

**SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR EM DUAS
IDADES DE CORTE COM DIFERENTES
ADITIVOS**

ROBERTO VALADARES SANTOS

2004

ROBERTO VALADARES SANTOS

**SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR EM DUAS IDADES DE CORTE
COM DIFERENTES ADITIVOS**

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

Orientador
Prof. Dr. Antônio Ricardo Evangelista

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2004

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

Santos, Roberto Valadares

Silagem de cana-de-açúcar em duas idades de corte com diferentes aditivos /
Roberto Valadares Santos. -- Lavras : UFLA, 2004.

65 p. : il.

Orientador: Antônio Ricardo Evangelista.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Silagem. 2. Nutrição animal. 3. Suplemento alimentar. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.08552

ROBERTO VALADARES SANTOS

**SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR EM DUAS IDADES DE CORTE
COM DIFERENTES ADITIVOS**

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

Aprovado em 18 de junho de 2004

Prof. José Cardoso Pinto	UFLA
--------------------------	------

Prof. Adauton Vilela Rezende	ALFENAS
------------------------------	---------

Prof. Gudesteu Porto Rocha	UFLA
----------------------------	------

Prof. Júlio César Teixeira	UFLA
----------------------------	------

Prof. Dr. Antônio Ricardo Evangelista
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Aos meus pais pelo apoio.

Aos meus irmãos pelo carinho.

A minha esposa Helen pelo amor, compreensão e incentivo.

A minha filha Maria Clara por iluminar nossas vidas.

OFEREÇO

A Deus pela oportunidade concebida de aperfeiçoar-me como ser humano
conquistando mais uma vitória em minha vida

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao professor Antônio Ricardo Evangelista pela orientação, amizade, apoio e confiança.

À Universidade Federal de Lavras, por meio do Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do Mestrado.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Aos funcionários do Laboratório de Pesquisa Animal pela colaboração nas análises bromatológicas.

Ao Núcleo de Estudos em Forragicultura (NEFOR) pelo incentivo de desenvolvimento profissional.

À minha esposa Helen pelo companheirismo.

À minha filha Maria Clara por completar nossas vidas.

Ao Virgílio e família pela amizade e por fazerem parte do meu crescimento.

Ao Gustavo pela dedicação como amigo.

Ao Paulinho pelo incentivo.

Ao Adauton pela ajuda na execução do experimento.

À Elaine e Jalison por auxiliarem nas análises laboratoriais.

Ao Ronan e Cristovão pelo incentivo e companheirismo constante no término deste trabalho.

Ao Denis pela análise estatística, muito mais pela amizade existente entre nós.

Aos meus pais por acreditarem em meu potencial.

A Deus por permitir alcançar mais este objetivo.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente colaboraram na execução deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE SÍMBOLOS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes	3
2.2 Idade de corte	4
2.3 A ensilagem da cana-de-açúcar	6
2.4 Aditivos	8
2.5 Perdas na ensilagem	10
2.6 Degradabilidade ruminal	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Localização e clima	14
3.2 Idade de corte	15
3.3 Variedade	15
3.4 Rendimento de MS	16
3.5 Delineamento experimental e tratamentos	16
3.6 Silos experimentais	17
3.7 Colheita e picagem	17
3.8 Confeção da silagem	18
3.9 Abertura dos silos experimentais	18
3.9.1 Determinação das perdas por gases	18
3.9.2 Determinação das perdas de efluente	19
3.9.3 Determinação da taxa de preservação de MS	20
3.9.4 Delineamento experimental e tratamentos para dados de perdas	20
3.9.5 Modelo estatístico para os dados de perdas	21
3.10 Determinação do brix e do índice de maturação (IM) da cana-de-açúcar	22
3.11 Análises da cana e das respectivas silagens	22
3.11.1 Análises químicas	23
3.11.2 Análise estatística dos dados	23
3.12 Ensaio de degradabilidade ruminal	24
3.12.1 Modelo estatístico para determinação da degradabilidade	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 Produção de matéria seca MS	27

4.2 Índice de maturação.....	27
4.3 Concentração de MS	28
4.4 Valores de pH.....	31
4.5 Teor de proteína bruta (PB).....	33
4.6 Teor de fibra em detergente neutro (FDN).....	36
4.7 Teor de fibra em detergente neutro (FDA).....	39
4.8 Perdas na ensilagem	42
4.8.1 Perdas por gases	42
4.8.2 Perdas de efluente.....	43
4.8.3 Taxa de preservação da MS.....	45
4.9 Degradabilidade ruminal da MS.....	46
5 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	49
6 CONCLUSÃO.....	50
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
8 ANEXOS.....	61

LISTA DE SÍMBOLOS

CHO – carboidratos
CHOsol – carboidratos solúveis
CHOsol PT – relação entre carboidratos solúveis e poder tampão
CV – coeficiente de variação
DEG – Departamento de Engenharia
DEMS – degradabilidade efetiva da matéria seca
DIVMS – digestibilidade *in vitro* da matéria seca
FDA – fibra em detergente neutro
FDN – fibra em detergente ácido
FIPD – fibra insolúvel potencialmente degradável
FSO – fração solúvel
FV – fontes de variação
GL – grau de liberdade
HEM – hemicelulose
IM – índice de maturação
kg/t – quilograma por tonelada
MDPS – milho desintegrado com palha e sabugo
MS – matéria seca
MV – matéria verde
N- NH_3 (% Ntotal) – teor de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total
 NH_3 – amônia
PB – proteína bruta
QM – quadrado médio
 R^2 – coeficientes de determinação
TD – taxa de degradação

RESUMO

SANTOS, Roberto Valadares **Silagem de cana-de-açúcar em duas idades de corte com diferentes aditivos**. Lavras: UFLA, 2004. 65p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia)¹.

Foram avaliadas as características bromatológicas e a degradabilidade *in situ* da cana-de-açúcar (*Sacharum spp.*) com diferentes aditivos em duas idades de corte, antes e depois do processo da ensilagem. Os tratamentos foram arrançados em um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os cortes foram efetuados aos 11 e 24 meses, em outubro de 2002 e agosto de 2003, respectivamente. Os aditivos utilizados foram 1% de uréia, 8% de MDPS, 0,5% de mineral e 1% da mistura uréia + sulfato de amônio, este último adicionado apenas na cana *in natura*. Após a colheita, a cana-de-açúcar foi picada em partículas de 2 a 5 mm, aditivada e ensilada em silos de PVC com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento, com capacidade para, aproximadamente, de 3 kg de silagem cada um. No fundo dos silos foi colocado 1 kg de areia seca, protegida com uma tela fina de plástico e duas camadas de pano 'sarja', para determinação de perdas no processo de ensilagem. Foram determinadas ainda as porcentagens e produções de matéria seca (MS), teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro e ácido (FDN) e (FDA), pH e degradabilidade *in situ*. Ocorreu um aumento de 25,19% na produção de matéria seca da cana-de-açúcar dos 11 aos 24 meses de idade de corte. Os valores de pH não variaram com a idade de corte, porém, diferiram entre os tratamentos silagem e cana *in natura*. O tratamento cana *in natura* adicionada com 1% da mistura uréia + sulfato de amônio resultou em melhores valores bromatológicos e de degradabilidade da matéria seca em relação aos outros tratamentos. O material ensilado, quando aditivado, apresentou melhoria nos teores de PB, FDN, FDA. A degradabilidade da matéria seca das silagens não foi afetada pela idade de corte, tendo diferenças significativas apenas entre os tratamentos utilizados. No processo de ensilagem observaram variações nas perdas por gases e recuperação da matéria seca somente entre as idades de corte. Já nas perdas por efluente houve variação apenas entre tratamentos.

¹ Comitê Orientador: Antônio Ricardo Evangelista (Orientador); Juan Ramon O. Perez; José Cardoso Pinto.

ABSTRACT

Santos, Roberto Valadares. **Silage of sugar cane with different additives at two cutting ages**. Lavras: UFLA, 2004. 65p. (Dissertation – Master in Animal Science)².

The bromatological characteristics and in situ degradability of sugar cane (*Sacharum* spp.) with different additives at two cutting ages before and after ensiling process were evaluated. The treatments were arranged in a completely randomized design with three replicates. The additives utilized were 1% of urea, 8% of ground ears with husks, 0.5% of mineral and 1% of the urea + ammonium sulfate mixture, this latter, added only on the in natura cane. Sugar cane was cut at two cutting ages, chopped to particles of 0.2 to 0.5 cm, made additive and ensiled into PVC pipes 10 cm in diameter and 50 cm in length with a capacity for about 3 kg of silage. On the bottom of the silos, 1 kg of dry sand protected by a fine plastic screen and two layers of “serge” cloth were placed for determination of losses in the ensiling process. Further, the percentages and yields of dry matter (DM), contents of crude protein (CP), neutral and acid detergent fiber (NDF) and (ADF), pH and in situ degradability were determined. An increase of 25.19% in the dry matter yield of sugar cane from 11 to 24 months old of cutting took place. The values of pH did not range with cutting age, but they differed among the silages and in natura cane treatments. The in natura cane treatment added with 1% of the urea + ammonium sulfate treatment resulted into best bromatological and degradability values of dry matter relative to the other treatments. The ensiled material when made additive showed improvement in the contents of CP, NDF, ADF. The degradability of the dry matter of the silages was not affected by cutting age, it's having significant differences only among the treatments utilized. In the ensiling process, variations in the losses by gases and recovery of dry matter only among cutting ages were found. But in the losses by effluent there was variation only among treatments.

² Guidance Committee: Antônio Ricardo Evangelista; Juan Ramon O. Perez; José Cardoso Pinto.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma cultura bastante difundida no Brasil (Faria, 1993), sendo industrialmente utilizada para produção de açúcar e álcool. O país apresenta uma área plantada de 4.887.647 hectares (Agrianual, 2002) e uma produtividade média de 70 t/ha.

O uso da cana-de-açúcar na alimentação animal, principalmente de ruminantes, tem tido importância cada vez maior no Brasil, com o objetivo de reduzir o custo da dieta, sem perdas expressivas de desempenho animal. Em sistemas de produção, tanto de leite quanto de corte, vem-se adotando a cana-de-açúcar em substituição às silagens de milho ou sorgo. A facilidade de cultivo, coincidência do melhor valor nutritivo com o período de escassez de forragens, manutenção da qualidade nutritiva por longo tempo após a maturidade e a grande aceitação por parte dos animais são razões suficientes para explicar sua grande difusão como alimento para bovinos.

O alto potencial forrageiro da cana-de-açúcar no Brasil é decorrente da sua grande capacidade de produção de MS (MS) por hectare e do alto conteúdo de energia por unidade de MS. Dentre as forrageiras tropicais, a cana tem alto potencial para maximização da taxa de lotação animal a um baixo custo por unidade de área trabalhada. (Costa, 2002).

No entanto, o corte diário da cana apresenta limitações por dificultar a homogeneidade de rebrota, prejudicando os tratamentos culturais, como a capina, adubações e o controle com herbicidas, resultando em menor longevidade dessas glebas. Também ocorrem situações menos comuns em que se deseja utilizar a cana como forrageira durante o ano todo, resultando em corte diário durante o verão, caracterizado por forragem de baixo valor nutritivo, contendo baixos teores de sacarose (Matsuoka & Hoffmanm, 1993), além do convívio com a

dificuldade operacional de colheita no período chuvoso, que também resulta na morte de plantas e problemas de manutenção do stand dos talhões. Ainda, nos casos de incêndio acidental ou intencional dos canaviais, a ensilagem da cana pode ser a única forma de evitar perda total da forragem, que muitas vezes, constitui-se no único recurso forrageiro de que dispõe o produtor no período da seca.

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, pois a cana está no ponto de corte na estação seca, facilitando o processo de ensilagem.

Como mencionado anteriormente, normalmente a cana fresca e picada é fornecida aos animais e em função da grande dificuldade do corte diário e no sentido de viabilizar a sua utilização na alimentação de ruminantes, é cada vez maior a utilização da técnica da ensilagem.

Em razão da grande demanda por informações sobre técnicas de conservação, mais especificamente sobre a ensilagem da cana-de-açúcar, objetivou-se, neste estudo, avaliar o valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar com diferentes aditivos em duas idades de corte.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes

A cana-de-açúcar pertence à classe das monocotiledôneas, família Poaceae (Gramineae), gênero *Saccharum*, sendo que a espécie atualmente cultivada no Brasil é a *Saccharum* spp, cana híbrida resultante de cruzamentos interespecíficos.

Conforme Andrade (2001), desde 1532, quando a cultura foi introduzida no Brasil, a cana vem proporcionando contribuições econômicas e sociais muito grandes, sendo utilizada para produzir açúcar, álcool, aguardente e forragem, além dos subprodutos, como ponta-de-cana, bagaço, melaço, torta de filtro, vinhaça e leveduras, os quais têm grande importância econômica.

A cana-de-açúcar é de grande importância, em todo o Brasil, devido às suas características agrônômicas, dentre elas a tolerância a períodos de estiagem e o alto potencial de produção de MS e carboidratos por hectare.

Como forragem, a cana se constitui numa das mais importantes plantas forrageiras, contribuindo para significativas reduções nos custos de produção de carne e/ou leite. Possui um enorme potencial para uso na forma de forragem, em razão dos seus atributos: cultivada em todo o território brasileiro; cultura permanente de fácil implantação, requerendo poucos tratos culturais; produz elevados rendimentos de forragem (mais de 120 t/ha) em uma única colheita, exatamente no período de baixa disponibilidade de pasto; possui elevado conteúdo de sacarose no colmo, mantendo 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 pelo gado (até 45 kg/vaca/dia de forragem verde) (Torres, 2001). Ainda, segundo Peixoto (1986), a cana-de-

açúcar produz, em média, de 10 a 20 t de nutrientes digestíveis totais por hectare e uma produção de 30 t de MS por ha por ano (Faria, 1993).

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).

A cana-de-açúcar, quando utilizada como alimento exclusivo para ruminantes, apresenta limitações de ordem nutricional, em virtude dos baixos teores de proteína e minerais e ao alto teor de fibra de baixa degradação ruminal causando baixa produtividade animal (Leng, 1988).

Segundo Torres (2001) a utilização de 0,5 a 1% da mistura uréia/sulfato de amônio na proporção respectiva de 9:1 à cana picada “in natura”, tem sido bastante difundida para a melhoria do valor nutricional da sua forragem, este autor relata que em experimentos conduzidos na Embrapa Gado de Leite mostraram que a adição de enxofre à dieta de cana-de-açúcar + uréia aumentou em 20% o ganho em peso de animais mestiços em crescimento, o que pode ser atribuído ao aumento do consumo de forragem e melhoria da eficiência alimentar.

2.2 Idade de corte

Segundo Oliveira (1999) a maturação da cana-de-açúcar ocorre da base para o ápice do colmo, nos distintos nós e entrenós. A cana imatura apresenta valores bastante distintos nesses segmentos, os quais vão se aproximando no processo de maturação. Assim, o critério mais racional de estimar a maturação pelo refratômetro de campo é pelo índice de maturação (IM), que fornece o quociente da relação:

$$IM = \frac{\text{Brix da ponta do colmo}}{\text{Brix da base do colmo}}$$

Admitem-se, para a cana-de-açúcar, os seguintes estádios de maturação:

TABELA 1. Índice de maturação

IM	Estádio de Maturação
< 0,60	Cana verde
0,60 - 0,85	Cana em maturação
0,85 - 1,00	Cana madura
> 1,00	Inversão da sacarose

Fonte: www.agrobyte.com.br/cana.htm

Peixoto (1986) relata que uma das dificuldades encontradas para se avaliar comparativamente a cana-de-açúcar como alimento está no fato de que na maioria dos trabalhos realizados não são citadas as variedades utilizadas e que as amostragens feitas para fins de análises nem sempre correspondem aos mesmos estádios de maturação.

Matsuoka & Hoffmann (1993) relataram que, nas variedades de cana-de-açúcar, a curva de maturação é diferente, sendo distintas a porcentagem de sacarose e a qualidade da fibra.

Kung Jr & Stanley (1982), estudaram o efeito do estágio de maturidade sobre o valor nutritivo da planta inteira de cana-de-açúcar utilizada como silagem, efetuando os cortes aos 6, 9, 12, 15 e 24 meses após o plantio. Os autores encontraram aumento na porcentagem de MS, digestibilidade *in vitro* da

MS (DIVMS) e decréscimo nos teores de proteína bruta (PB) e fibra bruta com o aumento das idades de corte.

Preston (1976) recomenda que o teor de brix da cana-de-açúcar a ser utilizado na engorda de bovinos seja maior que 12° e que a sua colheita seja realizada após 12 meses do plantio.

2.3 A ensilagem da cana-de-açúcar

Define-se silagem como sendo o produto resultante da fermentação da planta forrageira, na ausência de ar, finamente picada e acondicionada rapidamente em estrutura de armazenagem.

Durante a fermentação, ocorrem transformações químicas, com alguma perda de nutrientes. Essas perdas podem ser divididas em duas classes: a) perdas evitáveis, representadas pela ocorrência de mofos e podridões decorrentes de práticas incorretas de ensilagem; b) perdas não evitáveis, que incluem mudanças bioquímicas, respiração das plantas e fermentação (Torres, 1984).

Para que haja um mínimo de perdas durante a confecção da silagem, alguns fatores devem ser considerados. O teor de umidade das forrageiras ao serem ensiladas tem grande influência nas reações químicas que ocorrerão durante o armazenamento, afetando, conseqüentemente, o valor nutritivo da silagem (Barnett, 1954). Taxas de enchimento lentas do silo produzem silagem com inferior qualidade de fermentação (Yoder et al., 1960), com maiores perdas de MS (Miller et al., 1961/62), quando comparadas com taxas rápidas.

Segundo Boin (1975), outros parâmetros importantes são a presença de bactérias produtoras de ácido láctico e a quantidade de seus substratos (carboidratos solúveis). Em outras forrageiras, que não milho e sorgo, a quantidade de carboidratos solúveis pode ser um fator limitante na produção de

silagens com concentração de MS inferior a 30%-35%. É sabido, ainda, que muitas das forrageiras tropicais apresentam baixo teor de carboidratos solúveis.

Em princípio, qualquer espécie forrageira, anual ou perene, pode ser ensilada. Finalmente, vale ressaltar que a ensilagem é, basicamente, a preservação dos nutrientes da planta forrageira e não um método para melhorá-la.

Santos et al. (2003), avaliando o perfil de fermentação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) acrescida de 10% de milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS), constatou que a silagem não estabilizou com 100 dias de fermentação.

Os problemas observados na ensilagem da cana-de-açúcar são decorrentes, principalmente, da intensa atividade de leveduras que naturalmente colonizam a planta (epifíticas), que convertem os açúcares solúveis da forragem a etanol, CO₂ e água, levando a grandes perdas de carboidratos solúveis, baixos teores de ácidos láctico e acético e aumento no teor de fibra da silagem (Alli et al., 1983).

Segundo McDonald et al. (1991), citados por Nussio (2002), as leveduras não são inibidas pelo pH das silagens, podendo ser encontradas com valores variando de 3,0 a 8,0. Sob condições aeróbias, elas são capazes de tolerar ácidos orgânicos melhor do que qualquer microrganismo, obtendo energia pela fermentação de açúcares.

A cana-de-açúcar tem sido utilizada como forragem na estação seca, sendo conservada no próprio canavial e cortada à medida das necessidades. Entretanto, esta prática é um fator limitante da utilização da cana em larga escala pela dificuldade operacional, devido à necessidade de corte diário. Durante o período das chuvas, não só a confecção de silagem é mais problemática, como também, optando-se pela administração da cana fresca, reduz-se a capacidade de mecanização das operações a campo, dificultando o corte diário e conduzindo a

irregularidades no fornecimento do alimento. Tal limitação pode ser contornada pela ensilagem, o que reduzirá o trabalho e os deslocamentos diários de máquinas na propriedade.

Optando-se pela ensilagem, grandes talhões podem ser colhidos em um curto espaço de tempo, no período do inverno (seca), quando a cana apresenta seu melhor valor nutritivo, o que coincide com a época mais propícia para a movimentação de máquinas no campo.

A ensilagem da cana-de-açúcar constitui-se em uma solução operacional, sem a devida preocupação com as perdas de valor nutritivo e o custo energético que representa essa decisão.

A colheita da cana para ensilagem em uma época específica poderá reduzir os gastos com mão-de-obra e facilitar o manejo de forragem na propriedade, além de maximizar a utilização do maquinário. Isso porque as máquinas utilizadas na época de chuvas para ensilagem de outras forrageiras também poderão ser utilizadas durante a época seca com a ensilagem da cana.

Segundo Evangelista et al. (2002a), um dos inconvenientes de ensilar a cana-de-açúcar é o tipo de fermentação ocorrida, devido ao alto conteúdo de açúcares solúveis associado à leveduras que, normalmente, estão presentes na cana; ocorrendo uma fermentação espontânea que metaboliza os açúcares em álcool.

2.4 Aditivos

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; Absorventes, que são adicionados principalmente nas forragens com baixo teor de MS para reduzir perdas de nutrientes por efluentes e diminuir a poluição ambiental.

Conforme Bolsen (1994), citado por Costa et al. (2001), agrupam-se na classificação e exemplos de aditivos para silagem as fontes de carboidratos, minerais e proteínas, dentre outros aditivos.

No Brasil, as pesquisas com aditivos para silagens concentraram-se nos aditivos absorventes, para conservação de forrageiras com elevado teor de umidade, especialmente o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) (Lavezzo, 1985).

O processo de aditivação com materiais absorventes promove um aumento no teor de MS, garantindo melhores condições para as fermentações desejáveis (Jones & Jones, 1995). Além disso, ocorre a 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 (Vilela, 1998; Lavezzo, 1985; Balsalobre et al., 2001; Igarasi 2003).

O uso de minerais na ensilagem de cana-de-açúcar tem o objetivo de inibir a excessiva produção de etanol. Segundo Vilela (1984), o sal comum, assim como os ácidos minerais, é inibidor da fermentação no processo de ensilagem.

Segundo Weiss (1996), os aditivos são usados para diminuir as perdas no processo de fermentação e aumentar o valor nutritivo da silagem.

2.5 Perdas na ensilagem

As perdas através do efluente das silagens contém grande quantidade de compostos orgânicos, como açúcares, ácidos orgânicos, proteínas e outros componentes, constituindo-se em uma forma importante de perda de valor nutritivo durante o processo de conservação (McDonald et al., 1991).

A produção de efluente é influenciada pelo teor de MS da cultura ensilada, tipo de silo, grau de compactação e o processamento físico da forragem. Em forrageiras ensiladas com alta umidade, as perdas de MS por efluente podem exceder 10%, sendo que, em teores de MS em torno de 30%, a produção de efluente pode ser pouco significativa (Haigh, 1999; Jones & Jones, 1995). Alguns estudos têm mostrado relação negativa entre o teor MS da forragem ensilada e o volume de efluente produzido, sendo que através do efluente são drenados, em solução, componentes nitrogenados, açúcares e minerais, ocasionando uma somatória de perdas no valor nutritivo do alimento (Fisher et al., 1981; Reynolds et al., 1995; O' Donnell et al., 1997; Haigh, 1999).

Outra importante forma de perda durante o processo de ensilagem é a perda por gases. De acordo com Balsalobre et al. (2001) e McDonald et al. (1991), essas perdas estão associadas ao tipo de fermentação ocorrida no processo.

Coan et al. (2002), avaliaram a composição química de cana-de-açúcar madura (12 meses de rebrota) ensilada em silos de PVC, durante 55 dias. Os autores relataram diminuição no teor de MS e aumento nos constituintes da parede celular com maiores concentrações de FDN, FDA e lignina e aumento no teor de PB da silagem em relação à cana fresca. O padrão de fermentação de silagens de cana-de-açúcar ensilada após 12 meses de crescimento (primeiro corte) em silos de PVC foi estudado por Molina et al. (2002), por meio da amostragem das silagens com 1, 3, 5, 7, 14, 28 e 56 dias de conservação.

Detectou-se redução no teor de MS da silagem entre o primeiro e o último dia considerados, porém, não houve diferença para os valores de pH e PB.

Segundo Pedroso (2003), a ensilagem da cana-de-açúcar foi caracterizada pela intensa fermentação alcoólica, o que resultou em perdas excessivas de MS e CHOs, principalmente na forma de gases, causando acúmulo dos componentes da parede celular e perda de 25% na DIVMS da forragem.

2.6 Degradabilidade ruminal

A exploração racional dos ruminantes está na sua capacidade de extrair nutrientes de alimentos volumosos por meio de processos digestivos que normalmente ocorrem no rúmen do animal (Stern et al., 1997) e convertê-los em alimentos de alta qualidade e baixo custo.

Os sistemas químicos de análise, conquanto mais rápidos e de mais alta precisão, não refletem bem a realidade biológica, o que pode ser alcançado com outros sistemas de avaliação. Na nutrição de ruminantes, os novos sistemas de balanceamento e avaliação de dietas exigem o conhecimento das degradabilidades dos ingredientes (Valadares Filho, 1994).

A técnica “*in situ*” tem sido considerada como a mais apropriada para a determinação da degradabilidade ruminal dos alimentos (Arieli et al., 1989), fornecendo uma estimativa da proporção do alimento que é rapidamente fermentada e da taxa de degradação dos componentes insolúveis que são susceptíveis de fermentação no rúmen.

A técnica de degradabilidade *in situ*, como forma de avaliação de alimentos para ruminantes, é a metodologia na qual o alimento é incubado em sacos de náilon suspensos no rúmen de animais fistulados. Esta técnica tem se

apresentado como uma alternativa viável, principalmente em função de sua simplicidade e economicidade, além de permitir o acompanhamento da extensão de degradação ao longo do tempo (Mehrez & Orskov, 1977; Orskov & McDonald, 1979; ARC, 1984; NRC, 1989). O conhecimento gerado a partir de estudos cinéticos possibilita uma maior compreensão do comportamento ruminal dos componentes bromatológicos dos alimentos volumosos e sua melhor utilização. Além de sua rápida e fácil execução, requerendo pequena quantidade de amostra do alimento, permite o contato íntimo com o ambiente ruminal. Não existe melhor forma de simulação do rúmen para um dado regime de alimentação (temperatura, pH, tamponamento, substrato, enzimas, etc.), pois o material a ser analisado é exposto às condições ruminais normalmente encontradas (Orskov & McDonald, 1979; Orskov et.al., 1980), embora o alimento não esteja sujeito a todos os eventos digestivos, como mastigação, ruminação e passagem (Nocek, 1988; Vieira, 1995), além do que, talvez, seja afetado pela atuação da saliva (Church, 1993).

Essa técnica, embora muito utilizada, tem sido criticada no que se refere a problemas experimentais, como tamanho dos poros do saco de náilon, tamanho das partículas, dieta animal, em relação ao peso da amostra, área dos sacos de náilon, de incubação, frequência de alimentação, contaminação microbiana do alimento não degradado, influxo e efluxo de micropartículas colocam em dúvida a eficiência desta técnica (Nocek & Russel, 1988; Mertens, 1993; Broderick, 1995). Assim, a degradabilidade efetiva no rúmen depende de características inerentes ao alimento, do nível de ingestão, tipos e formas dos processamentos que os alimentos foram submetidos e de possíveis limitações nos processos de fermentações no rúmen, principalmente do estado sanitário do animal (Silva, 1999). Segundo Andrade (1994), há necessidade de uma tentativa de uniformização da técnica relacionada a esses fatores por constituírem as

principais variáveis que influenciam sobre os mecanismos de controle do processo, sendo necessários para que os valores sejam reais e utilizáveis.

Van Soest (1994) relata que é desejável que se mantenha uma ampla relação entre o peso da amostra e o tamanho do saco de náilon, pois contribui para minimizar a variação dos resultados. Barbosa et al. (1998) relataram que os valores de degradação ruminal podem ser significativamente afetados pelo tamanho da partícula, o que compromete a estimativa dos parâmetros de degradação da MS. Os sacos de náilon, com porosidade de 40 a 60 micras de diâmetro reúnem características desejáveis que favorecem o fluxo de fluido ruminal que evita a saída de partículas não degradadas.

A necessidade de lavagem de amostra após a incubação, segundo Nocek, et al. (1979), foi baseada na suposição de que qualquer material que alcança, por influxo, o interior do saco é solúvel ou é degradado.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e clima

Os trabalhos foram conduzidos no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais. Segundo Castro Neto e Silveira (1983), o município situa-se a 21° 14' de latitude Sul e 45° 00' de longitude Oeste de Greenwich, com uma altitude média de 918 metros. Os dados relativos à precipitação, umidade relativa do ar e temperatura durante as épocas de corte, encontram-se nas Figuras 1 e 2.

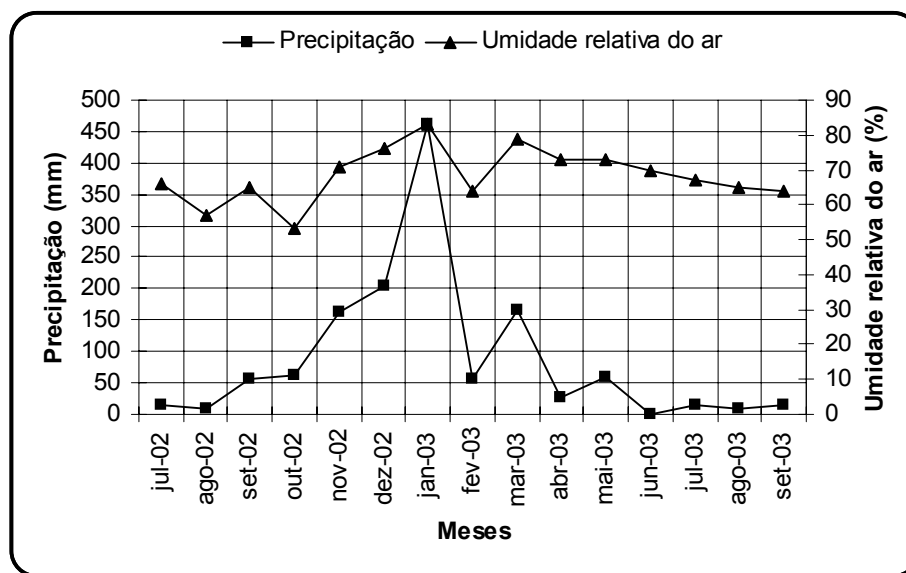


FIGURA 1. Precipitação e umidade relativa do ar durante o período das épocas de corte. DEG/UFLA.

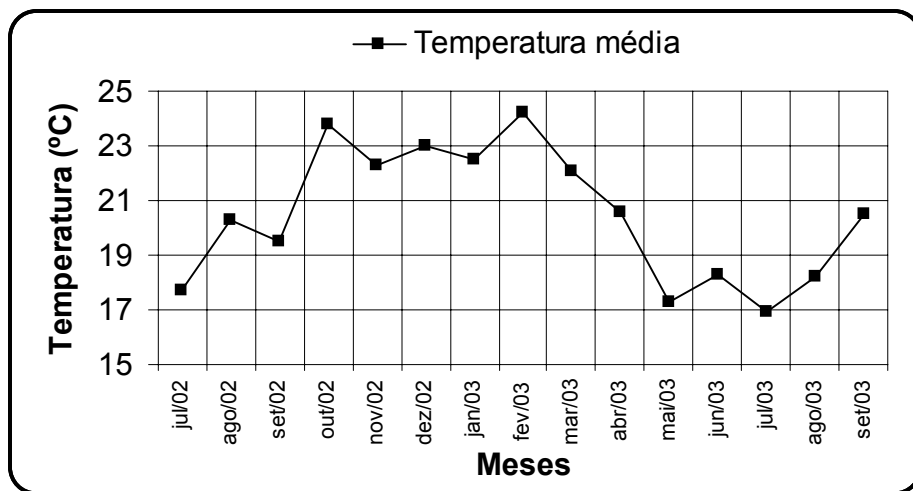


FIGURA 2. Temperatura durante o período das épocas de corte. DEG/UFLA.

3.2 Idade de corte

O experimento constou de duas idades de corte da cana-de-açúcar. A primeira foi realizada no dia 11 de outubro de 2002, 24 meses após o plantio, caracterizando uma cana planta bisada, enquanto a segunda ocorreu no dia 11 de setembro de 2003, após 11 meses de rebrota.

3.3 Variedade

Os cortes foram realizados em um canavial já estabelecido na Fazenda Cedro, localizada no município de Lavras, nas proximidades da Universidade Federal de Lavras, sendo a variedade de cana-de-açúcar utilizada no experimento a RB-72.454.

3.4 Rendimento de MS

Para determinar o rendimento de MS em t/ha foram demarcadas, aleatoriamente no canavial, 4 áreas de 1 m² cada e, após a demarcação, cada área foi cortada e pesada com dinamômetro de campo e, a partir destes dados, estimou-se o rendimento médio de MS por unidade de área.

3.5 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 18 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial 2x9 sendo:

- **Dois idades de corte** (11 e 24 meses).
- **Nove formas de utilização** (cana picada acrescida de 1% da mistura uréia e sulfato de amônio SA; cana *in natura* e ensilada; cana *in natura* e ensilada acrescida de 1% de uréia; cana *in natura* e ensilada acrescida de 8% de MDPS e cana *in natura* e ensilada acrescida de 0,5% de sal mineral).

O modelo estatístico utilizado para os dados de qualidade foi:

$$y_{ij} = \mu + I_i + F_j + IF_{ij} + e_{ij}$$

sendo:

- μ = média geral;
- I_i = o efeito da idade de corte $i = 1, 2$;
- F_j = o efeito da forma de utilização, com $j = 1, 2, 3, 4, 5$;
- IF_{ij} = o efeito da interação da idade de corte I_i com a forma de utilização F_j ;
- e_{ij} = o erro experimental associado às observações que, por hipótese, tem distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

O esquema da análise de variância com as causas de variação e os graus de liberdade para os dados de qualidade foi o seguinte:

Causas de variação	G L
Idades de corte (I)	1
Forma de utilização (F)	8
Interação I*F	8
Tratamentos	17
Resíduo	36
Total	53

3.6 Silos experimentais

Para confecção dos silos experimentais, foram utilizados canos de PVC com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento, com tampas apropriadas para vedação, adaptados com válvula tipo Bunsen, com capacidade para aproximadamente 3 kg de silagem. No fundo de cada silo foi colocado 1 kg de areia seca, protegida com uma tela fina de plástico e duas camadas de pano de algodão, evitando o contato da areia com a forragem, possibilitando realizar a medida quantitativa do efluente produzido, segundo a técnica adaptada de Igarasi (2002).

3.7 Colheita e picagem

Nas idades de corte mencionadas no item 3.2, a cana-de-açúcar foi cortada manualmente, levada para um galpão e picada em partículas de 2 a 5 mm, em uma picadeira estacionária.

3.8 Confecção da silagem

A cana-de-açúcar picada foi submetida aos tratamentos mencionados no item 3.5, amostrado e as amostras encaminhadas para estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas, em seguida pesada, moída e armazenada para análises posteriores.

A compactação nos silos experimentais foi feita manualmente, com auxílio de barras de ferro. Ao final da compactação, os silos experimentais foram fechados e vedados com fita adesiva. Em seguida, os silos foram pesados e levados para o galpão onde foram armazenados em temperatura ambiente.

3.9 Abertura dos silos experimentais

Após 60 dias da ensilagem, os silos experimentais foram abertos, de acordo com o seguinte procedimento:

- pesagem dos silos antes da abertura;
- amostragem da silagem;
- pesagem da silagem;
- pesagem da areia.

3.9.1 Determinação das perdas por gases

As perdas por gases foram calculadas pela diferença entre o peso dos silos no dia da ensilagem e o peso no dia da abertura e expressa em porcentagem da MS, conforme equação abaixo:

$$PG = \frac{Pse - Psa}{Me} \times 1000$$

sendo:

PG = perdas por gases (% de MS);

Pse = peso do silo após ensilagem;

Psa = peso do silo antes da abertura;

Me = material ensilado (kg de MS).

3.9.2 Determinação das perdas de efluente

Após a retirada da silagem, a areia depositada no fundo do silo foi pesada para quantificar o acúmulo de efluente, e determinar a proporção em relação ao material ensilado, conforme equação abaixo:

$$E = \frac{Paa - Pac}{Mfi} \times 100$$

sendo:

E = produção de efluentes (kg/t de matéria verde);

Pac = peso da areia seca no dia da confecção da silagem;

Paa = peso da areia após a abertura do silo;

Mfi = massa de forragem no fechamento, em kg.

3.9.3 Determinação da taxa de preservação de MS

A taxa de preservação de MS foi obtida pelo peso do material retirado no dia da ensilagem dividido pelo peso do material retirado no dia da abertura dos silos expressa em %, conforme equação abaixo:

$$TPMS = \left(\frac{Pme \times MSe}{Pma \times MSa} \right) \times 100$$

sendo:

TPMS = taxa de preservação de MS (%);

Pme = peso do material ensilado (kg);

MSe = teor de MS do material ensilado (%);

Pma = peso do material ensilado no dia da abertura (kg);

MSa = teor de MS do material ensilado no dia da abertura (%).

3.9.4 Delineamento experimental e tratamentos para dados de perdas

O delineamento experimental utilizado para a estimativa de perdas nas silagens foi o inteiramente casualizado, com 8 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial 2x4 sendo:

- **Dois idades de corte** (11 e 24 meses).
- **Quatro formas de utilização** (cana ensilada; cana ensilada com 1% de uréia; 8% de MDPS; e 0,5% de sal mineral).

3.9.5 Modelo estatístico para os dados de perdas

O modelo estatístico utilizado para perdas é o seguinte:

$$y_{ij} = \mu + I_i + A_j + IA_{ij} + e_{ij}$$

sendo:

- μ = média geral;
- I_i = o efeito da idade de corte $i = 1, 2$;
- A_j = o efeito do aditivo na ensilagem, com $j = 1, 2, 3, 4$;
- IA_{ij} = o efeito da interação da idade de corte I_i com o aditivo utilizado na ensilagem A_j ;
- e_{ij} = o erro experimental associado aos valores observados que, por hipótese, têm distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

O esquema da análise de variância para os dados de perdas foi o seguinte:

Causas de variação	G L
Idades de corte (I)	1
Aditivos (A)	3
Interação I*A	3
Tratamentos	7
Resíduo	16
Total	23

3.10 Determinação do brix e do índice de maturação (IM) da cana-de-açúcar

Para a determinação do brix, foi utilizado o refratômetro de campo, que fornece diretamente a porcentagem de sólidos solúveis do caldo da cana-de-açúcar.

O brix da ponta e da base do colmo da cana-de-açúcar foi determinado, tomando-se aleatoriamente essas partes na colheita e em amostras após a picagem.

O índice de maturação (IM) foi estimado pelo quociente da relação:

$$IM = \frac{Brix_{pc}}{Brix_{bc}}$$

sendo:

IM = índice de maturação

Brix_{pc} = brix da ponta do colmo

Brix_{bc} = brix da base do colmo

3.11 Análises da cana e das respectivas silagens

Para cana *in natura*, as amostras foram colhidas a partir do material previamente picado e misturado com os aditivos, tomando-se aproximadamente 800 g para os procedimentos laboratoriais e 50 g para determinação do pH.

Para as silagens, a amostragem foi realizada aos 60 dias após a ensilagem. Na coleta das amostras, foram desprezados os 5 cm das porções superior e inferior dos silos. Após esse procedimento, a silagem foi homogeneizada e, desta, extraída uma amostra de aproximadamente 800 g para

as análises de laboratório e outra de 50 g para determinação imediata do pH. As amostras da silagem e cana da *in natura* foram pré-secadas em estufa a 60°C, por 72 horas, em seguida separadas, moídas em moinho tipo Willey e armazenadas em potes plásticos devidamente identificados.

3.11.1 Análises químicas

Tanto as amostras de silagem e de cana *in natura* foram submetidas às análises bromatológicas (MS, PB, FDN, FDA).

As análises da forragem e da silagem foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras.

Os teores de matéria seca (MS) e de proteína bruta (PB) foram determinados conforme métodos recomendados pela AOAC (1990). Os teores de fibras em detergente neutro e ácido (FDN e FDA) foram determinados segundo as técnicas descritas por Goering e Van Soest (1970).

3.11.2 Análise estatística dos dados

Os dados experimentais foram analisados estatisticamente pelos procedimentos de análise de variância, por meio do programa estatístico SISVAR (Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados) (Ferreira, 2000).

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

Para as variáveis MS, pH, PB, FDN e FDA, realizou-se o teste de contraste não ortogonal entre os grupos; cana *in natura* com uréia + SA vs silagem da cana *in natura* vs silagem com os aditivos. As médias dos contrastes foram submetidas ao teste de Scheffé a 1% de probabilidade.

3.12 Ensaio de degradabilidade ruminal

Foram determinadas as degradabilidades *in situ* da MS, utilizando a técnica dos sacos de náilon conforme Mehrez & Orskov (1997), usando os procedimentos descritos por Nocek (1998).

Para o ensaio de degradabilidade ruminal foram utilizadas três vacas da raça nelore, não gestantes e não lactantes adaptadas com fístulas ruminais, com peso médio de 400 kg cada. Estes animais receberam cana-de-açúcar na alimentação diária. Foram utilizadas quatro repetições de cada tratamento, em cada animal.

Os sacos, de náilon medindo 7 x 5 cm, foram confeccionados com tecidos tipo poliéster, com 40 micras de abertura de malha, utilizando-se máquina seladora a quente. Para a obtenção dos pesos dos sacos vazios, eles foram colocados em estufa a 65°C, por 48 horas e, em seguida, foram resfriados em dessecador e pesados.

Após secagem em estufa ventilada a 65°C, por 72 horas, as amostras das silagens foram previamente moídas em moinho com peneira de 2 mm, e colocadas nos sacos de náilon, em quantidades aproximadas de 1,0 g de MS por saco. Buscando-se sempre manter a relação em torno de 20 mg de MS/cm² de área de superfície dos sacos, conforme recomendações de Kirkpatrick e Kennelly (1987).

Os tempos de incubação no rúmen foram de 0, 3, 6, 12, 24, 48 e 72 horas. Após cada tempo de incubação, os sacos removidos foram lavados com água corrente, a fim de serem retiradas as partículas de material ruminal aderidas à superfície externa dos sacos, bem como extrair os componentes solúveis que ainda permaneceram nos sacos após sua retirada do rúmen. Logo após a lavagem, os sacos foram secos em estufa de circulação forçada por 72 horas e colocados em dessecador, até esfriarem, sendo pesados novamente.

A degradabilidade da MS foi obtida por diferença de peso observado para cada componente entre as pesagens antes e após a incubação ruminal e expresso em percentagem.⁷

3.12.1 Modelo estatístico para determinação da degradabilidade

$$y_{ijklm} = \mu + a_i + b_j + ab_{ij} + \varepsilon_{ijk} + t_l + at_{il} + bt_{jl} + abt_{ijl} + \varepsilon_{ijklm}$$

sendo:

- y_{ijklm} =
- μ = média geral;
- a_i = o efeito do aditivo na ensilagem, com $j = 1, 2, 3, 4$;
- b_j = o efeito de idade de corte $i = 1, 2$;
- ab_{ij} = o efeito da interação da idade de corte fator a_i com o aditivo utilizado na ensilagem b_j ;
- ε_{ijk} = o erro experimental associado aos fatores na repetição k ;
- t_l = o efeito dos tempos de incubação $l = 1, 2, \dots, L$;
- at_{il} = o efeito da interação da idade de corte a_i com o tempo de incubação t_l ;
- bt_{jl} = o efeito da interação do aditivo b_j com o tempo de incubação t_l ;
- abt_{ijl} = o efeito da interação da idade de corte a_i com o aditivo b_j e tempo de incubação t_l ;
- ε_{ijklm} = o erro experimental associado aos fatores e aos tempos.

Os dados obtidos nos diferentes tempos de incubação (variável independente) foram ajustados para uma regressão não linear, conforme a equação proposta por Ørskov & McDonald (1979):

$$y = a + b(1 - e^{-ct})$$

sendo:

- y = degradabilidade acumulada do componente nutritivo analisado, após um tempo t ;
- a = intercepto da curva de degradabilidade quando t é igual a zero, que corresponde à fração solúvel em água do componente nutritivo analisado;
- b = potencial de degradação da fração insolúvel em água do componente nutritivo analisado;
- $a + b$ = degradabilidade potencial do componente nutritivo analisado quando o tempo não é um fator limitante;
- c = taxa de degradação por ação fermentativa de b ;
- t = tempo de incubação.

Uma vez calculados os coeficientes a , b e c , estes foram aplicados à equação proposta por Ørskov e McDonald(1979):

$$P = a + \left(\frac{b \times c}{c + k} \right)$$

Sendo:

P = degradabilidade ruminal efetiva do componente analisado;

k = taxa de passagem do alimento; assumindo-se uma taxa de passagem da digesta para o duodeno de 0,05 por hora, $k = 0,05$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção de matéria seca MS

A produção média de MS da cana-de-açúcar foi de 27 e 40,44 t/ha de MS aos 11 e 24 meses de idade, respectivamente. Já as produções de matéria verde foram de 96,2 e 128,6 t/ha aos 11 e 24 meses, respectivamente, havendo uma diferença de 25,19% para matéria verde e de 33,23% para MS, entre as idades de corte.

4.2 Índice de maturação

A cana-de-açúcar aos 11 meses de idade exibiu brix de 18,2% e índice de maturação (IM) de 0,90, caracterizando uma cana-de-açúcar madura. Aos 24 meses de idade, observaram-se teor médio de brix de 16,8% e índice de maturação (IM) de 0,72, caracterizando uma cana-de-açúcar em estágio de maturação.

Observou-se, na cana-de-açúcar aos 11 meses de idade, maiores brix e índice de maturação em função da data em que foi cortada, conforme a Figura 1 em que ocorrem menores precipitação e umidade relativa do ar, conseqüentemente maior acúmulo de sacarose nos colmos. No corte aos 24 meses de idade, já ocorrera alguma chuva, aumentando a precipitação e diminuindo o brix da cana.

Brieger (1968), citado por Carvalho (1992), considera uma cana madura quando atinge valores mínimos de 18% de brix (sólidos solúveis).

Preston (1976) recomenda que o teor de brix da cana-de-açúcar a ser utilizada na engorda de bovinos seja maior que 12° e que a colheita da mesma se proceda após 12 meses do plantio.

4.3 Concentração de MS

O teor de MS da cana-de-açúcar foi influenciado ($P<0,01$) pelas idades de corte, tratamentos e a interação entre eles (Tabela 1A). A cana-de-açúcar com 24 meses de idade apresentou teores mais elevados de MS quando comparada à idade de 11 meses, conforme se verificou na Tabela 2.

TABELA 2. Média dos teores de MS (% MS) nos diferentes tratamentos e idades de corte

Tratamento	MS		Média
	11 meses	24 meses	
Cana + uréia + S.A.	29,56cB	31,56cA	30,56
Cana fresca	29,29dB	31,47cA	30,38
Cana + uréia	29,30dB	31,61cA	30,45
Cana + MDPS	32,52aB	34,01aA	33,26
Cana + mineral	30,64bB	31,98bA	31,31
Silagem de cana	23,59gB	27,63gA	25,61
Silagem + uréia	24,47fB	28,54fA	26,50
Silagem + MDPS	27,96eB	30,71dA	29,33
Silagem + mineral	24,50fB	28,92eA	26,71
Média (%)	27,98B	30,14A	29,35

Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot ($P<0,05$).

A concentração de MS da cana fresca aumentou com o avanço da idade de 29,29%, aos 11 meses, 31,47%, aos 24 meses. Resultados semelhantes foram encontrados por Kung Jr. & Stanley (1982).

Apesar de um maior teor de MS da cana-de-açúcar aos 24 meses de idade, pode-se afirmar que esta possui menores teores de conteúdo celular

comparada à de 11 meses, devido aos menores índices de maturação e teor de brix.

Contrastando-se as idades de corte, observam-se maiores diferenças entre as médias dos tratamentos aos 11 meses de idade. Essa maior diferença decorre dos maiores conteúdos celulares encontrados nessa idade de corte.

Os resultados de concentração de MS da cana-de-açúcar *in natura* encontrados neste trabalho são semelhantes aos citados por Zamora (1973), 29,9%; Viana (1978), 29,9%; Deville (1979), 29,6% e Silva (2003), 31%.

Nos contrastes entre tratamentos, dentro de idades de corte, pode-se verificar diferenças médias maiores entre os tratamentos cana *in natura* vs silagem controle, havendo uma superioridade das médias dos teores de MS nos tratamentos do grupo cana *in natura* de 5,91% e 1,76%, aos 11 e 24 meses, respectivamente (Tabela 3). As silagens de cana-de-açúcar apresentaram menores valores de MS nas duas idades de corte, dentre todos os tratamentos.

Menores teores médios de MS do grupo das silagens possivelmente estão relacionados à diminuição do conteúdo celular, principalmente de carboidratos solúveis durante o processo fermentativo (Woolford, 1984), perda de MS por meio de efluentes e perdas por água resultante de reações metabólicas (McDonald et al., 1991).

Segundo Muck (1988), a perda de MS ocorre em função de alguns compostos voláteis que são produzidos pela fermentação e não são retidos na silagem, o que pode explicar a maior média geral no teor de MS da forragem fresca.

As silagens aditivadas com 8% de MDPS apresentaram maiores teores de MS nas duas idades de corte, 27,96 e 30,71% aos 11 e 24 meses, respectivamente. Essa elevação dos teores de MS das silagens deve melhorar o padrão de fermentação do material (Wieringa, 1958; Lavezzo, 1981; Andrade, 1995).

Resultados semelhantes foram encontrados por Bernades et al. (2003). As silagens de cana fresca e queimada, com 10% de MDPS, apresentaram os maiores teores de MS (27,2%), provavelmente devido à menor utilização de conteúdo celular na fermentação alcoólica.

TABELA 3. Valores médios para teores de MS (%) dos tratamentos *in natura* e silagem, avaliados em duas idades de corte

Grupos	Tratamentos	MS (%)	Média	Contrastes		
				1	2	3
11 MESES			Estimativas			
			3,92	5,97	2,05	
Cana <i>in natura</i> Uréia + SA	Cana + uréia + SA	29,56	A	A		
Silagem	Controle	23,59		B	B	
Silagem	Cana	25,64	B		A	
	Cana + 1% Uréia					
	Cana + 8% MDPS					
	Cana + 0,5% Mineral					
24 MESES			Estimativas			
			2,11	1,76	3,32	
Cana <i>in natura</i> Uréia + SA	Cana + uréia + SA	31,5	A	A		
Silagem	Controle	27,63		B	B	
Silagem	Cana	29,39	B		A	
	Cana + 1% Uréia					
	Cana + 8% MDPS					
	Cana + 0,5% Mineral					

Médias seguidas por letras distintas nas colunas para os contrastes diferem pelo teste de Scheffé ($P < 0,01$).

Andrade et al. (2001), estudando o valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia e acrescida de rolão-de-milho, relataram que houve uma redução na produção de etanol à medida que níveis mais altos de rolão-de-milho foram aplicados na ensilagem, mostrando que o aumento de MS limita a produção de etanol.

4.4 Valores de pH

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2A, os valores de pH da cana-de-açúcar foram influenciados pelas idades de corte e tratamentos ($P<0,01$) e pela interação entre eles ($P<0,05$).

No desdobramento da interação de idades de corte dentro de cada nível de forma de tratamento, em geral, a cana-de-açúcar com 11 meses de idade não apresentou diferença nos valores, de pH comparada à de 24 meses, conforme Tabela 4.

TABELA 4. Média dos valores de pH nos diferentes tratamentos e idades

Tratamento	pH		Média
	11 meses	24 meses	
Cana + uréia + SA	5,36aA	5,40aA	5,38
Cana fresca	5,29aA	5,27aA	5,28
Cana + uréia	5,36aA	5,36aA	5,36
Cana + MDPS	5,34aA	5,53aA	5,43
Cana + mineral	5,46aA	5,53aA	5,49
Silagem de cana	3,47bB	4,25bA	3,86
Silagem + uréia	3,82bA	3,78bA	3,80
Silagem + MDPS	3,32bB	3,78bA	3,55
Silagem + mineral	3,32bB	4,08bA	3,70
Média (%)	4,53B	4,77A	4,65

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott

De maneira geral o pH nas silagens da cana-de-açúcar cortada com 24 meses de idade foi maior em relação à cortada aos 11 meses. Este fato pode ser explicado pelo menor teor de carboidratos solúveis na cana-de-açúcar aos 24 meses.

Maiores valores de pH foram encontrados no grupo da cana *in natura* em relação ao grupo das silagens (Tabela 5), observando-se também uma maior diferença média no corte aos 11 meses em relação ao de 24 meses de idade. Esse fato possivelmente deve-se a um maior teor de carboidratos solúveis aos 11 meses, favorecendo a proliferação de microrganismos no ambiente e produção de ácidos orgânicos. Segundo Rotz & Muck (1994), um dos princípios básicos da ensilagem é a inibição do desenvolvimento dos microrganismos da silagem pelo abaixamento do pH ou exaustão dos substratos.

Os valores de pH encontrados no grupo das silagens variaram entre 3,32 e 4,25, os quais são favoráveis ao desenvolvimento das leveduras, microrganismos mais comuns em silagens de cana-de-açúcar que têm pH ótimo para desenvolvimento entre 3,5 e 6,5 (McDonald et al., 1991).

Não foram encontrados efeitos significativos da ação dos aditivos sobre os valores de pH das silagens com aditivos, cujos valores situam-se entre 3,32 a 4,08, ficando abaixo da faixa de 3,8 a 4,2, recomendada por Silveira (1975) para a obtenção de silagem de boa qualidade. Molina et al. (2002), avaliando silagens com diferentes aditivos, encontraram variações no pH entre 3,22 e 4,19.

TABELA 5 Valores médios de pH dos tratamentos *in natura* e silagens avaliados em duas idades de corte

Grupos	Tratamentos	Média	Contrastes		
			1	2	3
11 MESES			Estimativas		
			1,87	1,89	0,02
Cana <i>in natura</i>	Cana + uréia + SA	5,36	A	A	
Silagem	Controle	3,47		B	B
Silagens aditivadas	Cana + 1% Uréia Cana + 8% MDPS Cana + 0,5% Mineral	3,49	B		A
24 MESES			Estimativas		
			1,52	1,15	0,37
Cana <i>in natura</i>	Cana + uréia + SA	5,40	A	A	
Silagem	Controle	4,25		B	A
Silagens aditivadas	Cana + 1% Uréia Cana + 8% MDPS Cana + 0,5% Mineral	3,88	B		B

Médias seguidas por letras distintas nas colunas para os contrastes diferem pelo teste de Scheffé ($P < 0,01$).

4.5 Teor de proteína bruta (PB)

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3A, o teor de PB na MS da cana-de-açúcar foi influenciado ($P < 0,01$) pelas idades de corte, tratamentos e a interação entre eles.

Na cana-de-açúcar com 11 meses de idade, observaram-se teores mais elevados de proteína bruta na MS, quando comparada à idade de 24 meses

(Tabela 6). O avanço do estágio de crescimento da cana-de-açúcar ocasiona um decréscimo nos teores de PB na MS.

Kung Jr & Stanley (1982), estudando o efeito do estágio de maturidade sobre o valor nutritivo da planta inteira de cana-de-açúcar, constataram teores menores de PB na cana-de-açúcar com 24 meses de idade em comparação com idades mais jovens.

Os teores de PB na MS variaram entre 3,26% para o tratamento cana *in natura* + 0,5% mineral e 14,37% para silagem de cana + 1% de uréia, sendo o valor mais alto justificado pelo incremento de nitrogênio da uréia à cana-de-açúcar. Castro Neto et al. (2003), avaliando silagens de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos, observaram efeitos semelhantes.

TABELA 6. Média dos teores de proteína bruta (%) nos diferentes tratamentos e idades de corte

Tratamento	PB		Média
	11 meses	24 meses	
Cana + uréia + SA	10,16bA	7,46cB	9,03
Cana fresca	4,08eA	3,51eA	3,79
Cana + uréia	9,75bA	9,01bA	9,38
Cana + MDPS	4,98dA	3,95eB	4,46
Cana + mineral	3,71eA	3,26eA	3,48
Silagem de cana	5,19dA	4,53eA	4,69
Silagem + uréia	14,37aA	10,47aB	12,42
Silagem + MDPS	6,27cA	5,40dA	5,83
Silagem + mineral	5,45dA	4,06eB	4,39
Média (%)	7,11A	5,62B	6,42

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Observa-se uma superioridade dos teores de PB nos tratamentos ensilados sobre os tratamentos não ensilados, em ambas as idades de corte.

Na silagem de cana-de-açúcar observa-se um incremento de 1,11% e 1,02% de PB na MS em relação à cana-de-açúcar *in natura* com 11 e 24 meses de idade, respectivamente.

O maior teor de componentes da parede celular é consequência da perda de carboidratos solúveis por respiração no processo de fermentação da silagem, o que provoca o aumento da participação percentual de PB na MS da silagem. Segundo Rotz & Muck (1994), citados por Pedroso (2003), o teor de PB pode sofrer aumento de 1% a 2% na MS, devido ao mesmo processo.

As concentrações de PB na MS observadas nos tratamentos aditivados com uréia, neste trabalho, estão acima do mínimo exigido pelos ruminantes, cujo valor é de 7% na dieta, conforme relatado por Church (1988). Este autor salienta, ainda, que esse valor está associado à melhor fermentação microbiana efetiva no rúmen dos animais.

Nos contrastes dos dados, conforme a Tabela 7, observa-se que o grupo das silagens com aditivos, apresentou maiores médias percentuais de PB sobre o grupo controle. O mesmo é observado no grupo cana *in natura* sobre os demais grupos.

TABELA 7. Valores médios para teores de PB (%) dos tratamentos *in natura* e silagens avaliados em duas idades de corte

Grupos	Tratamentos	Média	Contrastes		
			1	2	3
11 MESES			Estimativas		
			1,46	4,97	3,51
Cana <i>in natura</i>	Cana + uréia + SA	10,16	A	A	
Silagem	Controle	5,19		B	B
Silagens	Cana + 1% Uréia	8,70	B		A
	Cana + 8% MDPS				
	Cana + 0,5% Mineral				
24 MESES			Estimativas		
			0,82	2,93	2,11
Cana <i>in natura</i>	Cana + uréia + SA	7,46	A	A	
Silagem	Controle	4,53		B	B
Silagens	Cana + 1% Uréia	6,64	B		A
	Cana + 8% MDPS				
	Cana + 0,5% Mineral				

Médias seguidas por letras distintas nas colunas, para os contrastes, diferem pelo teste de Scheffé ($P < 0,01$).

4.6 Teor de fibra em detergente neutro (FDN)

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 4A, o teor de FDN na MS da cana-de-açúcar foi influenciado ($P < 0,01$) pelas idades de corte, tratamentos e a interação entre eles.

A cana-de-açúcar com 11 meses de idade apresentou menores teores de FDN na MS, quando comparada à idade de 24 meses, conforme se observa na Tabela 8.

Verificou-se um aumento no teor de FDN na MS nos tratamentos cortados aos 24 meses de idade, fato explicado pela lignificação dos tecidos e redução dos conteúdos celulares com o avanço da maturidade fisiológica das plantas (Mertens, 1982).

TABELA 8. Média dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) nos diferentes tratamentos e idades de corte

Tratamento	FDN		Média
	11 (meses)	24 (meses)	
Cana + uréia + SA	47,28eB	55,05cA	51,16
Cana fresca	48,60eB	56,88cA	52,74
Cana + uréia	44,01fB	52,74dA	48,37
Cana + MDPS	47,37eB	52,33dA	49,85
Cana + mineral	46,96eB	53,25dA	50,10
Silagem de cana	69,87Aa	70,36aA	70,11
Silagem + uréia	66,21bB	69,74aA	67,97
Silagem + MDPS	57,73dB	63,01bA	60,37
Silagem + mineral	63,40cA	63,55bA	63,47
Média (%)	54,60B	59,66A	57,13

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Observa-se uma superioridade nos teores médios de FDN do grupo das silagens, ocorrendo aumentos percentuais de 8,38 a 22,59% em relação ao grupo cana *in natura* (Tabela 9).

Segundo Bernades et al. (2002), tal fato ocorre, basicamente, por causa da redução nos teores de carboidratos solúveis no processo de fermentação alcoólica, acarretando aumento proporcional nos teores de constituintes de parede celular.

Nos tratamentos com idade de corte de 11 meses ocorreram as maiores diferenças percentuais entre os grupos cana *in natura* vs silagens, podendo ser

atribuída à maior quantidade de carboidratos solúveis perdida.

TABELA 9. Valores médios para teores de fibra em detergente neutro (FDN) dos tratamentos avaliados em duas idades de corte

Grupos	Tratamentos	Média	Contrastes		
			1	2	3
11 MESES			Estimativas		
			15,17	22,59	7,42
Cana <i>in natura</i> Uréia + SA	Cana + uréia + SA	47,28	B	B	
Silagem	Controle	69,87		A	A
Silagens	Cana + 1% Uréia Cana + 8% MDPS Cana + 0,5% Mineral	62,45	A		B
24 MESES			Estimativas		
			8,38	15,31	4,93
Cana <i>in natura</i> Uréia + SA	Cana + uréia + SA	55,05	B	B	
Silagem	Controle	70,36		A	A
Silagens	Cana + 1% Uréia Cana + 8% MDPS Cana + 0,5% Mineral	65,43	A		B

Médias seguidas por letras distintas nas colunas, para os contrastes, diferem pelo teste de Scheffé ($P < 0,01$).

Os valores médios de FDN encontrados na cana *in natura* estão dentro dos padrões, conforme Van Soest (1994), segundo o qual valores dos constituintes da parede celular superiores a 55%-60% na MS correlacionam-se negativamente com a ingestão e a digestibilidade da MS. Os tratamentos do

grupo silagem controle e aditivada apresentaram valores médios superiores ao proposto por Van Soest (1994), aos 11 e 24 meses respectivamente.

Pode-se observar, no grupo das silagens aditivadas que os tratamentos com 8% de MDPS na primeira idade de corte e com 8% de MDPS e 0,5 % de mineral na segunda idade tiveram os menores valores médios de FDN (Tabela 8).

Coan et al. (2002), avaliando a composição química da cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo, concluíram que a ensilagem da cana fresca ou queimada resultou em aumento nos constituintes da parede celular e o uso do MDPS proporcionou silagens com menores valores desta fração.

Já Evangelista et al. (2002b), avaliando silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com MDPS ou casca de café, encontraram redução dos teores de FDN com o uso de 8% de MDPS.

Castro Neto et al. (2003), avaliando silagem de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos, observaram que silagens aditivadas com uréia apresentaram menores teores de FDN. Este fato foi atribuído a uma provável liberação de NH_3 a partir de hidrólise da uréia presente nessas silagens, o que pode ter rompido parte das ligações ésteres entre os carboidratos da parede celular e a lignina, aumentando, assim, a disponibilidade de substrato para fermentação.

4.7 Teor de fibra em detergente neutro (FDA)

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 5A, os teores de FDA na MS da cana-de-açúcar foram influenciados ($P < 0,01$) pelas idades de corte, tratamentos e a interação entre ambos.

A cana-de-açúcar com 11 meses de idade apresentou menores teores de FDA na MS quando comparada à idade de 24 meses, conforme se consta na Tabela 10.

TABELA 10. Média dos teores de fibra em detergente ácido (FDA) nos diferentes tratamentos e idades de corte

FDA			
Tratamento	11 meses	24 meses	Média
Cana + uréia + SA	27,18dA	35,85cA	31,51
Cana fresca	26,24dB	36,88bcA	31,56
Cana + uréia	26,54dB	35,57cA	31,06
Cana + MDPS	24,47dB	31,11dA	27,79
Cana + mineral	26,57Db	35,44cA	31,01
Silagem de Cana	43,05aA	43,31aA	43,18
Silagem + uréia	39,78bB	42,94aA	41,36
Silagem + MDPS	30,88cB	36,44cA	33,66
Silagem + mineral	38,96bA	39,21bA	39,08
Média (%)	31,52B	37,42A	34,47

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Verificou-se um aumento de FDA na MS nos tratamentos de cana-de-açúcar cortadas aos 24 meses de idade. A fração FDA das forragens é constituída principalmente pelas frações celulose e lignina (Van Soest, 1994) que vão aumentando com o avanço da idade das plantas.

Valores aproximados aos da cana-de-açúcar *in natura* foram encontrados por Alli et al. (1982), 29,9%; Oliveira (1995), 25,5% e Hernandez (1998), 30,4%.

Analizando-se os teores de FDA da cana-de-açúcar ensilada em relação à cana-de-açúcar *in natura*, observa-se um aumento de 16,81% e 6,43% nas idades de 11 e 24 meses, respectivamente (Tabela 10).

Observou-se uma maior diferença percentual entre o grupo cana *in natura* em relação ao grupo silagem controle, 15,87% e 7,46% aos 11 e 24 meses de idade, respectivamente (Tabela 11).

TABELA 11. Valores médios para teores de fibra em detergente ácido (FDA) dos tratamentos *in natura* e silagem avaliados em duas idades de corte.

Grupos	Tratamentos	Média	Contrastes		
			1	2	3
11 MESES			Estimativas		
			9,36	15,87	6,51
Cana <i>in natura</i> Uréia + SA	Cana + uréia + SA	27,18	B	B	
Silagem	Controle	43,05		A	A
Silagens	Cana + 1% Uréia Cana + 8% MDPS Cana + 0,5% Mineral	36,54	A		B
24 MESES			Estimativas		
			3,69	7,46	3,77
Cana <i>in natura</i> Uréia + SA	Cana + uréia + SA	35,85	B	B	
Silagem	Controle	43,31		A	A
Silagens	Cana + 1% Uréia Cana + 8% MDPS Cana + 0,5% Mineral	39,54	A		B

Médias seguidas por letras distintas nas colunas para os contrastes diferem pelo teste de Scheffé (P<0,01).

De acordo com Alli et al. (1983), na ensilagem da cana-de-açúcar ocorre extensa atividade de leveduras, podendo estar presentes na ordem de 10^6 UFC/g de forragem, que convertem os carboidratos solúveis da forragem a etanol, CO_2 e água, resultando em perdas excessivas de MS, baixos teores de ácidos lático e acético e aumento no teor de FDA das silagens.

Em relação às silagens controle e às aditivadas, observou-se uma superioridade percentual das primeiras sobre as segundas, evidenciando uma ação favorável dos aditivos em relação ao teor de FDA.

Lima et al. (2002) e Molina et al. (2002), avaliando silagens de cana-de-açúcar tratadas com níveis entre 0,5% e 1,5% de uréia, também encontraram teores mais baixos de FDA em comparação à silagem de cana exclusiva.

4.8 Perdas na ensilagem

4.8.1 Perdas por gases

Pelos resultados obtidos verificou que houve efeito significativo ($P < 0,01$) apenas das idades de corte (Tabela 6A).

A produção de gases ocorrida nos tratamentos experimentais está apresentada na Tabela 12, quantificada em porcentagem de MS. Houve maior produção de gases na silagem de cana-de-açúcar colhida aos 11 meses em relação aos 24 meses, com produções médias de 9,83% e 8,24% aos 11 e 24 meses de idade, respectivamente.

Maiores perdas por gases nas silagens de cana-de-açúcar com 11 meses de idade possivelmente estão relacionadas com o menor teor de MS e maiores teores de sacarose. As perdas gasosas evidenciam o consumo de açúcares e a perda elevada de MS, característicos do processo fermentativo da cana-de-açúcar, dominado por leveduras (Preston et al., 1976; Alli et al., 1982).

TABELA 12. Média das perdas por gases na silagem *in natura* e aditivada nas diferentes idades de corte

Idades de corte	Gases
	%
11 meses	9,83a
24 meses	8,27b
Média	9,05

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste F ($P < 0,05$).

Segundo Pedroso (2003), a produção de gases revela-se como um bom indicativo da qualidade que se pode esperar das silagens, ou seja, pode-se sugerir que silagens de cana-de-açúcar que produzam mais gases estarão mais susceptíveis a apresentar maior concentração de etanol, maior perda total de MS e, conseqüentemente, menor valor nutritivo.

4.8.2 Perdas de efluente

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 7A, a perda de efluente (kg/t de MV) da silagem de cana-de-açúcar foi influenciada ($P < 0,01$) somente pelos tratamentos e idades de corte.

Para a idade de 11 meses, houve maiores perdas de efluente em relação à maior idade (Tabela 13). Isso se deve ao menor teor de MS e maior teor de carboidratos solúveis na idade de 11 meses, ocorrendo assim, maior atividade de microrganismos e, conseqüentemente, maior produção de CO_2 e água, acarretando em maior lixiviação de nutrientes.

TABELA 13. Média das perdas de efluentes na silagem *in natura* e aditivada nas diferentes idades de corte

Idades de corte	Efluente kg/t MV
11 meses	67,53a
24 meses	63,31b
Média	65,42

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste F (P<0,01).

A silagem submetida ao tratamento utilizando 8% de MDPS apresentou menores perdas de efluentes, 53,00 kg/t de matéria verde (Tabela 14), comparada às demais.

Segundo Jones & Jones (1995) e Fransen & Strubi (1998), citados por Mari (2003), o efeito da menor produção de efluente ocorre pela inclusão de aditivos absorventes que promovem a elevação do teor de MS.

TABELA 14. Média das perdas de efluentes na silagem *in natura* e aditivada aos 11 e 24 meses de idade de corte

Tratamentos	Efluente kg/t MV
Silagem de cana	70,65a
Silagem + uréia	70,02a
Silagem + MDPS	53,00b
Silagem + mineral	68,03a
Média	65,42

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (P<0,01).

4.8.3 Taxa de preservação da MS

Houve efeito ($P<0,01$) somente das idades de corte e tratamentos sobre a taxa de preservação de MS das silagens de cana-de-açúcar (Tabela 8A).

A taxa de preservação de MS foi maior das silagens de cana-de-açúcar aos 24 meses de idade, em razão do maior teor de MS para esta idade e das menores perdas no processo de ensilagem, conforme pode ser observado na Tabela 15.

Tabela 15. Taxa de preservação de MS na silagem *in natura* e aditivada aos 11 e 24 meses de idade de corte

Idade de corte	Preservação da MS
	(%)
11 meses	71,76b
24 meses	81,15a
Média	76,45

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste F ($P<0,01$).

O uso do MDPS e da uréia como aditivos da silagem foram mais eficazes na preservação da MS, comparado aos demais tratamentos (Tabela 16). Para o MDPS, observou-se maior preservação de MS da silagem, como consequência das menores perdas de efluente para o mesmo tratamento, mostrando, portanto, a eficácia desse aditivo na retenção de umidade do material ensilado. Já a uréia não mostra a mesma eficácia na retenção de efluentes, constatando-se, dessa forma, que as maiores perdas na silagem de cana-de-açúcar, neste estudo, ocorrem em virtude da produção de gases.

TABELA 16. Preservação de MS (%) na silagem *in natura* e aditivada aos 11 e 24 meses de idade de corte

Tratamentos	Preservação da MS
	(%)
Silagem de cana	74,19b
Silagem + uréia	77,65a
Silagem + MDPS	78,61a
Silagem + mineral	75,36b
Média	76,45

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,01$).

4.9 Degradabilidade ruminal da MS

Não se observou efeito ($P > 0,05$) das idades de corte na degradabilidade da MS, porém, verificou-se efeito ($P < 0,01$) para os tratamentos (Tabela 9A).

As médias dos valores para a fração solúvel (FSO), fração insolúvel potencialmente degradável (FIPD) e taxa de degradação (TD) das equações de degradabilidade da MS dos tratamentos, com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e degradabilidade efetiva da MS (DEMS) dos tratamentos, encontram-se na Tabela 17.

A FSO, FIPD, TD e DEMS dos tratamentos estudados variaram de 19,88% a 31,30%; 26,54% a 44,24%; 3,78% a 4,65% e 33,86% a 43,43%, respectivamente.

A DEMS apresentou diferenças entre os tratamentos, com os valores situando-se entre 43,43% e 33,86%, sendo que as maiores diferenças foram encontradas entre a cana *in natura* + uréia + SA vs cana ensilada sem aditivo (silagem controle) (Tabela 17). Também pode-se observar a eficácia dos aditivos sobre a silagem controle, com uma variação percentual de 4,11 a 8,08% nos tratamentos de silagem com uréia e silagem com mineral, respectivamente.

TABELA 17 As Médias dos valores para a fração solúvel (FSO), fração insolúvel potencialmente degradável (FIPD) e taxa de degradação (TD) das equações de degradabilidade de MS dos tratamentos, com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e degradabilidade efetiva da MS (DEMS), dos tratamentos

Tratamentos	FSO (%)	FIPD (%)	TD (%/h)	R^2	DEMS
Cana + uréia + SA	31,30	26,54	4,21	0,986	43,43
Silagem controle	19,88	32,50	3,78	0,988	33,86
Silagem + uréia	25,63	28,64	3,78	0,986	37,97
Silagem + MDPS	20,00	44,24	4,65	0,985	41,32
Silagem mineral	29,77	26,57	4,23	0,961	41,94

As curvas de DEMS em função dos diferentes tempos de incubação estão apresentados na Figura 3.

O tratamento cana-de-açúcar *in natura* aditivada com 1% da mistura uréia + SA apresentou teores mais elevados da fração solúvel (FSO) em relação aos outros tratamentos, mostrando que a energia desta é degradada de forma mais rápida, aumentando a eficiência da síntese microbiana. Este fato, possivelmente, deve-se ao maior teor de carboidratos solúveis na cana *in natura*, evidenciando as perdas pelo processo da ensilagem.

A redução do valor nutritivo da cana-de-açúcar com a ensilagem foi relatada por Alcântara et al. (1989), que observaram queda na digestibilidade *in vivo* da MS (66,4% vs 55,3%) e menor consumo voluntário (7,1% vs 5,7% PV 0,75) em carneiros machos alimentados com silagem, em relação aos que receberam a forragem fresca. As dietas foram suplementadas com uréia e minerais.

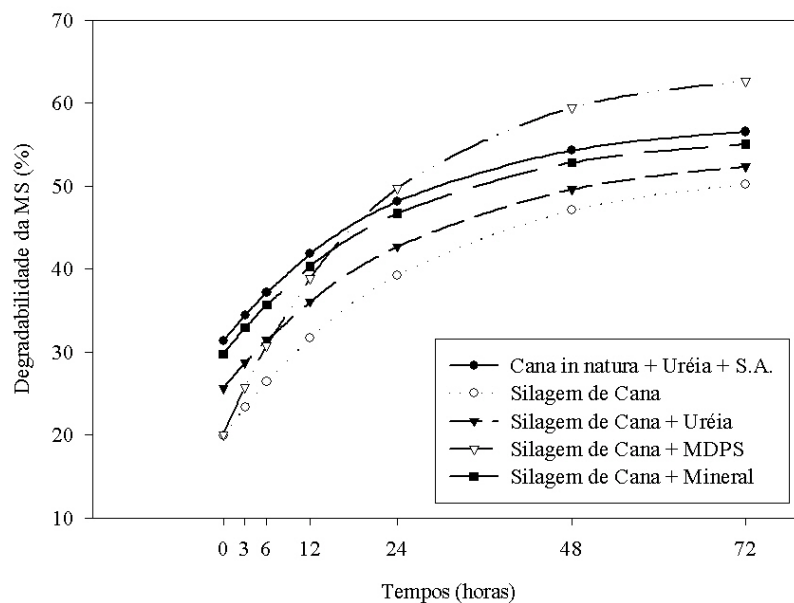


FIGURA.3. Curvas de degradação estimadas da MS nos tempos de incubação através da técnica *in situ* para os tratamentos nas duas idades de corte.

Segundo Orskov et al. (1980), a fração solúvel (FSO) pode englobar também perdas decorrentes de partículas muito finas que escapam do saco de náilon simplesmente pelo processo de lavagem, não representando necessariamente, a fração solúvel rapidamente degradável. Portanto o aumento observado nesta fração deve ser observado com ressalva.

A FIPD da silagem aditivada com MDPS apresentou maiores valores percentuais em relação aos demais tratamentos.

5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Ocorreu um aumento de 25,19% na produção de MS da cana-de-açúcar, dos 11 aos 24 meses de idade de corte.

Há de ser levar em consideração o índice de maturação (IM) e não apenas a idade de corte para se constatar a real qualidade da cana-de-açúcar.

Os valores de pH não variaram com a idade de corte. Já nas análises bromatológicas estudadas, observaram-se variações em função da idade de corte, para os teores de MS, PB, FDN e FDA.

O material ensilado, quando aditivado, melhorou os teores de PB, FDN e FDA.

O tratamento cana *in natura* adicionada com 1% da mistura uréia + sulfato de amônio proporcionou os melhores valores bromatológicos e de degradabilidade da MS em relação aos outros tratamentos. Isso permite sugerir que, para a tomada de decisão no tocante à ensilagem da cana-de-açúcar, deve-se levar em consideração a logística operacional da propriedade rural.

No processo de ensilagem, observaram-se variações nas perdas por gases e preservação da MS somente entre as idades de corte. Já nas perdas de efluente, houve variação apenas entre tratamentos, possibilitando afirmar que a maior perda de MS no processo de ensilagem da cana-de-açúcar, neste estudo, deve-se às perdas gasosas.

A degradabilidade da MS das silagens dos tratamentos estudados não foi afetada pela idade de corte, havendo diferenças significativas apenas entre os tratamentos, evidenciando a eficiência do uso de aditivos na qualidade nutricional das silagens.

6 CONCLUSÃO

Os aditivos estudados foram eficientes em diminuir as perdas e melhorar o valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar nas duas idades de corte estudadas.

As duas idades de corte estudadas não interferiram na degradabilidade da MS das silagens.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2002 - Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, 2002. p. 249-273. **Cana-de-Açúcar.**

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (ARC). **Report of the protein group of the agricultural Research Council Working party on the nutrient requirement of ruminants** Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984. 45 p.

AGROBYTE. Disponível em: www.agrobyte.com.br/cana.htm> Acesso em: 28 set. 2003.

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

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

ANDRADE, J. B. de. **Efeito da adição de rolão de milho, farelo de trigo e sacharina na ensilagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)**. 1995. 190 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, SP.

ANDRADE, J. B.; FERRARI JR., E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da silagem da cana-de-açúcar tratada com uréia e acrescida com rolão-de-milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 1169-1174, set. 2001.

ANDRADE, J. B.; FERRARI JR., F.; POSSENTI, R. A.; LEINZ, F. F.; BIANCHINI, D.; RODRIGUES, C. F. C. Valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar, cortada aos 7 meses de idade, tratada com uréia e adicionada de rolão de milho. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001.

ANDRADE, P. Técnica “in situ” (sacos de náilon) na avaliação de alimentos para ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. P. 141-147.

ARIELI, A.; BRUCKENTAL, I.; SMOLER, E. Prediction of duodenal nitrogen supply from degradation of organic and nitrogenous matter in situ. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 72, n. 10, p. 2532-2539, Oct. 1989.

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

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

BARBOSA, G. S. S. C.; SAMPAIO, I. B. M.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, N. M.; BARBI, J. H. T. Fatores que afetam os valores de degradabilidade in situ da MS de forrageiras tropicais. III. Tamanho da partícula. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária**, Belo Horizonte, v. 50, n. 6, p. 741-744, dez. 1998.

BARNETT, A. J. G. **Silage fermentation**. London: Butterworths Science Publisher, 1954.

BERNARDES, T. F.; SILVEIRA, R. N, COAN, R. M. et al. Características fermentativas e presença de leveduras na cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife, 2002. **Anais....** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.

BOIN, C. **Elephant (Napier) grass silage production: effect of addition on chemical composition, nutritive value and animal performance**. 1975. 215 p. Tese (Doctorate in Animal Nutrition) - Cornell University, Ithaca.

BOLSEN, K. K. **Melhorando a qualidade da silagem**. Biotecnologia na produção de silagem. ALLTECH. Curitiba, PR. 1994. 30p.

BRIEGER, F. O. Início da safra. Como determinar a maturação. **Boletim Informativo Copereste**, Ribeirão Preto, 4 (único):1-3, abr. 1968.

BRODERICK, G. A. Methodology for determining ruminal degradability of feed proteins. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...**Viçosa: JARD, 1995. p. 139-176.

CARVALHO, G. J. **Avaliação do potencial forrageiro e industrial de variedades de cana-de-açúcar (ciclo de ano) em diferentes épocas de corte.** 1992. 63 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

CASTRO NETO, A. G.; FERREIRA, D.; MOLINA, L.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I. NUNES, W. M. Avaliação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos. ii - proteína bruta, frações fibrosas e digestibilidade *in vitro* da matéria seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Anais....** Santa Maria: SBZ, 2003. 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. **Ciência e Prática**, Lavras, MG, v. 7, n. 1, p. 58-65, jan./jun. 1983.

CHURCH, D. C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition.** New Jersey: Prentice Hall, 1988. 564 p.

CHURCH, D. C. Function y produccion de saliva. In: **El ruminant:** fisiologia digestiva y nutricion. Zaragoza: Acribia, 1993. p. 127.

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.

COSTA, C. Impacto do uso de aditivos e / ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor alimentício de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2001. p. 87-126.

COSTA, H. N. **Efeito do ambiente ruminal sobre a degradabilidade In Situ da Cana-de-Açúcar.** 2002. 51 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

DEVILLE, J.; WONG-YOU-CHEONG, Y.; LECLEZIO, P.; DUVIVIER, P.
Producción de ensilaje de cogollo de cana y su uso para el ganado bovino.
Producción Animal Tropical, Santo Domingo, v. 4, p. 134-137, 1979.

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

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

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

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, 45., 2000, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCAR, 2000. p. 255-258.

FISHER, L. J.; ZURCHER, P.; SHELFORD, J. A. et al. Quantity and nutrient content of effluent losses from ensiled high moisture grass. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 61, n. 2, p. 307-312, 1981.

FRANSEN, S.C.; STRUBI, F.J. Relationship among absorbents and thereduction of grass silage effluent and silage quality. **Journal of DairyScience**, v.81, p. 2633-2644, 1998.

GOERING, H. K, VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some aplications)**. Washington: USDA, 1970. 19 p. (Agricultural Research Service. Handbook, 379p).

HAIGH, P. M. Effluent production from grass treated with additives and made in large- scale bunker silos. **Grass and Forage Science**, London, v. 54, n. 10, p. 208-218, Oct. 1999.

HERNANDEZ, M. R. **Avaliação de variedades de cana-de-açúcar através de estudos de desempenho e digestibilidade aparente com bovinos.** 1998. 78 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Jaboticabal, SP.

IGARASI, M. S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de MS, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano.** 2002. 152 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

JONES, D. I. H.; JONES, R. The effect of crop characteristics and ensiling methodology on grass silage effluent production. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 60, n. 2, p. 73-81, Feb. 1995.

KUNG JUNIOR, L.; STANLEY, R. W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 54, n. 4, p. 689-696, 1982.

LAVEZZO, W. **Efeito de diferentes métodos de tratamento, sobre a composição química e valor nutritivo das silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.).** 1981. 304 p. Tese – (Docência Livre em Produção Animal) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, SP.

LAVEZZO, W. Silagem de capim-elefante. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 132, p. 50-57, dez. 1985.

LENG, R. A. Limitaciones metabólicas en la utilización de la cana de azúcar y sus derivados para el crecimiento y producción de leche en ruminantes. In: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Sistemas intensivos para producción animal y energía renovable con recursos tropicales.** Cali, 1988. p. 15.

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., 20002, 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.

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

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2. ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340 p.

MERHREZ, A. Z.; ORSKOV, E. R. A study of the artificial fibre bag technique for determination the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 88, n. 1, p. 645, Mar. 1977.

MERTENS, D. R. Rate and extent of digestion. In: FORBES, J. M.; FRANCE, J. (Ed.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge:, Commonwealth Agricultural Bureaux/Cambridge University Press, 1993. Chap. 2, ap. 13-51.

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

MILLER, W. J.; CLIFTON, C. M.; CAMERON, N. N. Nutrient loss and silage quality as affected by rate of filling and soybean flakes. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 45, p. 403-407, 1962.

MILLER, W. J.; DALTON, H. L.; MILLER, J. K. Sudan grass silages at two stages of maturity versus ryegrass and crimson clover with two filling procedures. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 44, n. 10, p. 1921-1927, Oct. 1961.

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

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington, D. C. National Academy Press, 1989. 157 p.

NOCEK, J. E. In situ and other methods to estimate ruminal proteina and energy digestibility, a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 8, p. 2051-2069, Aug. 1988.

NOCEK, J. E.; CUMMINGS, K.; POLAN, C. E. Ruminal disappearance of crude protein and dry matter in feeds and combined effects in formulated rations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 62, n. 10, p. 1587-1598, Oct. 1979.

NOCEK, J. E.; KOHN, R. A. In situ particle size reduction of alfafa and timothy hay as influence by form and particle size. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 4, p. 932-945, Apr. 1988.

NOCEK, J. E.; RUSSEL, J. B. Protein and energy as na integrated system. Relationship of ruminal protein and carboydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 8, p. 2070-2107, Aug. 1988.

NUSSIO, L, G. Volumosos suplementares – Estratégias de decisão e utilização In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: temas em evidência, 3., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 193-232.

O'DONNELL, C. O.; WILLIAMS, A. G.; BIDDLESTONE, A. J. The effect of pressure and stage of ensilage on the mechanical properties and effluents production potential of grass silage. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 52, n. 1, p. 12- 56, Mar. 1997.

OLIVEIRA, M. D. S. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos**. Jaboticabal, 1999. 128 p.

ORSKOV, E. R.; HOVELL, F. D. D.; MOULD, F. Uso de la tecnica de la bolsa de náilon para la valuacion de los alimentos. **Produccion Animal Tropical**, México, v. 40, n. 5, p. 213-233, maio 1980.

ORSKOV, E. R.; McDONALD, T. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, Chambridge, v. 92, n. 2, p. 499-503, 1979.

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) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

PEIXOTO, A. M. A cana-de-açúcar como recurso forrageiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGEM e SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 17-47.

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

REYNOLDS, A. M.; WILLIAMS, A. G. A model of silage consolidation and effluent flow. **Journal Agricultural Engineering Research**, London, v. 61, n. 3, p. 173-182, July 1995.

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.

SANTOS, R. S.; EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A.; SIQUEIRA, G. R.; SANTANA, R. A. V.; LOPEZ, J. Perfil de fermentação da Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) acrescida com MDPS. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. CD-ROM.

SILVA, L. das D. da. **Degradabilidade ruminal da casca de soja e fontes protéicas e seus efeitos nas digestões ruminal e intestinal de rações de bovinos.** 1999. 110 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP.

SILVA, S. A. R. **Avaliação da eficiência fermentativa da cana-de-açúcar ensilada com diferentes aditivos.** Goiânia, 2003. 44 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária/Universidade Federal de Goiás.

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

STERN, M. D.; BACH, A.; CALSAMIGLIA, S. Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminant. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 8, p. 2256-2276, Aug. 1997.

TORRES, R. A. Conservação de forragem. In: CURSO DE PECUÁRIA LEITEIRA, 3., 1984, Companhia Industrial e Comercial Brasileira de Produtos Alimentares - NESTLE.

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

VALADARES FILHO, S. C. Utilização da técnica “in situ” para avaliação dos alimentos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 1994, Maringá. **Anais....** Maringá: EDUEM, 1994. p. 95-117.

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

VIANA, MARTA, SHIMADA, A. S. y CALDERÓN, F. M. Manipulación de la fermentación en ensilajes de caña de azúcar y su valor alimenticio para borregos. **Técnica Pecuaria in México**, México, v. 35, n. 1, p. 48-55, 1978.

VIEIRA, R. M. **Modelos matemáticos para estimativa de parâmetros da cinética da degradação do capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum. , cv. Mineiro)** em diferentes idades de corte. 1995. 88 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VILELA, D. **Aditivos na ensilagem**. Coronel Pacheco: EMBRAPA/CNPGL, 1984. 32 p. (Circular técnica, n. 21).

VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: SIMPOSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 1.; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 73-108.

WEISS, B. When consider silage additives. In: TRI STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 1996, Forte Wayne. **Proceedings...** Forte Wayne, 1996. p. 125-138.

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

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York, 1984. 305 p.

YODER, J. M.; HILL, D. L.; LANDQUIST, N. S. The effect of varying time between chopping and scaling on the ensiling of unwilted forage in plastic laboratory silos. **Joournal of Animal Science**, Champaign, v. 19, n. 4, p. 1315, Nov. 1960.

ZAMORA, B.; MANUEL, J. **Digestibilidad de la planta entera de caña de azucar ensilada para borregos de la raza merino y tabasco**. 1973. Tesis (Doutor) - Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, México.

8 ANEXOS

TABELA 1A. Resumo das análises de variância dos valores de pH da cana-de-açúcar, em função das idades de corte e tratamentos.....	62
TABELA 2A. Resumo das análises de variância do teor de MS (% MS) da cana-de-açúcar, em função das idades de corte e tratamentos..	62
TABELA 3A. Resumo das análises de variância do teor de proteína bruta (PB) da matéria da cana-de-açúcar, em função das idades de corte e tratamentos.....	62
TABELA 4A. Resumo das análises de variância do teor de fibra em detergente neutro (% FDN) da cana-de-açúcar, em função das idades de corte e tratamentos.....	63
TABELA 5A. Resumo das análises de variância do teor de fibra em detergente ácido (% FDA) da cana-de-açúcar, em função das idades de corte e tratamentos.....	63
TABELA 6A. Resumo das análises de variância das perdas por gases nas silagens de cana-de-açúcar, em função das idades de corte e tratamentos.....	63
TABELA 7A. Resumo das análises de variância das perdas de efluente (kg/t MV) na silagem de cana-de-açúcar, em função das idades de corte e tratamentos.....	64
TABELA 8A. Resumo das análises de variância da preservação de MS na silagem de cana-de-açúcar, em função das idades de corte e tratamentos.....	64
TABELA 9A. Análise de variância para a degradabilidade da MS (DMS) da cana-de-açúcar <i>in natura</i> e ensilada, estimada nos tempos, através da técnica <i>in situ</i> nos diferentes tratamentos com os respectivos coeficientes de variação (CV) e níveis de significância.....	65

TABELA 1A. Resumo das análises de variância do valor de pH da cana-de-açúcar, em função das idades de corte e tratamentos

CV	GL	pH	
		QM	Pr>Fc
Idade	1	0,84	0,0019
Tratamento	8	4,65	0,000
Idade x Tratamento	8	0,17	0,049
Resíduo	36	0,07	-
Média (%)	4,65		
CV	5,89		

TABELA 2A. Resumo das análises de variância do teor de MS (% MS) da cana-de-açúcar, em função das idades de corte e tratamentos

CV	GL	MS	
		QM	Pr>Fc
Idade	1	100,67	0,000
Tratamento	8	38,99	0,000
Idade x Tratamento	8	2,03	0,000
Resíduo	36	0,02	-
Média (%)	29,35		
CV	1,36		

TABELA 3A. Resumo das análises de variância do teor de proteína bruta (PB) da matéria da cana-de-açúcar, em função das idades de corte e tratamentos

CV	GL	PB	
		QM	Pr>Fc
Idade	1	29.718585	0.0000
Tratamento	8	57.905006	0.0000
Idade x Tratamento	8	2.068231	0.0000
Resíduo	36	0.284219	-
Média (%)	6.36		
CV	8.38		

TABELA 4A. Resumo das análises de variância do teor de fibra em detergente neutro (% FDN) da cana-de-açúcar, em função das idades de corte e tratamentos

CV	GL	FDN	
		QM	Pr>Fc
Idade	1	344,48	0,000
Tratamento	8	428,10	0,000
Idade x Tratamento	8	15,03	0,000
Resíduo	36	2,42	-
Média (%)	57,13		
CV	2,73		

TABELA 5A. Resumo das análises de variância do teor de fibra em detergente ácido (% FDA) da cana de açúcar em função das idades de corte e tratamentos

CV	GL	FDA	
		QM	Pr>Fc
Idade	1	469,40	0,000
Tratamento	8	173,15	0,000
Idade x Tratamento	8	22,61	0,000
Resíduo	36	0,98	-
Média (%)		34,47	
CV		2,88	

TABELA 6A. Resumo das análises de variância das perdas por gases nas silagens de cana-de-açúcar, em função das idades de corte e tratamentos.

CV	GL	Perdas por gases	
		QM	Pr>Fc
Idade	1	14,570417	0,0005
Tratamento	3	1,200194	0,2414
Idade x Tratamento	3	1,200194	0,1574
Resíduo	16	0,776717	-
Média (%)		9,05	
CV		9,74	

TABELA 7A. Resumo das análises de variância das perdas de efluente (kg/t MV) na silagem de cana-de-açúcar, em função das idades de corte e tratamentos.

CV	GL	Efluente	
		QM	Pr>Fc
Idade	1	106,93	0,0092
Tratamento	3	420,21	0,0000
Idade x Tratamento	3	25,04	0,1472
Resíduo	16	12,21	-
Média (%)		65,42	
CV		5,34	

TABELA 8A. Resumo das análises de variância da preservação de MS na silagem de cana-de-açúcar, em função das idades de corte e tratamentos

CV	GL	Recuperação de MS	
		QM	Pr>Fc
Idade	1	528,00	0,000
Tratamento	3	24,78	0,0052
Idade x Tratamento	3	2,56	0,5973
Resíduo	16	3,97	-
Média (%)		76,46	
CV		2,61	

TABELA 9A. Análise de variância para a degradabilidade da MS (DMS), da cana-de-açúcar *in natura* e ensilada, estimada nos tempos, através da técnica *in situ* nos diferentes tratamentos com os respectivos coeficientes de variação (CV) e níveis de significância

FV	GL	DMS	
		QM	Pr>Fc
Tratamento	4	778,021	0,000
Idade	1	1104,057	0,000
Tratamento x Idade	4	211,878	0,000
Erro 1	30	6,616	-
Tempo	6	5551,614	0,000
Tempo x Tratamento	24	78,388	0,000
Tempo x Idade	6	19,290	0,086
Tempo x Idade x Tratamento	24	13,485	0,158
Erro 2	180	10,250	-
Total corrigido	279	-	-
CV 1 (%)	6,48	-	-
CV 2 (%)	8,07	-	-
Média Geral	39,70	-	-