes foram recolhidas em bandejas plásticas e a urina foi acondicionada em baldes plásticos, adaptados com uma tela separadora, evitando que as fezes e a urina se misturassem. Cada balde recebeu 100ml de uma solução de HCl a 10% (900mL de H₂O e 100mL de HCL), a fim de evitar fermentação microbiana e perdas de nitrogênio.

3.8.1 Fase pré-experimental e colheita

Os quatro períodos experimentais foram consecutivos e imediatos e apresentaram, cada um, uma fase pré-experimental e uma fase de colheitas. No primeiro período, a fase pré-experimental teve duração de 15 dias, para a adaptação dos animais às gaiolas metabólicas; nas demais fases, o período de adaptação foi de sete dias. A fase de colheita consistiu de cinco dias. As quantidades de alimento oferecidas (duas vezes ao dia, 8:00 e 17:00 horas) foram quantificadas diariamente, a partir do consumo do dia anterior, de modo a permitir uma sobra de 20% a 30% de alimento. Os animais foram pesados no

início e no término de cada período experimental, para avaliação do consumo voluntário com base no peso vivo metabólico ($\text{kg PV}^{0,75}$).

3.8.2 Colheita de alimentos, das sobras, das fezes e da urina

Diariamente, foi retirada uma amostra da silagem de cada tratamento ofertada aos animais, sendo acondicionada em saco plástico e, posteriormente, congelada. As sobras foram colhidas individualmente, antes de se oferecer a refeição matutina. Após pesagem da sobra, retirou-se uma alíquota de 20% que foi identificada, acondicionada em saco plástico e, posteriormente, congelada.

As amostras das fezes, bem como as de urina, foram recolhidas pela manhã. A colheita de fezes foi total, sendo seu peso anotado e amostrados 20% do total defecado; elas foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e congelados no freezer a -20°C .

A urina excretada por cada animal teve seu volume (mL) registrado e, após filtração, foi efetuada uma amostragem de 10% do volume total. As amostras foram acondicionadas em vidros âmbar, devidamente identificadas e congeladas.

Ao final de cada período, para cada tratamento, foi feita uma amostra composta das silagens, das sobras, das fezes e da urina, as quais foram armazenadas para as análises laboratoriais posteriores.

3.8.3 Análises das silagens, das sobras, das fezes e da urina

As amostras das silagens, fezes e sobras foram pré-secas em estufa com circulação de ar, a 55°C , por 72 horas, sendo posteriormente moídas em um

moinho tipo Willey com peneira de um milímetro, para posterior determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM), conforme metodologia recomendada pela AOAC (1990). Nas amostras de urina determinou-se o N total, segundo as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). Os teores de fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA) foram determinados segundo as técnicas descritas por Goering & Van Soest (1970).

Os carboidratos totais (CHO) foram obtidos pela equação: $100 - (\%PB + \%EE + \% \text{ cinzas})$. O cálculo dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi realizado segundo Sniffen et al. (1992), tendo o valor obtido para consumo de NDT sido dividido pelo consumo de matéria seca, segundo a fórmula: $cNDT = (cPB - fPB) + 2,25(cEE - fEE) + (cCHO - fCHO)$, em que: cPB, cEE e cCHO são os consumos de PB, EE e CHO, respectivamente e fPB, fEE e fCHO, os teores de PB, EE e CHO nas fezes.

3.8.4 Cálculos

A avaliação do consumo voluntário dos nutrientes foi determinada pela diferença entre a quantidade do nutriente no material fornecido aos animais e a quantidade nas sobras retiradas dos cochos.

Os valores de digestibilidade aparente (DA) dos nutrientes foram obtidos conforme metodologia utilizada por Coelho da Silva & Leão (1979).

O balanço de nitrogênio foi determinado pela diferença entre o nitrogênio ingerido e o nitrogênio excretado nas fezes e na urina.

3.8.5 Modelo estatístico para o ensaio de digestibilidade

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = a observação referente ao tratamento i , no bloco j .

μ = uma constante associada a todas observações

t_i = o efeito do tratamento i , com $i = 1, \dots, 5$.

b_j = o efeito do bloco j , com $j = 1, \dots, 4$.

e_{ij} = o efeito do erro experimental associado a todas as observações.

3.9 Análise estatística dos dados

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelos procedimentos de análise de variância, por meio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

Para efeito de comparação de médias entre tratamentos, foi utilizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação da forragem

Os teores de MS, PB, FDN, CINZAS e PT da forragem foram influenciados pelos tratamentos ($P < 0,05$) e não houve efeito para o teor de FDA ($P > 0,05$) (Tabelas 1A e 2A). A composição bromatológica e o PT da cana-de-açúcar acrescida dos aditivos e pura são apresentados na Tabela 2. Com a inclusão dos aditivos, ocorreu elevação nos teores de matéria seca da forragem, em relação ao tratamento controle. Este aumento ocorreu em função dos aditivos utilizados neste experimento apresentarem maiores teores de matéria seca que a cana-de-açúcar. De acordo com Tosi (1973), para uma boa conservação da forragem, o conteúdo de matéria seca deve variar de 30% a 35%. Já McDonald et al. (1991), visando obter fermentação no silo dentro dos padrões ideais, determinaram que a matéria seca esteja entre 28% e 34%, e o teor de carboidratos solúveis variando entre 8% a 10% na MS.

Os tratamentos que receberam aditivos tiveram seus teores de PB aumentados em relação ao tratamento controle. Esta elevação ocorreu em função dos altos teores de nitrogênio apresentados pela uréia e amiréia adicionados a cana-de-açúcar. O maior acréscimo no teor de PB com o uso de aditivos em relação ao controle foi observado no tratamento uréia, em função da maior quantidade de nitrogênio adicionada. Com a inclusão dos aditivos ocorreu redução na FDN dos tratamentos uréia e uréia-fubá, quando comparados ao tratamento controle, uma vez que, nos aditivos utilizados, os teores desta fração fibrosa são bem menores que os teores apresentados pela cana-de-açúcar pura; possivelmente, ocorreu maior diluição da FDN nestes tratamentos. Não houve alteração significativa nos teores de FDA. Ocorreu redução no teor de cinzas em

todos tratamentos, possivelmente, também causado pelo efeito de diluição, com exceção do tratamento no qual se adicionou amiréia, pelo fato de este aditivo apresentar teor de cinzas semelhante ao da cana-de-açúcar.

O poder tampão dos tratamentos uréia, uréia-raspa e amiréia foi superior ao valor observado no tratamento controle. Como todos os aditivos utilizados apresentam, em sua constituição, substâncias capazes de elevar o poder tampão como proteínas, amônia, minerais e amido, com exceção do tratamento uréia-fubá, nos demais tratamentos, ocorreu elevação na capacidade tamponante em relação ao tratamento controle (cana pura). No entanto, os aditivos, nas proporções em que foram utilizados, não foram capazes de elevar o poder tampão da cana-de-açúcar para valores que desqualifiquem esta forrageira para a ensilagem.

A capacidade tamponante de uma forragem representa sua capacidade de resistir às variações de pH. As forrageiras utilizadas para a ensilagem devem apresentar, preferencialmente, baixo poder tampão, o que facilita a queda do pH devido aos ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação. Segundo McDonald et al. (1991), a capacidade tampão da forragem é influenciada pela presença de ânions (sais de ácidos orgânicos, ortofosfatos, sulfatos, nitratos e cloretos), sendo a fração protéica responsável por 20% da capacidade tampão.

Siqueira (2005) encontrou o valor de 6,2 emg de HCl/100g de MS na cana-de-açúcar tratada com 1,5% de uréia. Lima et al. (2002), avaliando doses de 0,5%; 1,0% e 1,5% de uréia na ensilagem da cana-de-açúcar, observaram elevação do PT apenas nas silagens tratadas com 1,0% de uréia (8,48 emg de HCl/100g de MS) contra 4,34 emg de HCl/100g de MS nas silagens testemunhas. Ainda de acordo com Lima et al. (2002), o baixo conteúdo de proteína bruta e o alto teor de carboidratos solúveis conferem à cana-de-açúcar uma baixa capacidade tampão.

TABELA 2. Composição bromatológica e capacidade tampão da cana-de-açúcar acrescida dos diferentes aditivos e da cana-de-açúcar pura.

Tratamentos ¹	MS	PB	FDN	FDA	CINZAS	PT
	%MS					emg de HCl/100g de MS
Uréia	32,77b	15,13a	52,05b	31,15	1,55a	4,84a
Uréia-fubá	33,73ab	7,46bc	51,71b	30,34	1,66a	2,91b
Uréia-raspa	33,39b	8,67b	55,55ab	31,16	2,22a	5,70a
Amiréia	34,79a	6,82c	55,26ab	32,84	3,14b	5,17a
Controle	30,12c	4,05d	58,81a	33,05	3,29b	1,95b
Média	32,96	8,43	54,68	31,5	2,37	4,12
CV(%)	1,21	8,07	3,89	5,72	12,55	8,37

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ uréia = 1,5% de uréia; uréia-fubá = 0,5% uréia + 4% de fubá; uréia-raspa = 0,5% uréia + 4% de raspa de mandioca; amiréia = 1,5% de amiréia; controle = cana-de-açúcar pura.

4.2 Avaliação da silagem

Os teores de MS, PB e CNF da silagem foram influenciados pelos tratamentos (P<0,05), não ocorrendo efeito no teor de cinzas (P>0,05), (Tabelas 3A e 4A). Na Tabela 3 estão apresentados os dados de matéria seca, proteína bruta, carboidratos não fibrosos e cinzas, após 180 dias de ensilagem da cana-de-açúcar.

Para o teor de MS, o tratamento uréia-fubá apresentou valor superior ao tratamento controle, o que, certamente, é resultado da maior efetividade do aditivo em reduzir as perdas ocorridas durante todo o processo fermentativo neste tratamento. O menor valor observado no tratamento controle, provavelmente, é resultado da maior produção de gases e efluentes oriundos de

uma maior extensão de fermentações indesejáveis, principalmente devido à ação de leveduras. Os teores de matéria seca, em média, reduziram de 32,96% para 25,01%, ocorrendo, portanto, redução de aproximadamente oito unidades percentuais. Este valor foi superior ao encontrado por Molina et al. (2002) que observaram, em média, redução de sete unidades percentuais (28,72% para 21,10%), aos 56 dias de ensilagem da cana-de-açúcar com 12 meses de crescimento sob efeito de aditivos químicos e microbianos. Coan et al. (2002), observaram, em média, teor de MS de 27,2% na silagem de cana aditivada com 10% MDPS, após 55 dias de ensilagem. Santos et al. (2003) observaram redução no teor de matéria seca de 36,4% (matéria original) para 27,0% respectivamente para 0 e 68 dias de ensilagem da cana-de-açúcar acrescida de 10% MDPS, atribuindo esta redução, principalmente, à fermentação alcoólica.

De acordo com Woolford (1984), a redução de matéria seca está relacionada à diminuição de conteúdo celular, principalmente de carboidratos solúveis, durante o processo fermentativo. Outras vias comuns de perdas de matéria seca são a produção de efluentes e a perda por água resultante de reações metabólicas (McDonald et al., 1991). No caso específico de silagens de cana-de-açúcar, devido à elevada população de leveduras encontradas no material, no início do processo de ensilagem, as perdas de matéria seca provocadas pelo metabolismo destes microrganismos podem tornar-se bastante significativas. De acordo com McDonald et al. (1991), a produção de etanol pelas leveduras é acompanhada pela perda acentuada de MS dos substratos na forma de CO₂ e H₂O.

Os maiores teores de PB foram observados nos tratamentos uréia e amiréia. Esta elevação deve-se ao maior teor de nitrogênio não protéico adicionado por meio destes tratamentos, já que a uréia é um aditivo rico em N (45%) e a amiréia utilizada neste ensaio apresenta em torno de 64% de uréia. O aumento ocorrido no teor de PB em relação à forragem no tratamento controle,

durante a ensilagem, está associado à concentração deste nutriente na MS, principalmente como consequência da perda de carboidratos solúveis por respiração no processo de fermentação da silagem. Segundo Rotz & Muck (1994), o teor de PB pode sofrer aumento de 1% a 2% na MS, devido a este processo. De acordo com Mertens (1994), para as atividades normais das bactérias ruminais são necessárias quantidades mínimas de 6% a 8%PB. Desse modo, em virtude de seu baixo teor de PB, o tratamento controle foi o único incapaz de garantir condições mínimas para que a atividade ruminal ocorra de forma normal.

Lima et al. (2002) observaram um valor 7,7% de PB na silagem de cana-de-açúcar com idade de 13 meses, tratadas com 1,5% de uréia (na matéria natural), num período de 60 dias de ensilagem. No entanto, Siqueira (2005) encontrou de 13,9% de PB na MS em silagem de cana-de-açúcar aditivada com 1,5% de uréia.

Os teores de CNF das silagens aditivadas não diferiram do tratamento controle. Entretanto, ao se analisar apenas as silagens aditivadas, nota-se uma superioridade dos tratamentos uréia-fubá, uréia-raspa e amiréia, em relação ao tratamento uréia. Esta superioridade apresentada nestes tratamentos, possivelmente, ocorreu pelo fato de os aditivos fubá, raspa de mandioca e amiréia serem fontes de CNF. O menor teor de CNF observado no tratamento uréia, em relação aos demais tratamentos em que se usou aditivos, pode ser explicado pela forma como este parâmetro é calculado. No cálculo do CNF, a fração PB é descontada e esta é calculada pela multiplicação do teor de N da amostra pelo fator 6,25. Por este motivo, com a adição de uréia, que é uma fonte de nitrogênio não protéico, o teor de CNF presente em silagens que contenham este aditivo fica subestimado, o que explica o menor valor encontrado na silagem onde o nível de uréia utilizado foi mais alto.

De acordo com Siqueira (2005), a cana-de-açúcar possui duas frações predominantes em sua constituição, CNF e FDN, que representam cerca de 90% da constituição desta forragem e a avaliação pelo teor de CNF não deve ser associada diretamente aos carboidratos solúveis, pois, nos CNF, computa-se a presença de outros compostos, como ácidos orgânicos. No entanto, considerando que, na cana-de-açúcar, as leveduras são os principais microrganismos que fermentam carboidratos solúveis que estão contidos na fração de CNF, infere-se que, com uma maior inibição da atividade destas leveduras, maior será o conteúdo de carboidratos solúveis residuais na silagem e, conseqüentemente, maior será o teor de CNF.

Os teores de cinzas não variaram significativamente, apresentando valor médio de 4,26% após a abertura dos silos. Ocorreu aumento em relação ao material original em função das perdas de constituintes celulares durante a fermentação, resultando em elevação proporcional nos valores.

TABELA 3. Composição bromatológica das silagens de cana-de-açúcar submetidas aos diferentes aditivos, 180 dias após a ensilagem.

Tratamentos ¹	MS	PB	CINZAS	
			CNF	%MS
Uréia	24,91ab	12,33a	8,08b	3,88
Uréia-fubá	27,04a	6,67b	21,63a	3,97
Uréia-raspa	24,94ab	6,90b	16,30a	4,16
Amiréia	24,99ab	10,30a	16,39a	4,41
Controle	23,18b	4,88b	14,9ab	4,86
Média	25,01	8,22	15,46	4,26
CV(%)	4,96	14,7	22,6	11,67

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

¹ uréia = 1,5% de uréia; uréia-fubá = 0,5% uréia + 4% de fubá; uréia-raspa = 0,5% uréia + 4% de raspa de mandioca; amiréia = 1,5% de amiréia; controle = cana-de-açúcar pura

Foi observado efeito dos tratamentos nos teores de FDN, FDA e HEM das silagens ($P < 0,05$) (Tabelas 4A e 5A). Os teores de lignina e celulose não foram afetados pelos tratamentos ($P > 0,05$) (Tabela 5A). Na Tabela 4 são apresentados os dados referentes aos constituintes da parede celular da cana-de-açúcar após 180 dias de ensilagem.

O menor teor de FDN, em relação ao tratamento controle, foi verificado no tratamento uréia-fubá. Dois fatores podem ter contribuído para a maior redução da FDN neste tratamento. Um deles é a maior preservação do aditivo (fubá) ao longo do processo fermentativo e, como este apresenta teor de FDN mais baixo que a cana-de-açúcar, ocorreu um menor aporte deste componente

neste tratamento. Associa-se a esta preservação do aditivo a ação da uréia sobre os constituintes celulares, solubilizando, principalmente, a hemicelulose. Sendo a hemicelulose um dos componentes da parede celular, sua solubilização implica em redução da FDN.

O maior teor de FDN observado no tratamento controle, em relação ao tratamento uréia-fubá, decorre da maior concentração desta fração neste tratamento, em função da maior redução no teor de MS e também em função da ausência de uréia, não ocorrendo, com isso, solubilização de constituintes da parede celular. É importante ressaltar que a cana-de-açúcar utilizada neste experimento se encontrava com teor de FDN elevado, devido ao seu avançado estágio de maturação (18 meses), o que também contribuiu para o elevado teor de FDN observado na abertura do silo. Silva et al. (2003) observaram um teor de FDN de 61,57% na MS em silagem de cana aditivada com 8% de fubá na matéria natural mais aditivo enzimo-bacteriano, após 45 dias de ensilagem.

Na cana ensilada sem aditivos, Santos (2004) observou um teor de 70,36% de FDN da MS, em cana-de-açúcar com 24 meses. Porém, Roth et al. (2005) observaram um teor de FDN de 75% da MS na cana ensilada cortada aos 15 meses de crescimento. Evangelista et al. (2003), avaliando o perfil de fermentação na ensilagem da cana-de-açúcar pura, observaram elevação do teor de FDN de 55,6% para 75,6%, decorridos 50 dias de fermentação.

Conforme McDonald et al. (1991), a elevação no teor de FDN é relativa e ocorre devido à perda de conteúdo celular com o decorrer do período de fermentação. Silagens de cana-de-açúcar confeccionadas sem aditivos freqüentemente resultam em materiais com teores elevados de fibra devido à ausência de inibição de leveduras que são as maiores responsáveis pela redução do conteúdo celular nestas silagens. É interessante que as silagens apresentem teores de FDN o mais baixo possível, devido a sua correlação inversa com a ingestão de MS (Van Soest, 1982).

Os teores de FDA das silagens aditivadas não diferiram do tratamento controle, ocorrendo diferença significativa apenas entre os tratamentos uréia e uréia-fubá. Siqueira (2005), observou um teor de 45,8% de FDA na MS da cana-de-açúcar aditivada com 1,5% de uréia após 60 dias de ensilagem. Roth et al. (2005) também observaram maior concentração nos teores de FDA com adição de níveis crescentes de uréia variando de 48,7%; 53,8%; 52,0% e 52,5% na MS, respectivamente, para as doses de uréia de zero, 0,5%; 1,0% e 2% de uréia na MV da cana ensilada. De acordo com Mertens (1982), menores teores de FDA caracterizam silagens de melhor qualidade, pois este componente da parede celular é inversamente correlacionado com a digestibilidade da MS.

Houve decréscimo nos teores de HEM em todas as silagens aditivadas em relação ao tratamento controle, comprovando a grande capacidade de solubilização da fração fibrosa decorrente do uso de uréia. Roth et al. (2005) observaram redução nos teor de hemicelulose com adição de quantidades crescentes de uréia variando de 26,2%; 13,1%; 12,9% e 13,4% na MS, respectivamente, para as doses de uréia de zero, 0,5%; 1,0% e 2% de uréia na MV da cana ensilada.

A HEM é um parâmetro importante na avaliação da fermentação da silagem de cana. McDonald (1991), avaliando diversas silagens, verificou que, ao se esgotarem os carboidratos solúveis, a HEM pode servir de substrato para as bactérias fermentadoras. Esta disponibilização extra de substrato, aliada à comprovada capacidade inibitória que a amônia exerce sobre as leveduras, pode garantir uma maior colonização do material por bactérias ácido lácticas, resultando em um produto final de melhor qualidade.

Não houve efeito dos tratamentos sobre os teores de lignina e celulose, que apresentaram valores médios de 12,8% e 29,63% na MS, respectivamente. Possivelmente, a maior complexidade entre as ligações das moléculas que compõem estas frações dificulta sua solubilização pela uréia. Roth et al. (2005)

também não observaram efeito da inclusão de quantidades crescentes de uréia (0% a 2% da MV) na ensilagem de cana-de-açúcar, sobre os teores de celulose e lignina. De acordo com Reis et al. (1990), na literatura é amplamente discutida a inconsistência do efeito da uréia sobre a fração lignina e celulose.

Segundo Van Soest (1994), a fração fibra em detergente neutro (FDN), em forragens é compreendida pelas frações hemicelulose e pela fração fibra em detergente ácido (FDA). Já a fração FDA é constituída, principalmente, de celulose, lignina e sílica.

Maior preservação de conteúdo celular resulta em menor concentração da fração fibrosa, porque implica em menores perdas de carboidratos não fibrosos (CNF). De acordo com Siqueira (2005), pode-se associar a elevação da FDN à recuperação de matéria seca, pois este autor observou as menores RMS nas silagens que apresentaram os maiores teores de FDN.

TABELA 4. Constituintes da parede celular das silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos, 180 dias após a ensilagem.

Tratamentos¹	FDN	FDA	HEM	LIG	CEL
			% MS		
Uréia	68,19ab	45,78a	22,41b	13,95	31,83
Uréia-fubá	63,55b	39,38b	24,17b	11,54	27,84
Uréia-raspa	67,56ab	41,59ab	25,96b	11,49	30,10
Amiréia	65,02ab	41,02ab	24,00b	12,28	28,74
Controle	71,77a	41,52ab	30,25a	11,89	29,63
Média	67,22	41,86	25,36	12,18	29,63
CV(%)	5,29	6,01	7,61	12,10	7,25

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P < 0,05).

¹ uréia = 1,5% de uréia; uréia-fubá = 0,5% uréia + 4% de fubá; uréia-raspa = 0,5% uréia + 4% de raspa de mandioca; amiréia = 1,5% de amiréia; controle = cana-de-açúcar pura.

Ocorreu efeito dos tratamentos sobre o valor de pH, sobre os teores de N-FDN, N-NH₃ e sobre a contagem de leveduras das silagens (P < 0,05) (Tabelas 6A e 7A). Na Tabela 5 são apresentados os dados referentes aos valores de pH, de nitrogênio ligado à fibra em detergente neutro, nitrogênio amoniacal e contagem de leveduras, após 180 dias de ensilagem.

O tratamento uréia apresentou pH superior ao tratamento controle. Possivelmente, o retardo na queda do pH, em função da maior quantidade de uréia utilizada neste tratamento, conseqüentemente produzindo mais hidróxido de amônio, interferiu na extensão da colonização da massa ensilada pelas bactérias ácido lácticas, favorecendo o crescimento de microrganismos indesejáveis que atuam em faixas de pH mais alto. Acrescenta-se, ainda, que o

tratamento uréia foi o que apresentou as piores características sensoriais no momento de abertura dos silos (cor escura e forte cheiro de amônia).

A forragem dos demais tratamentos apresentou pH dentro da faixa ideal, pois, de acordo com McDonald et al. (1991), silagens de boa qualidade podem apresentar pH variando entre 3,8 e 4,2. O menor teor de pH observado nestes tratamentos, provavelmente, é resultado da maior eficiência da atividade das BAL, em função da maior quantidade de CNF dos aditivos utilizados (fubá, raspa e amiréia).

O valor de pH de 6,48, observado com o maior uso de uréia neste experimento, foi bem maior que os valores observados na literatura para uma mesma proporção deste aditivo. Siqueira (2005) encontrou pH de 4,2 e Lima et al. (2002) relataram pH de 3,75, ambos em silagens de cana-de-açúcar com 60 dias de armazenamento. Pedroso (2003) observou pH de 3,83 na média das observações feitas aos 90 e 180 dias de ensilagem da cana-de-açúcar com 1,5% de uréia, o que mostra que o valor encontrado neste trabalho foi alto, mesmo quando comparado a um estudo com período semelhante de estocagem do material.

Com base nos valores de PT, não era de se esperar que o pH final da silagem fosse tão alto, porém, vale ressaltar que a transformação da uréia em hidróxido de amônio, que é uma substância alcalizante, não é um processo instantâneo (Siqueira, 2005). Em estudos de Pedroso (2003), as silagens tratadas com 0,5% de uréia levaram 20 dias para atingir pH inferior a 4, enquanto que nos demais tratamentos, que não continham uréia, este período foi de apenas 10 dias. Com base nesta diferença, o autor supôs que enterobactérias e clostridia tiveram seu período de desenvolvimento prolongado, devido ao retardamento da queda do pH da silagem provocado pelo poder tamponante da uréia, levando à maior perda total de matéria seca.

De acordo com Siqueira (2005), o pH final é fruto da extensão da fermentação, principalmente realizada por microrganismos homofermentativos.

Segundo McDonald et al. (1991), a velocidade de queda do pH é mais importante que o pH final, pois esta velocidade é diretamente proporcional à diminuição da ação de microrganismos indesejáveis no ambiente do silo e apenas o abaixamento do pH não é suficiente para impedir o desenvolvimento de leveduras, pois o ácido lático tem baixo poder fungicida.

Com relação ao N-FDN, o tratamento controle apresentou o maior teor de N-FDN, provavelmente em função do nitrogênio neste tratamento estar mais complexado com a parede celular. O menor valor de N-FDN foi observado para o tratamento uréia. A inferioridade observada no tratamento uréia ocorreu em função da inclusão de nitrogênio solúvel pela aditivação com uréia, ocorrendo maior diluição do N-FDN neste tratamento. Roth et al. (2005) também observaram o valor de 55,8% de N-FDN em silagem de cana pura. Siqueira (2005) observou o valor de 8,7% em silagem de cana-de-açúcar aditivada com 1,5% de uréia (MV), sendo, portanto, inferior ao resultado observado neste trabalho, com a mesma proporção de aditivação.

De acordo com Van Soest (1994), o N-FDN da silagem resulta da complexação do N com açúcares redutores, ou seja, a reação de Maillard, cuja ocorrência está relacionada ao aumento de temperatura da massa ensilada.

Para o parâmetro N-NH₃, o tratamento uréia apresentou o maior valor, em relação ao controle, o que pode ser explicado pela maior presença de NNP neste tratamento. A maior quantidade de N-NH₃ observada neste tratamento explica o pH apresentado no momento de abertura do silo, pois, a elevação na concentração de amônia com a adição de uréia, verificada por meio do maior teor de nitrogênio amoniacal, pode provocar um maior pH final da silagem. Os menores valores foram observados nos tratamentos uréia-fubá e controle, o que ocorreu em função da maior ligação do nitrogênio à fibra, ocorrida nestes

tratamentos, visto que o nitrogênio amoniacal é medido como porcentagem do nitrogênio total, assim como o nitrogênio ligado à fibra. No caso específico do tratamento uréia-fubá, o menor valor de N-NH₃ indica a ocorrência de menor atividade microbiana durante o período de estocagem do material. Siqueira (2005) observou valores de N-NH₃ de 2,9% e 14,7%, respectivamente, para cana ensilada pura e aditiva com 1,5% de uréia após 60 dias de ensilagem. Porém, Lima et al. (2002) observaram valores de N-NH₃ de 3,39% e 11,84%, respectivamente, para a cana ensilada sem aditivos e acrescida de uréia (1,5% da MV).

De acordo com Silveira (1975), os valores de N-NH₃/N total sugerido para silagens de bom padrão fermentativo estão, no máximo, entre 11% a 12%. No entanto, deve-se levar em conta que silagens aditivadas com uréia, freqüentemente, apresentam maiores valores de N-NH₃ e a avaliação do valor nutritivo destas silagens deve ser feita com mais critério.

Conforme McDonald et al. (1991), o nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃) é associado à qualidade fermentativa da silagem, pois esse composto é proveniente da degradação da fração protéica pelos clostrídeos. Porém, na ensilagem da cana-de-açúcar, essa degradação é inibida pelo rápido abaixamento do pH, devido ao baixo PT e a presença abundante de carboidratos solúveis. Também é importante salientar que a amônia originada pela ação da urease sobre a uréia funciona como inibidor do crescimento de leveduras, refletindo em menores perdas.

Para a contagem de leveduras, ocorreu uma maior inibição do crescimento de leveduras nos tratamentos uréia, uréia-fubá e amiréia em relação ao tratamento controle. Estes resultados confirmam a capacidade da uréia em inibir o crescimento destes microrganismos.

As maiores contagens de leveduras foram observadas nos tratamentos uréia-raspa e controle. Esperava-se um efeito inibitório do aditivo sobre a

contagem de leveduras do tratamento uréia-raspa, fato que não foi observado neste trabalho. Uma das hipóteses para justificar o valor encontrado poderia ser a diferença do amido da mandioca em relação ao amido do milho. Segundo Pires (1999) uma das características do amido de mandioca que o diferenciam do milho é a ausência de matriz protéica e de corpos protéicos associados aos grãos de amido, o que confere ao amido da raspa de mandioca maior degradabilidade ruminal que o amido do milho (NRC, 2001). Provavelmente, esta maior facilidade de ataque microbiano também foi verificada durante a ensilagem e pode ter contribuído para a maior proliferação de leveduras. O efeito do aditivo absorvente na inibição do crescimento de leveduras, possivelmente, está associado ao nível e ao tipo de amido presente no aditivo utilizado.

Bernardes et al. (2002) observaram que o número de UFC de leveduras na silagem de cana crua aumentou ($P < 0,05$) com o uso de 5% de MDPS e decresceu quando utilizou-se 10% de MDPS. Bravo-Martins (2004) observou redução na população de leveduras na ensilagem de 5 variedades de cana-de-açúcar aditivadas com 1% de uréia (MV), após 30 dias de armazenamento.

TABELA 5. Parâmetros fermentativos e população de leveduras das silagens de cana-de-açúcar submetidas aos diferentes aditivos, 180 dias após a ensilagem.

Tratamentos¹	pH	N-FDN	N-NH3	LEVEDURAS
		%NT		Log de ufc/g MV
Uréia	6,48a	21,4c	36,68a	4,24b
Uréia-fubá	3,53b	38,10b	4,48d	4,34b
Uréia-raspa	3,96b	33,00bc	8,73c	5,60a
Amiréia	4,18b	25,20bc	16,10b	4,65b
Controle	3,76b	55,80a	2,06d	5,41a
Média	4,38	34,71	13,61	4,86
CV(%)	8,15	20,52	13,83	5,09

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P< 0,05).

¹ uréia = 1,5% de uréia; uréia-fubá = 0,5% uréia + 4% de fubá; uréia-raspa = 0,5% uréia + 4% de raspa de mandioca; amiréia = 1,5% de amiréia; controle = cana-de-açúcar pura

4.3 Ensaio de digestibilidade *in vivo*

Observou-se efeito dos aditivos nos teores de PB e FDN da silagem oferecida às ovelhas durante o ensaio de digestibilidade (P<0,05) (Tabelas 8A e 9A). Os teores de MS, CNF e NDT não apresentaram diferenças entre os tratamentos (P>0,05) (Tabelas 8A e 9A).

A composição química da silagem de cana-de-açúcar utilizada para o arraçamento das ovelhas durante o ensaio de digestibilidade aparente é apresentada na Tabela 6.

Houve variação na composição química da silagem oferecida às ovelhas em relação às observações feitas durante a etapa de avaliação da silagem

propriamente dita. É provável que estas diferenças tenham ocorrido em virtude da variação da composição química observada no perfil do silo, já que as amostras foram retiradas da parte superior, central e inferior de cada silo, na etapa de avaliação da silagem. Para o ensaio de digestibilidade, essa seqüência não foi tão rigorosamente seguida e o manuseio das amostras foi feito trabalhando-se com amostras compostas. Os teores de matéria seca não diferiram entre os tratamentos, apresentando, em média, o valor de 24,6%.

Para o teor de PB, o comportamento observado foi igual ao da etapa anterior deste trabalho (Tabela 3), porém, houve variação, em termos absolutos, nos valores. Os tratamentos uréia-fubá, uréia-raspa e controle tiveram seus valores aumentados e o tratamento uréia, reduzido. Considera-se a variação no tratamento amiréia insignificante em relação a outra análise da silagem.

Os teores CNF não diferiram, entretanto, essa não significância pode ser creditada ao alto CV observado nesta variável, visto que a diferença entre o menor valor de CNF (tratamento uréia) para o maior valor (tratamento amiréia) foi de, aproximadamente, 10,9 unidades porcentuais.

Não houve diferença entre os tratamentos com relação ao teor de nutrientes digestíveis totais, que apresentaram, em média, 47,77% na MS, possivelmente em função da baixa quantidade de aditivos utilizados. Com relação aos teores de FDN, ocorreram diferenças com relação aos valores observados na Tabela 4. Os teores de FDN das silagens aditivadas foram semelhantes ao teor de FDN verificado no tratamento controle. Observou-se diferença significativa apenas entre os tratamentos amiréia e uréia.

TABELA 6. Composição química das silagens de cana-de-açúcar fornecida as ovelhas durante o ensaio de digestibilidade aparente.

Tratamentos ¹	MS	PB	% MS		
			CNF	NDT	FDN
Uréia	24,65	9,23a	9,78	47,25	72,92a
Uréia-fubá	25,69	8,45ab	18,29	50,59	64,25ab
Uréia-raspa	24,58	8,35ab	15,53	46,38	66,89ab
Amiréia	24,29	10,18a	20,75	49,70	60,77b
Controle	23,76	5,7b	19,47	44,96	66,33ab
Média	24,60	8,39	16,77	47,77	66,23
CV(%)	6,21	15,08	29,83	12,77	7,36

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

¹ uréia = 1,5% de uréia; uréia-fubá = 0,5% uréia + 4% de fubá; uréia-raspa = 0,5% uréia + 4% de raspa de mandioca; amiréia = 1,5% de amiréia; controle = cana-de-açúcar pura

Não houve efeito dos tratamentos sobre os consumos de MS, MO e CNF ($P > 0,05$) (Tabela 10A). O consumo de PB foi afetado pelos tratamentos ($P < 0,05$) (Tabela 11A).

As médias referentes aos consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), carboidratos não fibrosos (CCNF) e proteína bruta (CPB), em gramas por kg de peso metabólico ($\text{g/kg PV}^{0,75}$), estão apresentadas na Tabela 7.

Embora não tenha sido observado efeito significativo no CMS, as ovelhas que receberam o tratamento uréia-fubá apresentaram uma superioridade de, aproximadamente, 10 unidades percentuais em relação ao consumo das ovelhas que receberam a silagem de cana sem aditivos (controle). Esperavam-se

obter consumos significativamente maiores dos tratamentos com uréia em relação ao tratamento controle, devido aos maiores teores de PB observados. Entretanto, a ausência de diferença significativa pode estar associada ao alto teor de FDN da cana-de-açúcar utilizada, em virtude do seu avançado estágio de maturação.

Alvarez et al. (1977) observaram que a silagem de cana tratada com 1% de uréia (MV) apresentou consumo 39% maior em comparação a silagens não tratadas. Andrade et al. (2001) observaram um consumo de $46,77 \text{ g/kg PV}^{0,75}$, em ovelhas com peso médio ao redor de 35kg, foram fornecidas as estes animais, silagens de cana-de-açúcar adicionadas de 120Kg de rolão de milho por tonelada e 0,5% de uréia (MV). Portanto, é inferior ao maior valor encontrado neste estudo. O resultado deste trabalho foi semelhante ao observado por Andrade et al. (2001d), que encontraram um consumo de $52,84 \text{ g/kg PV}^{0,75}$ de silagem de cana-de-açúcar adicionada de 120kg/t de rolão de milho, 0,5% de uréia (MV) e 0,5% de hidróxido de sódio (MV) fornecida a ovelhas com peso ao redor de 30Kg.

Uma das grandes preocupações com relação ao uso de silagens de cana-de-açúcar diz respeito aos baixos consumos de matéria seca freqüentemente observados na literatura. No entanto, Valvasori et al. (1998) observaram valor médio de ingestão de MS de 2,8% do peso vivo de vacas leiteiras com produção de 12kg de leite com silagem de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo mais suplementação com concentrados. Isso mostra que, com a silagem de cana-de-açúcar, desde que corretamente suplementada, podem-se atingir consumos de matéria seca satisfatórios.

É importante ressaltar que as ovelhas são ruminantes que apresentam maior grau de seletividade do alimento que os bovinos, sendo assim, de modo geral, o consumo de silagem de cana observado em ovinos, em relação ao seu peso vivo, é menor do que o observado em bovinos. Junqueira et al. (2004)

observaram desempenhos semelhantes de novilhas da raça Holandesa ou Holandesa x Jersey alimentadas com rações contendo silagens de cana-de-açúcar aditivas com uréia (1,0% e 1,5% da MV) e *L.buchneri*. No entanto, as perdas de matéria seca foram maiores nas silagens aditivas com o maior nível de uréia (1,5% da MV). Da mesma forma, Schmidt et al. (2003) não observaram aumentos na quantidade consumida e digestibilidade da MS das rações experimentais à base de silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos (uréia, benzoato de sódio, *L.plantarum* e *L.buchneri*).

De acordo com Romvev & Gill (2000), a elevação do consumo de MS, observada com o aumento do nitrogênio na dieta, ocorre em virtude da melhora na degradação da matéria orgânica (MO) no rúmen, resultando em incremento na taxa de passagem dos alimentos e, conseqüentemente, eliminando os obstáculos físicos que dificulta o consumo de mais alimentos pelos animais.

O consumo de matéria orgânica seguiu a mesma tendência, ou seja, não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, sendo inferior ao resultado de Freitas (2001), que observou consumo de MO de 51,52 g/kg PV^{0,75}, em novilhos alimentados com uma ração composta por silagem de cana-de-açúcar aditivada com polpa cítrica mais uréia.

O consumo de carboidratos não fibrosos não foi afetado pelos tratamentos. Porém, é pertinente destacar o alto coeficiente de variação observado para esta variável o que, possivelmente, ocorreu em função da variação do teor de CNF da silagem fornecida e no grau de seleção de partículas do alimento, pelas ovelhas, claramente observado durante o ensaio. A disponibilidade de carboidratos de degradação rápida no rúmen determina a síntese de proteína microbiana e o aporte de proteína para o animal. Outro aspecto relevante é que, em dietas com alto teor de fibra, a fonte de amido utilizado deve ser de alta disponibilidade ruminal. Nesse sentido, a utilização de

raspa de mandioca como aditivo pode representar uma alternativa ainda mais interessante.

Quanto ao consumo de PB, este foi maior nos tratamentos que continham uréia em relação ao tratamento controle. A razão do maior consumo apresentado pelas silagens aditivadas resulta da elevação nos teores de PB observados. O raciocínio contrário explica o menor consumo de PB verificado na silagem do tratamento controle. Freitas (2001) observou consumo de PB de 7,89 g/kg $PV^{0,75}$ de novilhos alimentados com uma ração composta por silagem de cana-de-açúcar aditivada com polpa cítrica mais uréia, cujo teor de PB foi da ordem de 13,78%. Porém, Andrade et al. (2001b) observaram consumos de 2,48 g/kg $PV^{0,75}$ de PB em carneiros alimentados com silagem de cana-de-açúcar adicionada de 0,5% uréia (MV), cuja aditivação foi capaz de elevar o teor de PB da silagem para 9,4% da MS. Estes mesmos autores ainda observaram aumentos lineares no consumo de PB por carneiros, com a adição de rolão de milho à cana-de-açúcar no momento da ensilagem (40, 80 e 120kg/t de MV), que chegou a 4,6 g/kg $PV^{0,75}$ na maior dose de rolão de milho utilizada (120kg/t de MV).

Em experimento similar, no qual Andrade et al. (2001a) utilizaram hidróxido de sódio (1% da MV) em vez de uréia, não foi observado aumento linear no consumo de MS e, conseqüentemente, no consumo de PB, como era esperado. Esse resultado levou os autores a concluir que o consumo foi limitado pelo teor de proteína bruta da silagem (em média, 5,3%).

De acordo com Wilson & Kennedy (1996), quando o suprimento de nitrogênio (N) não atende aos requerimentos microbianos, ocorre limitação do crescimento destes microrganismos e depressão da digestão da parede celular, resultando em diminuição do consumo. Sendo assim, fica evidente que o aumento da concentração de proteína bruta nas dietas pode promover incrementos no consumo de PB, principalmente por propiciar incrementos na ingestão de MS.

TABELA 7. Consumos médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), carboidratos não fibrosos (CNF) e proteína bruta (PB) das ovelhas que receberam silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.

Tratamentos ¹	CMS	CMO	CCNF	CPB
	g/kg PV ^{0,75}			
Uréia	49,77	47,88	4,53	5,18 ^a
Uréia-fubá	53,17	51,15	10,28	4,90 ^a
Uréia-raspa	49,06	47,03	8,00	4,40 ^a
Amiréia	48,39	46,30	10,20	5,44 ^a
Controle	43,60	41,52	8,11	2,30 ^b
Média	48,80	46,77	8,22	4,45
CV(%)	14,43	14,47	48,85	20,95

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P< 0,05).

¹ uréia = 1,5% de uréia; uréia-fubá = 0,5% uréia + 4% de fubá; uréia-raspa = 0,5% uréia + 4% de raspa de mandioca; amiréia = 1,5% de amiréia; controle = cana-de-açúcar pura

Os consumos de FDN, FDA, CHOT e NDT não foram influenciados pelos tratamentos (P<0,05) (Tabelas 11A e 12A).

As médias referentes aos consumos de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT), em gramas por kg de peso vivo metabólico, estão apresentadas na Tabela 8.

O consumo médio de FDN foi superior ao observado por Andrade et al. (2001d), que foi de 29,41 g/kg PV^{0,75} em silagens de cana-de-açúcar aditivadas com 120kg/t de MV de rolão de milho, 0,5% de uréia (MV) e 0,5% de hidróxido de sódio (MV). Quando utilizaram apenas rolão de milho (zero, 40, 80 e 120kg/t de MV) para aditar a cana-de-açúcar fresca, Andrade et al. (2001c)

observaram uma ingestão máxima de 22,44 g/kg PV^{0,75} de FDN, correspondente à inclusão de 40kg/t de rolão de milho na cana-de-açúcar fresca. No entanto, em estudos nos quais estes mesmos autores utilizaram as mesmas quantidades de rolão de milho, acrescidos de 0,5% de uréia (MV), o consumo de FDN subiu linearmente, chegando a 28,37 g/kg PV^{0,75} na silagem aditivada com 120kg/t de rolão de milho (Andrade et al., 2001b). Estes resultados apenas confirmam a afirmação de Russel (1992), de que, quando a amônia no rúmen se torna limitante, ocorre diminuição da produção dos microrganismos e, por isso, tanto a taxa de digestão como a taxa de passagem do alimento diminuem, tornando, conseqüentemente mais lento o esvaziamento do rúmen e afetando o consumo do alimento.

Os consumos médios de FDA e carboidratos totais foram, respectivamente, de 17,22 g/kg PV^{0,75} e 40,0 g/kg PV^{0,75}. Os carboidratos totais são formados por duas frações distintas de carboidratos, que é a fração rapidamente degradada no rúmen (CNF) e a fração lentamente degrada no rúmen (FDN). À medida que se aumenta o consumo de CNF ou de PB, espera-se um aumento no consumo dos carboidratos totais.

O consumo de nutrientes digestíveis totais foi, em média, de 23,53 g/kg PV^{0,75}. Esse baixo consumo de NDT observado é conseqüência da baixa quantidade de aditivos absorventes utilizados. Como o milho e a raspa de mandioca são fontes de NDT, maiores inclusões destes aditivos, conseqüentemente, poderiam refletir de forma significativa no consumo deste nutriente. Freitas (2001) observou consumo de NDT de 33,33 g/kg PV^{0,75} em novilhos alimentados com uma ração composta por silagem de cana-de-açúcar aditivada com polpa cítrica mais uréia, fornecida no momento do arraçoamento.

Entretanto, é interessante observar que este autor adicionou elevada quantidade de polpa cítrica na ensilagem da cana-de-açúcar (44,6% da MV), com o objetivo de conseguir um maior teor de MS na silagem (ao redor de 40%)

o que, certamente foi o principal fator que contribuiu para este consumo ser mais elevado que os valores observados neste trabalho. Este efeito é mais bem demonstrado nos estudos de Andrade et al. (2001b), que observaram aumentos significativos no consumo de NDT em silagens de cana-de-açúcar com 0,5% de uréia (MV) e níveis crescentes de rolão de milho, observando um aumento de 14,08 g/kg PV^{0,75} na silagem sem rolão de milho para 30,55 g/kg PV^{0,75} nas silagens com 120kg de rolão de milho por tonelada de matéria verde. Os autores atribuíram este resultado aos aumentos observados no consumo e digestibilidade da MS com a adição crescente do rolão de milho. Fica evidente que a adoção de aditivos absorventes que possuam valor nutritivo superior ao apresentado pela forragem a ser ensilada deve ser sempre cogitada, uma vez que, além de possibilitar um melhor perfil fermentativo da forragem, garantindo uma maior manutenção da sua qualidade, eles possuem a capacidade de elevar o valor nutritivo da silagem pela sua presença.

TABELA 8. Consumos médios de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das ovelhas que receberam silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.

Tratamentos ¹	CFDN	CFDA	CCHOT	CNDT
	g/kg PV ^{0,75}			
Uréia	35,71	19,64	40,44	23,68
Uréia-fubá	32,84	16,55	43,42	27,00
Uréia-raspa	31,93	17,47	40,06	22,83
Amiréia	28,62	15,97	38,90	24,20
Controle	29,09	16,50	37,58	19,97
Média	31,64	17,22	40,08	23,53
CV(%)	11,43	13,10	13,67	21,91

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

¹ uréia = 1,5% de uréia; uréia-fubá = 0,5% uréia + 4% de fubá; uréia-raspa = 0,5% uréia + 4% de raspa de mandioca; amiréia = 1,5% de amiréia; controle = cana-de-açúcar pura

Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS e MO não foram influenciados pelos tratamentos (P>0,05) (Tabela 13A). Houve efeito dos tratamentos sobre os coeficientes de digestibilidade do CNF e da PB (P<0,05), (Tabela 14A).

As médias referentes ao coeficiente de digestibilidade aparente de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), carboidratos não fibrosos (CNF) e proteína bruta (PB), em porcentagem, estão apresentadas na Tabela 9.

O coeficiente de digestibilidade da matéria seca da cana-de-açúcar foi, em média, de 46,12%. Estes baixos valores observados podem ser creditados, principalmente, ao alto teor de lignina apresentado pela cana-de-açúcar usada neste experimento (Tabela 4), devido ao seu avançado estágio de crescimento.

Andrade et al. (2001b) observaram coeficiente de digestibilidade da MS de 57,06 %, na cana ensilada com uréia (0,5% da MV) e rolão de milho (40kg/t de MV) e esta digestibilidade subiu para 63,88% quando se aumentou a quantidade de rolão utilizada para 120kg/t de MV). Valvasori et al. (1998) observaram coeficientes de digestibilidade da MS de 51,96%, em ovinos machos alimentados com silagens de cana-de-açúcar sem aditivos e suplementadas com farelo de algodão (24% da matéria natural). Porém, Lucci et al. (2003) observaram coeficientes de digestibilidade da MS de 54,1%; 52,2% e 56,6%; respectivamente, para 0%, 0,5% e 1,0% de uréia na ensilagem da cana-de-açúcar mais suplementação concentrada em ovinos da raça Suffolk.

Em estudos de Pedroso (2003), a adição de uréia resultou em elevação da DVIVMS em relação à silagem controle ($P < 0,05$), apesar de maior perda total de MS. Como o autor observou que estes dois parâmetros possuem correlação negativa ($r = -0,988$), o mesmo credita esta elevação na DVIVMS ao aumento no teor de PB devido ao nitrogênio contido na uréia. Porém, a cana utilizada pelo referido autor apresentou, em sua composição, um teor de lignina de 6,36% da MS, sendo, portanto, bem inferior aos valores observados no presente estudo (12,18% em média). Isso mostra que o aumento no teor de lignina foi capaz de reduzir a capacidade de solubilização que a uréia exerce sobre a parede celular das forragens.

O coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica seguiu a mesma tendência do CDMS, apresentando, em média, um valor de 49,37%. Os valores encontrados nesta pesquisa foram inferiores aos verificados por Valvasori et al. (1998), que observaram coeficientes de digestibilidade da MO de 54,52%, em ovinos machos alimentados com silagens de cana-de-açúcar suplementada com farelo de algodão (24% da matéria natural) e por Freitas (2001), que observou o valor de 54,55% de digestibilidade da MO da silagem de cana-de-açúcar aditivada com polpa cítrica e fornecida com uréia (3,08% da MS) para novilhos.

Quanto ao coeficiente de digestibilidade dos carboidratos não fibrosos, o menor valor observado no tratamento uréia em relação ao tratamento controle ocorreu, possivelmente, em função da menor quantidade de CNF presente neste tratamento, visto que nenhuma fonte extra de CNF foi adicionada a este tratamento. Em estudos de Siqueira (2005), as silagens que apresentaram os maiores valores de DVIVMS foram as que tiveram os maiores teores de CNF e os menores teores de FDN na abertura dos silos.

Valvasori et al. (1998) observaram que, embora as ingestões totais de MS e PB tenham sido muito próximas, os ganhos de peso e as conversões de MS e PB em ganhos de peso de vacas leiteiras foram melhores para o tratamento com silagem de sorgo (SS), em relação ao com silagem de cana-de-açúcar (SC). O autor credita esta diferença, principalmente, ao amido presente no sorgo, que apresenta escape da digestão ruminal, alcançando os intestinos, sendo transformado quase totalmente em glicose. Ainda, a fração digerida no rúmen aumentaria, substancialmente, o teor de ácido propiônico entre os ácidos graxos voláteis presentes no interior deste órgão e, como se sabe, este ácido é um dos mais importantes precursores de glicose para os ruminantes. Estes fatos não ocorreriam no caso SC, em que a sacarose seria, na sua totalidade, transformada, no próprio rúmen, em maiores proporções de ácido láctico.

Quanto ao coeficiente de digestibilidade da PB, os maiores incrementos, em relação ao tratamento controle, foram observados nos tratamentos que continham uréia. Isso ocorreu em função da maior quantidade de PB ingerida nestes tratamentos e também pela alta solubilidade da uréia. Lucci et al. (2003) observaram coeficientes de digestibilidade da PB de 74,5%; 73,2% e 81,5%, respectivamente para 0%; 0,5% e 1,0% de uréia na ensilagem da cana-de-açúcar mais suplementação concentrada em ovinos da raça Suffolk. Já Valvasori et al. (1998) observaram coeficientes de digestibilidade da PB de 64,07% em ovinos

machos alimentados com silagens de cana-de-açúcar suplementada com farelo de algodão (24% da matéria natural).

De acordo com Church (1988), um dos fatores que afetam a digestibilidade aparente da proteína é a quantidade consumida deste nutriente. A razão apontada para tal fenômeno, segundo Stallcup et al. (1975), deve-se ao fato de que, à medida que o conteúdo de N na dieta se eleva, há uma diminuição da proporção do N endógeno nos compostos nitrogenados fecais.

De acordo com Satter & Roffler (1975), a quantidade de amônia, que pode ser utilizada pelas bactérias ruminais, depende do tamanho e da taxa de crescimento da população microbiana, que se relaciona diretamente com a energia disponível no rúmen. Como pode ser observado na Tabela 6, a silagem de cana-de-açúcar pura (controle) apresenta baixo teor de PB. Além disso, mais da metade do nitrogênio desta silagem, encontra-se ligada à fibra (Tabela 5). Sendo assim, o crescimento microbiano ficou limitado pela deficiência de nitrogênio. Com a elevação da PB da silagem por meio do uso de fontes de NNP, o crescimento microbiano foi favorecido, o que ocasionou incrementos na digestibilidade da PB das silagens aditivadas. As silagens aditivadas apresentaram, em média, 17g de N/kg de matéria orgânica fermentável ingerida contra apenas 9,28g do tratamento controle.

TABELA 9. Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), carboidratos não fibrosos (CNF) e proteína bruta (PB) das silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.

Tratamentos ¹	CDMS	CDMO	CDCNF	CDPB
	%			
Uréia	45,92	48,79	57,81b	53,66a
Uréia-fubá	48,22	51,56	81,50a	53,99a
Uréia-raspa	44,32	47,93	76,32ab	55,64a
Amiréia	47,91	51,52	76,33ab	61,60a
Controle	44,22	47,05	85,38a	27,75b
Média	46,12	49,37	75,47	50,53
CV(%)	13,28	12,19	12,13	18,18

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P< 0,05).

¹ uréia = 1,5% de uréia; uréia-fubá = 0,5% uréia + 4% de fubá; uréia-raspa = 0,5% uréia + 4% de raspa de mandioca; amiréia = 1,5% de amiréia; controle = cana-de-açúcar pura

Os aditivos utilizados não afetaram significativamente a digestibilidade da FDN, FDA e CHOT das silagens (P>0,05) (Tabela 15A).

As médias referentes ao coeficiente de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e carboidratos totais (CHOT), em porcentagem, estão apresentadas na Tabela 10.

Em média, o valor observado para o coeficiente de digestibilidade da FDN foi de 38,40%, sendo superior ao valor de 36,28% observado por Freitas (2001) na dieta composta por silagem de cana-de-açúcar aditivada com polpa cítrica e acrescida de uréia (3,08%MS). Andrade et al. (2001b) observaram um valor de 43,9% de digestibilidade da FDN na silagem de cana-de-açúcar com 0,5% de uréia (MV), e observaram elevações lineares na digestibilidade desta

fração com a adição de rolão de milho, chegando ao valor de 53,86% com a adição de 120kg/t de MV. Lucci et al. (2003) observaram coeficientes de digestibilidade da FDN de 44,8%; 50,7% e 57,4%, respectivamente, para 0%, 0,5% e 1,5% de uréia na ensilagem da cana-de-açúcar mais suplementação concentrada em ovinos.

Com relação ao coeficiente de digestibilidade da FDA, ocorreu um comportamento semelhante ao observado com a FDN. Figueira et al. (1991), alimentando novilhos mestiços com rações compostas por cana-de-açúcar, farelo de algodão e níveis crescentes de uréia (1,0%; 1,5% e 2,0% na MV), observaram tendência de aumento dos coeficientes de digestibilidade da FDA em função dos níveis crescentes de uréia utilizados. Não foi observado efeito dos tratamentos também com relação ao coeficiente de digestibilidade aparente dos carboidratos totais acompanhando a tendência relatada com a FDN, que é o carboidrato predominante em sua constituição. Ao analisarem-se conjuntamente os coeficientes de digestibilidade aparente da FDN e do CNF, fica claramente demonstrado que os dois parâmetros apresentam uma relação inversa, sendo que a elevação de um define a redução do outro.

A baixa digestibilidade da fibra é o principal problema apresentado pela cana-de-açúcar utilizada na alimentação animal. Em estudos com dez variedades de cana-de-açúcar, Rodrigues et al. (2005) observaram que existem diferenças no teor de FDN, lignina, POL (sacarose), relação FDN/POL e digestibilidade *in vitro* da matéria seca entre as variedades analisadas. É possível, portanto, obterem-se materiais com boa produtividade e baixo teor de fibra.

TABELA 10. Coeficientes de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e carboidratos totais (CHOT) das silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.

Tratamentos ¹	CDFDN	CDFDA	CDCHOT
	%		
Uréia	43,96	42,60	46,45
Uréia-fubá	35,61	29,81	49,15
Uréia-raspa	38,83	36,73	47,09
Amiréia	38,24	36,75	49,20
Controle	37,13	35,04	48,30
Média	38,40	36,17	48,04
CV(%)	20,88	27,18	11,31

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P < 0,05).

¹ uréia = 1,5% de uréia; uréia-fubá = 0,5% uréia + 4% de fubá; uréia-raspa = 0,5% uréia + 4% de raspa de mandioca; amiréia = 1,5% de amiréia; controle = cana-de-açúcar pura

4.4 Balanço de nitrogênio

Houve diferença entre os tratamentos para a quantidade de nitrogênio ingerido e nitrogênio na urina ($P < 0,05$) (Tabelas 16A e 17A). Não houve efeito nos teores de N nas fezes e N retido ($P > 0,05$) (Tabelas 16A e 17A). As médias referentes ao nitrogênio ingerido, fecal, urinário e retido, em gramas por dia, são apresentadas na Tabela 11.

Para a quantidade de nitrogênio ingerido, o tratamento controle, por não ter recebido nenhuma fonte adicional de N, foi o que apresentou o menor valor de ingestão deste nutriente. Nos demais tratamentos, a adição de NNP às silagens provocou aumentos significativos na ingestão de nitrogênio.

A quantidade de nitrogênio presente nas fezes foi, em média, de 3,58 gramas, não havendo diferença entre os tratamentos.

Quanto à presença de nitrogênio na urina observou-se maior valor no tratamento uréia em relação ao tratamento controle. No tratamento uréia, possivelmente em função do menor teor de CNF, o crescimento microbiano foi prejudicado, visto que a ausência de sincronização entre a quantidade de energia e proteína fornecida, possivelmente, causou um maior acúmulo de amônia no rúmen dos animais que receberam este tratamento, conseqüentemente resultando em maior excreção de N por via urinária. Este processo é extremamente indesejado, pois o animal, além de não maximizar a síntese de proteína microbiana, devido à insuficiência de carboidratos de rápida degradação ruminal, gasta energia corporal para eliminar o excesso de amônia. A situação oposta, que foi observada no tratamento controle, também é extremamente prejudicial, visto que, na deficiência de N dietético, o animal utiliza mais nitrogênio endógeno para tentar suprir a demanda dos microrganismos ruminais, o que acarreta em diminuição da produção.

De acordo com Chalupa et al. (1979), a maior excreção de N via urina, quando ocorre excesso de N solúvel na dieta, ou ineficiência no aproveitamento deste pelos microrganismos ruminais, provavelmente se dê em virtude de excesso de amônia resultante da rápida hidrólise ruminal e sua posterior absorção pelas paredes ruminais e excreção como uréia pela urina.

Para a quantidade de nitrogênio retido, os tratamentos uréia e controle não se mostraram adequados para os animais utilizados neste ensaio, uma vez que apresentaram resultados negativos. Entretanto, os valores positivos de N retido, observados nos tratamentos uréia-fubá, uréia-raspa e amiréia, indicam que não aconteceram perdas de proteína pelo organismo dos animais durante o período experimental.

TABELA 11. Consumos médios de nitrogênio, quantidade de nitrogênio fecal, urinário e balanço de nitrogênio das ovelhas que receberam silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.

Tratamentos ¹	N ING	N FEZES	N URINA	N RETIDO
	g/dia			
Uréia	10,69a	3,60	7,57a	-0,48
Uréia-fubá	10,07a	3,44	4,40ab	2,24
Uréia-raspa	9,65a	3,84	3,26ab	2,55
Amiréia	11,21a	3,57	6,02ab	1,62
Controle	4,93b	3,45	1,71b	-0,23
Média	9,31	3,58	4,59	1,14
CV(%)	19,69	20,92	52,56	249,82

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P < 0,05).

¹ uréia = 1,5% de uréia; uréia-fubá = 0,5% uréia + 4% de fubá; uréia-raspa = 0,5% uréia + 4% de raspa de mandioca; amiréia = 1,5% de amiréia; controle = cana-de-açúcar pura

CONCLUSÕES

A qualidade da silagem foi melhorada com a utilização dos aditivos, destacando-se a redução no teor de FDN, a inibição do crescimento de leveduras e os aumentos nos teores de PB.

O valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar foi aumentado com a adoção dos aditivos, ocorrendo maior consumo e digestibilidade da proteína bruta.

O aditivo composto por uréia-fubá proporcionou resultados gerais mais positivos quanto à qualidade e valor nutritivo da silagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLI, I.; BAKER, B. E.; GARCIA, G. Studies on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.7, n. 4, p.411-417, 1982.

ALLI, I; FAIRBAIRN, R; BAKER, B. E.; GARCIA, G. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.9, n. 4, p.291-299, 1983.

ALVAREZ, F. J.; PRIEGO, A.; PRESTON, T. R. Animal performance em ensiled sugar cane. **Tropical Animal Production**, Edinburgh, v.2, p.2-33, 1977.

ANDRADE, J. B.; FERRARI Jr, E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar tratada com hidróxido de sódio e acrescida de rolão-de-milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1265-1268, out. 2001a.

ANDRADE, J. B.; FERRARI Jr, E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia e acrescida de rolão-de-milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.9, p.1169-1174, set. 2001b.

ANDRADE, J. B.; FERRARI Jr, E.; POSSENTI, R. A.; FONTOURA LEINZ, F. F.; BIANCHINI, D.; CARLOS RODRIGUES, C. F. C. Valor nutritivo de cana-de-açúcar adicionada de rolão de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001c. CD-ROM

ANDRADE, J. B.; FERRARI Jr, E.; POSSENTI, R. A.; FONTOURA LEINZ, F. F.; BIANCHINI, D.; CARLOS RODRIGUES, C. F. C. Valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,50% de hidróxido de sódio e 0,50% de uréia e adicionada de rolão de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001d. CD-ROM.

ARCURI, P. B.; CARNEIRO, J. C.; LOPES, F. C. F. Microrganismos Indesejáveis em Forragens Conservadas: Efeito sobre o Metabolismo de Ruminantes. In: VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES: Valor alimentício de forragens, 2003, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 2003. p. 51-70.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, Washington, EUA. **Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists**. 15. ed. Arlington, 1990. v.1, 1117 p.

BALSALOBRE, M. A. A.; NUSSIO, L. G.; MARTHA Jr.: G. B. : Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p.890-911

BERGER, L. L.; FAHEY, G. C; BOURQUIN, L. D. Modification of forage after harvest. In: FAHEY, D.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society, Soil Science Society, 1994. p.922-966.

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

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 crua ou queimada ensilada com aditivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.

BOIN, C.; TEDESCHI, L. O. Cana-de-açúcar na alimentação de gado de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., Piracicaba, 1993. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.107-126.

BRAVO-MARTINS, C. E. C. **Identificação de leveduras envolvidas no processo de ensilagem de cana-de-açúcar e utilização de extratos vegetais como seus inibidores**. 2004. 148 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BRIONI, M. V. F. **Levantamento e análise de características físico-químicas de cana-de-açúcar e silagens de capins tropicais**. 2003. 43 p. Monografia (Estágio Profissionalizante em Engenharia Agrônômica) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CASALI, A. O.; REZENDE, A. V.; BARCELOS, A. F.; RODRIGUES, R.; MEDEIROS, L. T.; BASTOS, R. C. Avaliação de silagem de cana de açúcar aditivada com raspa de batata. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, CD-ROM.

CASTRO NETO, P.; SILVEIRA, J. V. Precipitação provável para Lavras, MG, baseada na função de distribuição de probabilidade gama III. Períodos de 10 dias. **Ciências e Prática**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 58-56, jan./jun. 1983.

CHALUPA, W. et al. Effect of introduction of urea on feeding behavior of Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 62, n. 8, p. 1278-1284, Aug. 1979.

CHALUPA, W.; EVANS, J. L.; STILLIONS, M. C. Influence of ethanol on rumen fermentation and nitrogen metabolism. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 23, n. 3, p. 802-807, Aug. 1964.

CHURCH, D. C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: O&B Broks, 1988. 564 p.

CLAUS, D.; BERKELEY, R. C. W. Genus Bacillus. In: SNEATH, P. H. A.; MAIR, N.S.; SHARPE, M.E.; HOLT, J.G. (Ed.) **Bergey's manual of systematic bacteriology**. Baltimore: Williams and Wilkins, 1986. p. 1105-1139.

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

COCHRAN, R. C.; ADAMS, D. C.; WALLACE, J. D.; GALYEAN, M. L. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 5, p. 1476-1483, Nov. 1986.

COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380 p.

COSTA, C.; MONTEIRO, A. L. G.; BERTO, D. A.; ALMEIDA, G. A.; LOPES, A. B. R. C. Impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor nutritivo de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001 Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2001. p. 87-126.

DONALD, A. S.; FENLON, D.R.; SEDDON, B. The relationships between ecophysiology, indigenous microflora and growth of *Listeria monocytogenes* in grass silage. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 79, n.2, p. 141-148, Aug. 1995

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A.; SIQUEIRA, G. R.; SANTOS, R. V.; SANTANA, R. A. V.; LOPES, J. Perfil de fermentação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. CD-ROM.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos:RBRAS/UFSCar, 2000. p. 255-258.

FIGUEIRA, D. G.; AROEIRA, L. J. M.; RODRIGUEZ, N. M. Digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio de dietas baseadas em cana-de-açúcar suplementadas com diferentes níveis de uréia e farelo de algodão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 1991. p.260.

FOLDAGER, J. **Protein requirement and non protein nitrogen for high producing cow in early lactation**. 1977. Thesis (Ph.D.) - Michigan State University, East Lansing.

FREITAS, A. W. P.; PEREIRA, J. C.; ROCHA, F. C.; RIBEIRO, M. D.; COSTA, M. G.; LEONEL, F. P.; SILVA, L. O.; SILVA, J. C.; MOREIRA, M.S. Características da silagens de cana de açúcar tratadas com inoculante, hidróxido de sódio e acrescida de resíduo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.

FREITAS, D. **Digestibilidade total e parcial de rações contendo silagens de cana-de-açúcar, da casca e da raspa de mandioca aditivadas com polpa cítrica.** 2001. 65 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis (apparatus reagents, procedures and some applications).** Washington: USDA, 1970. 379 p. (Agricultural Research Service. Handbook).

GOUDKOV, A. V.; SHARPE, M. E. Clostridia in dairying. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 28, n. 1, p. 63-73, 1965.

HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v 45, n 1, p. 35-56, Dec. 1993.

HNATYSZYN, M.; GUAIS, A. **Les fourrages et l' éleveur.** Paris: Ed. Lavoisier, 1988. 440 p.

JASTER, E. Fermentation principles of legume, grass forage examined. **Feedstuffs**, Minneapolis, v.64, n. 12, p.14-16, Mar. 1994.

JOBIM, C. C.; GONÇALVES, G. D. Microbiologia de forragens conservadas. In: **VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES: valor alimentício de forragens**, 2003, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 2003. p. 1-26.

JONSSON, A.; PAHLOW, G. Systematic classification and biochemical characterization of yeast growing in grass silage inoculated with *Lactobacillus* culture. **Animal Research and Development**, Tubingen, v. 20, n. 1, p. 7-22, 1984.

JUNQUEIRA, M. C.; NUSSIO, L. G.; ZOPOLLATO M.; SOUSA, D. P.; SCHMIDT, P.; CAMARGO, M. S.; NUSSIO, C.; SANTOS, F. A. P.; FILHO, S. G. T.; QUEIROZ, O. C. M. Desempenho de novilhas da raça Holandesa ou Holandês x Jersey recebendo silagem de cana-de-açúcar tratada com "*L. buchneri*" ou níveis de uréia. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.

KAISER, E.; WEIB, K.; POLIP, L. V. A new concept for the estimation of ensiling potential of forages. In: **THE INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE**, 13., 2002, Auchincruive. **Proceedings...** Auchincruive: SAC, 2002. p. 344-358.

KUNG Jr., L. Aditivos microbianos e químicos para silagem: Efeitos na fermentação e resposta animal. In: WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM, 2., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 53-74.

KUNG Jr, L.; STANLEY, R. W. Effects of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 54, n. 4, p. 689-696, Apr. 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. CD-ROM.

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

LIN, C.; BOLSEN, K. K.; HART, R. A.; DICKERSON, J. T.; FEYERHERM, A. M.; AIMUTIS, W. R. Epiphytic microflora on alfafa and whole-plant com. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.75, n. 9, p. 2484-2493, Sept. 1992.

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

MAHANNA, B. Proper management assures high-quality silage, grains. **Feedstuffs**, Minneapolis, v.65, n. 10, p.12-59, Mar. 1994.

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

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

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of America, 1994. p.450-493.

MERTENS, D. R. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations. In: Proceeding gainut conference For the Feed Industry, 1982, Athens University of Georgia. p. 116-126.

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

MUCK, R. E. Factors influencing silage quality and they implications for management. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 11, p. 2992-3002, Nov. 1988.

MUCK, R. E. Silage Inoculation: inoculation of silage and its effects on silage quality. In: CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES, 1996, Madison. **Proccedings...** Madison-US, 1996. p. 43-51.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. Ed. Washington: National Academic Press, 2001. 381 p.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004 Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2004. p. 01-33

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A. F. Silagem de cana-de-açúcar In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: temas em evidência – sustentabilidade, 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: Editora UFLA, 2003. p. 49-72

OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; DRIEHUIS, F.; GOTTSCHAL, J. C.; SPOESTRA, S. F. Silage fermentation processes and their manipulation. In: FAO ELETRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE. Rome: FAO, 1999. p. 17-30.

PEDROSO, A. F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*)**. 2003. 122 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PIRES, A. V. **Efeitos da inclusão de fontes de amido e silagem de milho em dietas à base de cana-de-açúcar na digestibilidade de nutrientes e na produção de leite de vacas holandesas.** 1999. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PLAYNE, M. J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science and Food Agriculture**, London, v.17, n. 2, p. 264-268, Feb. 1966.

PRESTON, T. R.; HINOJOSA, C.; MARTINEZ, L. Ensiling of sugar cane with ammonia molasses and mineral acids. **Tropical Animal Production**, Edinburgh, v. 1, p. 120-126, 1976.

REIS, R.A.; GARCIA, R.; SILVA, D. J. Efeito da aplicação de amônia anidra sobre a composição química e digestibilidade de in vitro de fenos de três gramíneas tropicais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.19, n.3, p.219-224, maio/jun. 1990.

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R.A. Amonização de forrageiras de baixa qualidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 1994, Campinas. **Anais...** Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, Campinas, 1994. p.89-104.

RODRIGUES, A. A.; CRUZ, G. M.; BATISTA, L. A. R.; PEDROSO, A. F.; LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P. Qualidade de dez variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. CD-ROM.

ROMNEY, D. L.; GILL, M. Intake of forages. In: GIVENS, D. I. Et al. **Forage evaluation in ruminant nutrition.** London: CAB International, 2000. p.43-62.

ROTH, M. T. P.; GUSTAVO, G. R.; RICARDO, R. A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; BERNARDES, T. F.; PIRES, A. J. V.; ROTH, A.P. T. P.; AMARAL, R. C. Ensilagem da cana-de-açúcar (“*Saccharum officinarum*”L.) tratada com doses de uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. CD-ROM.

ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: _____. **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: ASA; CSSA; SSSA, 1994. p. 828-868.

RUSSEL, J. B. Minimização das perdas de nitrogênio pelos ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p. 232

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

SANTOS, R. V.; EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A.; SIQUEIRA, G. R.; SANTANA, R.A.V.; LOPES, J. Perfil de fermentação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L.*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. CD-ROM.

SATTER, L. D.; ROFFLER, R. E. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.58, n.8, p. 1219-37, Aug. 1975.

SCHMIDT, P.; NUSSIO, L. G. Produção e utilização de cana-de-açúcar para bovinos leiteiros: novas demandas In: BOVINOCULTURA DE LEITE: NUTRIÇÃO, REPRODUÇÃO E FERTILIDADE DE BOVINOS, 2004, Lavras. **Anais...** Lavras: Editora UFLA, 2004. p. 57-111

SCHMIDT, P.; NUSSIO, L. G.; PEDROSO, A. F.; JUNQUEIRA, M. C.; LOURDES, D.R. S.; PAZIANI, S. F.; MARI, L. J. Produtividade, composição morfológica, digestibilidade e perdas no processo de ensilagem de duas variedades de cana de açúcar, com e sem adição de uréia. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.

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

SHLECH, W. F. Pathogenesis and immunology of *Listeria monocytogenes*. **Pathologie Biologie**, v.44, p.775-782, 1996.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos - métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 2002. 235 p.

SILVA, S. A. R.; ROSA, B.; REIS, R. A.; COAN, R. M. Composição química da cana-de-açúcar ensilada com diferentes aditivos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. CD-ROM.

SILVEIRA, A. C. Técnicas para produção de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 2., 1975, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1975. p. 156-180.

SIQUEIRA, G. R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ensilada com aditivos químicos e bacterianos**. 2005. 91 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

SNIFFEN, C. J.; BEVERLY, R. W.; MOONEY, C. S.; ROE, M. B.; SKIDMORE, A. L.; BLACK, J. R. Nutrient requirements versus supply in the dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 10, p. 3160-3178, Oct. 1993.

SNIFFEN, C. J.; O’CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, Nov. 1992.

SOUZA, D. P.; MATTOS, W. R. S.; NUSSIO, L. G.; MARI, L.J.; SANTOS, M. C.; ZOPOLLATTO, M.; SCHOMITH, P.; RIBEIRO, J. L.; QUEIROZ, Q. C. M.; JUNQUEIRA, M. C.; CAMARGO, M. S.; TOLEDO FLHO, S. G.; FIGUEIRED, R. N. Avaliação das perdas por efluentes e gases em silagens de cana-de-açúcar aditivadas com inoculantes químicos e bacterianos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. CD-ROM.

SPOELSTRA, S. F. Degradation of nitrite by enterobacteria during silage fermentation of grass. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 35, n. 1, p. 43-54, 1987.

STALLCUP, O. T.; DAVIS, G. V.; SHIELDS, L. Influence of dry matter and nitrogen intakes on fecal nitrogen losses in cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 58, n. 9, p. 1301-1307, Sept. 1975.

SUNDSTOL, F.; COXWORTH, E.; MONTH, D. N. Improving the nutritive value of straw and other low quality forages by treatment with ammonia. **World Animal Review**, Rome, v. 26, p. 13-22, 1982.

TORRES, R. A.; COSTA, J. L. Uso da cana-de-açúcar na alimentação animal. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2., 2001, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p.1-14.

TOSI, H. **Ensilagem de gramíneas tropicais sob diferentes tratamentos**. Botucatu. 1973. 107 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – UNESP, Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, Botucatu.

VALVASORI, E.; LUCCI, C. S.; PIRES, F. L.; ARCARO, J. R. P.; ARCARO Jr, I. Silagem de cana-de-açúcar em substituição a silagem de sorgo granífero para vacas leiteiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 139-142, 1998.

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

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants**. Corvallis: O & Books, 1982. 373 p.

VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** São Paulo: SBZ, 1998. p.73-108

WIERINGA, G. W. The effect of wilting on butyric acid fermentation in silage. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v.6, n.3, p. 204-210, 1958.

WIEDMANN, M.; CZAJKA, J.; BSAT, N.; BODIS, M.; SMITH, M. C.; DIVERS, T. J.; BATT, C. A. Diagnosis and epidemiological association of *Listeria monocytogenes* strains in two outbreaks of listerial encephalitis in small ruminants. **Journal of Clinical Microbiology**, Washington, v. 32, n.4, p. 991-996, Apr. 1994.

WILSON, J. R.; KENNEDY, P. M. Plant and animal constraints to voluntary feed intake associated with fiber characteristics and particle breakdown and passage in ruminants. **Australina Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 47, n. 1, p. 199-225, Jan. 1996.

WOOLFORD, M. K. The detrimental effects of air on silage – a review. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v. 68, n. 2, p. 101-116, Feb. 1990.

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 350 p.

ANEXO

TABELA 1A	Resumo das análises de variância dos teores de MS, PB e FDN da cana-de-açúcar com os diferentes aditivos.....	79
TABELA 2A	Resumo das análises de variância dos teores de FDA, CINZAS e CPT da cana-de-açúcar com os diferentes aditivos.....	79
TABELA 3A	Resumo das análises de variância dos teores de MS, PB e CNF das silagens de cana-de-açúcar com os diferentes aditivos.....	79
TABELA 4A	Resumo das análises de variância dos teores de CINZAS, FDN e FDA das silagens de cana-de-açúcar com os diferentes aditivos.....	80
TABELA 5A	Resumo das análises de variância dos teores de HEM, LIG e CEL das silagens de cana-de-açúcar com os diferentes aditivos.....	80
TABELA 6A	Resumo das análises de variância dos teores de pH, N-FDN e N-NH ₃ das silagens de cana-de-açúcar com os diferentes aditivos.....	80
TABELA 7A	Resumo da análise de variância da contagem de leveduras das silagens de cana-de-açúcar com os diferentes aditivos.....	81
TABELA 8A	Resumo das análises de variância dos teores de MS, PB e CNF das silagens de cana-de-açúcar oferecidas às ovelhas no ensaio de digestibilidade aparente.....	81
TABELA 9A	Resumo das análises de variância dos teores de NDT e FDN das silagens de cana-de-açúcar oferecidas às ovelhas no ensaio de digestibilidade aparente.....	81

- TABELA 10A** Resumo das análises de variância dos consumos médios de MS, MO e CNF das ovelhas que receberam silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.....**82**
- TABELA 11A** Resumo das análises de variância dos consumos médios de PB, FDN e FDA das ovelhas que receberam silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.....**82**
- TABELA 12A** Resumo das análises de variância dos consumos médios de CCHOT e CNDT das ovelhas que receberam silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.....**83**
- TABELA 13A** Resumo das análises de variância dos coeficientes de digestibilidade aparente da MS e MO das silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.....**83**
- TABELA 14A** Resumo das análises de variância dos coeficientes de digestibilidade aparente do CNF e da PB das silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.....**84**
- TABELA 15A** Resumo das análises de variância dos coeficientes de digestibilidade aparente do FDN, FDA e CHOT das silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.....**84**
- TABELA 16A** Resumo das análises de variância do consumo médio de nitrogênio e nitrogênio fecal das ovelhas que receberam silagem de cana-de-açúcar com os diferentes aditivos.....**85**
- TABELA 17A** Resumo das análises de variância quantidade de nitrogênio urinário e nitrogênio retido nas ovelhas que receberam silagem de cana-de-açúcar com os diferentes aditivos.....**85**

TABELA 1A. Resumo das análises de variância dos teores de MS, PB e FDN da cana-de-açúcar com os diferentes aditivos.

Fonte de Variação	GL	MS		PB		FDN	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	4	9,18	0,000	67,56	0,0000	33,90	0,0016
Resíduo	15	0,16		0,46		4,53	

TABELA 2A. Resumo das análises de variância dos teores de FDA, CINZAS e CPT da cana-de-açúcar com os diferentes aditivos.

Fonte de Variação	GL	FDA		CINZAS		CPT	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	4	6,10	0,2519	1,98	0,0001	5,14	0,0004
Resíduo	15	3,24		0,09		0,12	

TABELA 3A. Resumo das análises de variância dos teores de MS, PB e CNF das silagens de cana-de-açúcar com os diferentes aditivos.

Fonte de Variação	GL	MS		PB		CNF	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	4	7,48	0,0103	36,50	0,0000	94,42	0,0014
Resíduo	15	1,54		1,46		12,20	

TABELA 4A. Resumo das análises de variância dos teores de CINZAS, FDN e FDA das silagens de cana-de-açúcar com os diferentes aditivos.

Fonte de Variação	GL	CINZAS		FDN		FDA	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	4	0,61	0,0878	40,05	0,0447	22,41	0,0317
Resíduo	15	0,25		12,62		6,33	

TABELA 5A. Resumo das análises de variância dos teores de HEM, LIG e CEL das silagens de cana-de-açúcar com os diferentes aditivos.

Fonte de Variação	GL	HEM		LIG		CEL	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	4	36,25	0,0004	3,30	0,2472	9,07	0,1516
Resíduo	15	3,72		2,17		4,61	

TABELA 6A. Resumo das análises de variância dos teores de pH, N-FDN e N-NH₃ das silagens de cana-de-açúcar com os diferentes aditivos.

Fonte de Variação	GL	pH		N-FDN		N-NH ₃	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	4	5,76	0,0000	728,61	0,0001	778,70	0,0000
Resíduo	15	0,13		50,72		3,54	

TABELA 7A. Resumo da análise de variância da contagem de leveduras das silagens de cana-de-açúcar com os diferentes aditivos.

Fonte de Variação	GL	CONTAGEM LEVEDURAS	
		QM	Pr>Fc
Tratamento	4	1,49	0,0000
Resíduo	15	0,06	

TABELA 8A. Resumo das análises de variância dos teores de MS, PB e CNF das silagens de cana-de-açúcar oferecidas às ovelhas no ensaio de digestibilidade aparente.

Fonte de Variação	GL	MS		PB		CNF	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	4	1,98	0,5214	10,86	0,0043	16,70	0,5879
Bloco	3	3,96	0,2207	10,17	0,0080	75,72	0,0610
Resíduo	12	2,33		1,60		25,01	

TABELA 9A. Resumo das análises de variância dos teores de NDT e FDN das silagens de cana-de-açúcar oferecidas às ovelhas no ensaio de digestibilidade aparente.

Fonte de Variação	GL	NDT		FDN	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	4	21,73	0,6478	78,82	0,0475
Bloco	3	18,29	0,6679	47,82	0,1657
Resíduo	12	34,27		23,74	

TABELA 10A. Resumo das análises de variância dos consumos médios de MS, MO e CNF das ovelhas que receberam silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.

Fonte de Variação	GL	CMS		CMO		CCNF	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	4	47,33	0,4670	48,20	0,4214	21,81	0,3074
Bloco	3	59,31	0,3530	49,20	0,3969	9,14	0,6476
Resíduo	12	49,61		45,83		16,14	

TABELA 11A. Resumo das análises de variância dos consumos médios de PB, FDN e FDA das ovelhas que receberam silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.

Fonte de Variação	GL	CPB		CFDN		CFDA	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	4	6,35	0,0032	33,72	0,0912	8,46	0,2233
Bloco	3	5,85	0,0064	17,35	0,3115	6,16	0,3486
Resíduo	12	0,87		13,07		5,10	

TABELA 12A. Resumo das análises de variância dos consumos médios de CCHOT e CNDT das ovelhas que receberam silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.

Fonte de Variação	GL	CCHOT		CNDT	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	4	18,93	0,6501	25,62	0,4621
Bloco	3	55,57	0,1917	28,87	0,3922
Resíduo	12	30,03		26,58	

TABELA 13A. Resumo das análises de variância dos coeficientes de digestibilidade aparente da MS e MO das silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.

Fonte de Variação	GL	CDMS		CDMO	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	4	14,54	0,8136	17,23	0,7528
Bloco	3	45,16	0,3504	45,34	0,3342
Resíduo	12	37,52		36,20	

TABELA 14A. Resumo das análises de variância dos coeficientes de digestibilidade aparente do CNF e da PB das silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.

Fonte de Variação	GL	CDCNF		CDPB	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	4	447,89	0,0105	689,29	0,0020
Bloco	3	19,09	0,8752	211,27	0,1087
Resíduo	12	83,79		84,34	

TABELA 15A. Resumo das análises de variância dos coeficientes de digestibilidade aparente do FDN, FDA e CHOT das silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.

Fonte de Variação	GL	CDFDN		CDFDA		CDCHOT	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	4	53,50	0,5302	147,63	0,2561	6,09	0,9298
Bloco	3	22,89	0,7858	62,18	0,6019	62,50	0,1512
Resíduo	12	64,31		96,69		29,50	

TABELA 16A. Resumo das análises de variância do consumo médio de nitrogênio e nitrogênio fecal das ovelhas que receberam silagem de cana-de-açúcar com os diferentes aditivos.

Fonte de Variação	GL	N ING		N FEZES	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	4	25,38	0,0028	0,11	0,9388
Bloco	3	18,10	0,0140	0,62	0,3841
Resíduo	12	3,40		0,56	

TABELA 17A. Resumo das análises de variância quantidade de nitrogênio urinário e nitrogênio retido nas ovelhas que receberam silagem de cana-de-açúcar com os diferentes aditivos.

Fonte de Variação	GL	N URINA		N RETIDO	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Tratamento	4	21,02	0,0374	7,94	0,4556
Bloco	3	71,10	0,0006	129,48	0,0002
Resíduo	12	5,82		8,10	