

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

PATRICIA DO ROSARIO RODRIGUES

**AVALIAÇÃO DE SILAGENS DE CANA DE AÇÚCAR *IN NATURA* E COM
ADITIVOS, PARA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES**

ALEGRE- ES

2014

PATRICIA DO ROSARIO RODRIGUES

**AVALIAÇÃO DE SILAGENS DE CANA DE AÇÚCAR *IN NATURA* E COM
ADITIVOS, PARA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de **Mestre em Ciências Veterinárias**, linha de pesquisa em Nutrição e Reprodução Animal

Orientador: Prof. Dsc. Bruno Borges Deminiciis

ALEGRE- ES

2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)

(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Rodrigues, Patricia do Rosario, 1988-

R696a Avaliação de silagens de cana de açúcar in natura e com aditivos, para alimentação de ruminantes / Patricia do Rosario Rodrigues. – 2014.

45 f. : il.

Orientador: Bruno Borges Deminicis.

Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Composição química. 2. Forragem – conservação. 3. Ensilagem. 4. Estabilidade aeróbia. I. Deminicis, Bruno Borges. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 619

PATRICIA DO ROSARIO RODRIGUES

**AVALIAÇÃO DE SILAGENS DE CANA DE AÇÚCAR *IN NATURA* E COM
ADITIVOS, PARA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES**

Dissertação apresentada do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Nutrição e Reprodução Animal

Aprovado em.....de.....de 2014

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dsc. Alberto Chambela Neto – IFES *Campus Santa Teresa*

Prof. Dsc. Fábio Teixeira de Pádua – IFRJ *Campus Pinheiral*

Prof. Dsc. Antônio Carlos Cóser – UFES

Prof. Dsc. Bruno Borges Deminicis – UFES

Orientador

*“Quando não houver saída
Quando não houver mais solução
Ainda há de haver saída
Nenhuma ideia vale uma vida”
Titãs*

A minha avó Maria Anita (*in memoriam*)
por tanto amor que sempre me dedicou,
de onde estiver vovó sei que estás a olhar
por mim.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pai todo poderoso, por ter me dado força e disposição de chegar até aqui, por ter iluminado meu caminho e não me deixar desistir. A Nossa Senhora, por sempre passar a minha frente e tomar conta de todos os problemas e dificuldades.

Aos meus pais, meu porto seguro, pelo amor que me concedem, o incentivo e apoio, que nunca deixaram de existir. Independente do momento, os estudos sempre foram prioridade. E aos meus familiares, em especial minha madrinha (Marluce) e minha irmã (Marcely), pelos conselhos, amizade e carinho.

Ao meu namorado Bráulio, por toda paciência, compreensão nos momentos difíceis, carinho, amor, incentivo e por acreditar tanto em mim, desde o dia da seleção no mestrado. Obrigada pelo companheirismo de cada dia dessa empreitada.

Às amigas de república, Vivi, Dan, Nana, Binha, Surama e Priscilla (agregada, rs), que acompanharam cada dia do meu mestrado, pela amizade e conselhos de todos os momentos, pelo carinho. As risadas, gargalhadas e conversas engraçadas. Vocês são especiais.

Aos amigos da graduação, que nunca vou esquecer, em especial Thalita, Maritza, Antonio, Guilherme e Thiago, pois continuam perseverando a amizade e acima de tudo, sendo verdadeiros companheiros. Aos meus amigos de longas datas, que mesmo distante se fizeram presentes, apoiando minhas decisões.

À toda equipe de trabalho, Antonio Delunardo, Guilherme Santos, Rodrigo Santos, Matheus Cruz, Drielly Bizarria, Catarina Beloti, Julia Gazonni, Thamiris Pimentel, pela dedicação de vocês, interesse em colaborar no campo e no laboratório. Nós tivemos espírito de equipe, foi muito bom trabalhar com vocês e contar com vocês!

Aos professores que foram grandes amigos, Graziela Barioni, Isabela Martins, Pedro Pierro, Jeanne Broch, Cesar Guimarães, Mariana Duran, Marcos Oliveira, Antonio Coser, Maristela Bauer, Surama Zanini, sem vocês a caminhada até aqui teria sido muito mais difícil, deixo meus sinceros agradecimentos.

Ao Professor Bruno Deminicis, pela oportunidade de realizar este trabalho, pela orientação, amizade, dedicação e colaboração.

Aos membros Prof. DSc. Alberto Chambela Neto, Prof. DSc. Fábio Teixeira de Pádua, Prof. DSc. Antônio Carlos Cóser componentes da banca examinadora, pela avaliação do trabalho, orientação e sugestões fornecidas.

À Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade de realização do curso de Pós-Graduação.

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudo.

À Kera Sil, pelo fornecimento do inoculante para confecção das silagens.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

RODRIGUES, PATRICIA DO ROSARIO. **AVALIAÇÃO DE SILAGENS DE CANA DE AÇÚCAR *IN NATURA* E COM ADITIVOS, PARA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES**. 2014. 47p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2014.

Objetivou-se com o presente estudo verificar a ação de diferentes aditivos sobre a composição química, pH, produção de etanol, teor de Ácidos Graxos Voláteis - AGV's, perdas nutricionais durante a fermentação, as alterações nas frações fibrosas, nos teores de carboidratos não fibrosos e totais durante o processo fermentativo das silagens de cana de açúcar com diferentes aditivos. Os tratamentos consistiram em controle (sem aditivo); fubá de milho, a 10% da matéria natural; melão, a 10% da matéria natural; uréia, a 2% da matéria natural e inoculante microbiano para silagem de cana de açúcar (*Lactobacillus plantarum* - Kera-Sil®), na proporção de 2g/L de água, utilizando 2 litros da solução por tonelada ensilada. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 5 repetições. O tratamento com uréia proporcionou a confecção da melhor silagem, levando em consideração o pH e composição bromatológica quando comparadas às silagens confeccionadas com os outros aditivos testados e a silagem controle. A cana de açúcar ensilada apresentou perda de matéria seca de 5,86% em média, não diferindo quanto aos aditivos utilizados. Houve acréscimo no teor de proteína bruta quando utilizado o aditivo uréia. Não houve diferença entre os tratamentos para perdas de fibra em detergente neutro, nutrientes digestíveis totais e cinzas.

Palavras-chave: composição química, conservação de forragem, ensilagem, estabilidade aeróbia.

ABSTRACT

RODRIGUES, PATRICIA DO ROSARIO. **EVALUATION OF SUGAR CANE SILAGES *IN NATURA* AND WITH ADDITIVES, FOR RUMINANT FEED**. 2014. 47p. Thesis (Master of Veterinary Science) - Center for Agricultural Sciences, Federal University of Espírito Santo, Alegre, ES, 2014.

The objective of this study was verifying the efficiency of different additives on chemical composition, pH, ethanol production, content of Fatty Acids Volatile - AGV 's, nutritional losses during fermentation, changes in fibrous fractions, in the levels of non-fibrous and total carbohydrates during the sugarcane silage fermentation process with different additives. The treatments consisted of control (no additive), corn meal, at 10% of natural matter; molasses, at 10% of natural matter, urea, at 2% of natural matter and microbial inoculant for sugarcane silage (*Lactobacillus plantarum* - Kera -Sil ®) in a proportion of 2 g/L of water using 2 liter solution per ton of ensilage. The experimental design was a completely randomized design with 5 treatments and 5 replications. The urea treatment provided the best preparation of silage, taking into account the pH and bromatological composition when compared to silages made with the other tested additives and the control. The sugar cane silage showed loss of 5.86 % on average of dry matter, not differing with others additives used. There was an increase in crude protein content when used urea. It did not have a difference between the treatment for fiber losses in neutral detergent, total digestible nutrients and ashes.

Keywords: Chemical composition, forage conservation, aerobic stability.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1. Conservação de forragens	10
2.2. Silagem	12
2.2.1. Fermentação aeróbia e anaeróbia	12
2.2.2. Perdas durante a fermentação	14
2.3. Silagem de cana de açúcar	15
2.4. Composição bromatológica da silagem de cana.....	16
2.5. Aditivos na ensilagem de cana de açúcar.....	18
3. METODOLOGIA	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5. CONCLUSÃO.....	31
6. REFERÊNCIAS.....	32

1. INTRODUÇÃO

Dado o grande potencial de produção de matéria seca e energia por unidade de área, a cana de açúcar é amplamente utilizada na alimentação de bovinos, principalmente no período de déficit de produção da pastagem. A utilização dessa forrageira permite obter custo de produção relativamente mais baixo do que o observado com o uso de alimentos volumosos normalmente utilizados no período da seca, como por exemplo, as silagens de milho e sorgo (PIRES et al., 2010).

A ensilagem surgiu como um desenvolvimento natural dos estudos, apesar de registros da literatura acusarem qualidade significativamente inferior da silagem de cana de açúcar, em relação à forragem fresca, devido ao excesso de açúcares solúveis presentes nessa planta. O problema é que a grande maioria das forragens empregadas na alimentação de ruminantes na época da seca, por serem colhidas com alto grau de maturidade, possui alto teor de fibra e baixo teor de proteína bruta (PB) o que por consequência vai ocasionar a baixa digestibilidade da matéria seca (MS). Esta situação pode ser mitigada através de tratamentos físicos, químicos ou biológicos, que promovem elevação do valor nutritivo da forragem tornando-a mais digestível ao animal, especialmente em função de alterações na parede celular.

Além disso, a eficiência de qualquer sistema de conservação de forragens deve considerar não apenas o valor nutricional do produto final, mas também as perdas ocorridas desde a colheita do material vegetal até a alimentação dos animais. Dessa maneira, perdas durante os processos da fermentação, relacionadas às alterações químicas da forragem ensilada tem tido grande enfoque em vários estudos (NEUMANN et al., 2007).

Objetivou-se com o presente estudo avaliar a ação de diferentes aditivos sobre a composição química, pH, produção de etanol, teor de AGV's, perdas, as alterações nas frações fibrosas, nos teores de carboidratos não fibrosos e totais durante o processo fermentativo da silagem de cana de açúcar sem e com diferentes aditivos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Conservação de forragens

A conservação de forragens destaca-se como uma técnica de manejo de pastagens e apresenta-se como prática que permite agilizar a exploração da elevada produtividade das forrageiras tropicais. Essa técnica preserva a forragem de alto valor nutritivo com o menor percentual de perdas. (PEREIRA et al., 2006).

Em todos os sistemas de produção ocorre a estacionalidade na produção de forragem, o que implica em prejuízos graves para o produtor com o fenômeno conhecido como safra e entressafra. Para que esses problemas sejam reduzidos, alternativas para conservar as forragens devem ser utilizadas, sendo a produção de feno, silagens e pré-secados as opções mais viáveis (DOMINGUES, 2009)

Um dos motivos que justificam a conservação de forragens é o suprimento da escassez de alimentos na época seca, mantendo a produção do rebanho (JOBIM et al., 2007), o aumento do número de animais por área, a prática de confinamento que permite a flexibilidade de oferta de animais e produto, e o armazenamento de grande quantidade de alimento em pouco espaço.

Quando o manejo das pastagens é adotado, a conservação de forragens torna-se prática importante, uma vez que manter a oferta de forragem de alta qualidade por todo ano, garante o suprimento da demanda nutricional animal e permite otimizar a eficiência da utilização das pastagens, reduzindo o risco de degradação dessas por conta do superpastejo, em algumas situações, marcado pelo período de crescimento restrito das forrageiras de clima tropical (REIS et al., 2001).

É nesse sentido, que a suplementação volumosa de bovinos mantidos em pastagens tem sido adotada como estratégia para manutenção do equilíbrio entre a oferta e demanda, ou seja, o excedente da produção de forragens pode

ser aproveitado antes que a planta amadureça e ocorram perdas na qualidade (DOMINGUES, 2009).

Em todo Brasil, ocorre estacionalidade de produção de forragem, causa das baixas precipitações (seca), baixas temperaturas, ocorrências de geadas ou alagamentos temporários nas áreas ocupadas por pastagens. Assim, algumas estratégias que objetivam conservar as forragens, devem ser adotadas visando suprir a demanda dos animais no período de disponibilidade reduzida e por consequência, evitar prejuízos ao desempenho dos animais (NUSSIO et al., 2010).

A ensilagem e a fenação são as principais maneiras que os pecuaristas adotam para conservar a forragem (REIS et al., 2001), sendo essas, consideradas sistemas complementares e não antagônicos, uma vez que o alimento que se produz apresenta características variáveis. Os autores afirmam que entre as alternativas de conservação de forragens, a ensilagem é mais utilizada no Brasil, pois envolve o uso de máquinas mais simples, com custo mais baixo, quando comparado à fenação.

A ensilagem tem sido adotada como uma das principais estratégias para suprir a carência de alimentos para bovinos no período seco (OTERO; ESPERANCE, 1994). No processo de ensilagem ocorre a fermentação anaeróbia da forragem pelas bactérias produtoras de ácido láctico presentes na forragem. Este processo inicia-se no momento da colheita e se encerra após o fechamento do silo, passando pelas fases de enchimento, compactação e armazenagem.

De acordo com Guareschi et al. (2010) para que se tenha um produto final (silagem) de boa qualidade, deve-se fazer a escolha da forrageira adequada (de acordo com a composição de cada espécie), determinar o momento de colheita, de acordo com o teor de matéria seca, haver predominância de bactéria ácido láctica e possuir baixa concentração de microrganismos indesejáveis.

2.2. Silagem

Denomina-se silagem a forragem verde, armazenada na ausência de ar (anaerobiose), produto de uma fermentação da matéria vegetal feita por bactérias, onde são produzidos ácido lático e outros ácidos orgânicos (GUIM et al., 2002).

Segundo Gimenes et al. (2005), a silagem de forrageiras é a principal forma de conservar e armazenar volumoso e a mais utilizada em todo o mundo. A técnica mostra-se vantajosa por permitir o fornecimento de alimento de qualidade durante todo o ano, em especial no período de seca, onde ocorre escassez na produção de forrageiras. Fazendo uso desse recurso é possível aumentar a lotação das pastagens no verão e manter a mesma lotação no inverno sem que os animais percam peso ou diminuam a produção.

A utilização de silagens em períodos de escassez de forragem na formulação de dietas, funcionando como volumoso suplementar especialmente para gado leiteiro de média à alta produção, é indiscutível. Por outro lado, o processo de ensilagem exige maior emprego de capital, como equipamentos e maquinários necessários ao corte, transporte, compactação e distribuição nos cochos (SENGER, et al.; 2005).

A população microbiótica da silagem é fator fundamental para o processo de conservação ser eficiente e ter sucesso. A presença de bactérias ácido lácticas são de extrema importância, enquanto a presença de microrganismos ineficientes na conservação são indesejáveis, devido sua baixa capacidade (ou mesmo a incapacidade) de acidificar o meio, apresentando alto consumo de nutrientes ou deterioração aeróbica (SOUSA, 2006).

2.2.1. Fermentação aeróbia e anaeróbia

Esta é a primeira fase do processo fermentativo da silagem. A fermentação aeróbia inicia-se no enchimento do silo e pode se estender até poucas horas depois do fechamento. A concentração elevada de oxigênio

permite o desenvolvimento e crescimento de microrganismos aeróbicos, como fungos, leveduras e algumas bactérias. Esses microrganismos atuando em conjunto com o processo respiratório da forrageira, causam a redução do oxigênio na silagem (SANTOS; ZANINE, 2006).

Após a forrageira ser colhida e ensilada as células vivas continuam o processo de respiração até acabar o oxigênio retido no meio do material ensilado. As bactérias aeróbias, continuam crescendo e se multiplicando enquanto há presença de oxigênio, usando para isso os carboidratos solúveis presentes, dando início então ao processo fermentativo. Num período de quatro a seis horas, todo o oxigênio disponível é consumido, e é produzido em contrapartida, componentes como monóxido de carbono e água (TORRES, 1984).

A fermentação anaeróbia ocorre na ausência de oxigênio, por acidificação do material verde, que tende a ser ensilado. Nesta fase, a formação de ácidos sintetizados através de microrganismos anaeróbios tem início. Eles se multiplicam fazendo a conversão de carboidratos disponíveis em ácidos orgânicos. A princípio ocorre uma pequena produção de ácidos graxos voláteis, principalmente o ácido acético.

As bactérias produtoras de ácido láctico começam a proliferar e fermentar os carboidratos solúveis, produzindo ácido láctico e promovendo a preservação eficiente do material ensilado (BUGHARDI et al., 1980). Na presença dos ácidos, o pH da silagem sofre redução e inibe o crescimento de todas as bactérias, fungos e leveduras. Quando todo o carboidrato disponível for consumido e/ou os microrganismos tiverem seu crescimento interrompido devido a presença de ácidos, significa que o processo está completo, ou seja, em fase de preservação anaeróbia (HOLZER et al., 1999). Essa fase tem duração média de 24 a 72 horas.

2.2.2. Perdas durante a fermentação

Em todo sistema de conservação de forragens, deve ser considerado não só o valor nutricional do produto final, assim como as perdas decorrentes desde a colheita até a ingestão pelos animais, onde as perdas da silagem podem ser quantificadas via desaparecimento de matéria seca durante a ensilagem (NEUMANN et al., 2007).

Essas perdas dependem de vários fatores, como o tipo do nutriente e de qual organismo (bactérias, fungos, leveduras) é responsável pela fermentação. Diversos produtos resultantes da fermentação tem valor energético superior ao produto original, assim as perdas são normalmente maiores em matéria seca do que em energia (Mc DONALD, 1981). Em estudos realizados para avaliar a qualidade nutricional da silagem de cana-de- açúcar, Freitas et al. (2006a) e Pedroso et al. (2005) encontraram elevados valores para a perda de MS durante a fermentação de 31,1 e 29,2%, respectivamente.

Alguns fatores como temperatura, pH, concentração de substrato e o próprio tempo podem interferir na eficiência da conversão do açúcar em etanol (fermentação). Geralmente, ocorre uma queda na eficiência do processo fermentativo ou na qualidade do produto final (CARDOSO, 2006).

Segundo Mühlbach (1999), o processo fermentativo desejável no silo baseia-se na ação de bactérias específicas, especialmente dos gêneros *Lactobacillus*, *Pediococcus* e *Streptococcus*, que transformam os açúcares hidrossolúveis da planta (frutose, glicose, sacarose e frutanas), em ácido láctico. Logo, quanto mais rápida e eficiente essa produção de ácido láctico, um ácido forte e não volátil, menores serão as perdas no processo.

Ao avaliar as perdas ao longo de 180 dias de ensilagem de cana-de- açúcar, Pedroso et al (2005) observaram perda total de MS de 31,4%, sendo que esta perda cresceu gradativamente desde os primeiros dias de ensilagem. Esta perda contínua pode ser atribuída à atividade das leveduras cuja presença foi detectada a partir de 2,0 log₁₀ ufc/g de forragem ao final do período de 120

dias. Entretanto, a presença das leveduras foi decrescendo (de 5,0 a 2,0 log₁₀ ufc/g de forragem) e, ao final de 180 dias, sua presença não foi mais detectada.

Durante o processo de ensilagem, existem outras perdas físicas naturais como forragem perdida no campo no momento da colheita, perdas após a abertura do silo, devido ao manejo incorreto e até mesmo perdas no momento em que o alimento vai ser ofertado no cocho. Além dessas perdas, uma série de perdas químicas ocorre através da respiração e outros processos enzimáticos na planta, o que compromete o valor energético do produto final (GORDON et al., 1969).

2.3. Silagem de cana de açúcar

A cana de açúcar é uma boa opção de forragem *in natura* para uso na seca por obter alta produtividade e coincidir o ponto de amadurecimento no período de menor produtividade das pastagens. Além de reduzir o custo de ração e do produto animal para gado de leite (OLIVEIRA et al., 2004) ou de corte (NUSSIO et al., 2003a). Na última década, observou-se um crescimento elevado do uso da silagem de cana de açúcar na alimentação de ruminantes. A qualidade de vida do produtor rural, a facilidade do manejo do canavial e os ganhos em logística operacional são os principais fatores que alavancaram esta técnica (SANTOS et al., 2008)

No entanto, algumas dificuldades vão se destacando quando trabalha-se com sistemas de confinamentos industriais de gado de corte ou até mesmo grandes propriedades produtoras de leite. A colheita diária de cana de açúcar dificultando os tratos culturais nas áreas de cultivo e a reforma dos canaviais são uma das dificuldades que faz tornar a silagem uma opção interessante para os produtores (PÁDUA, 2009).

Nussio et al. (2006), confirmam que o processo de ensilagem tem sido utilizado para evitar operações diárias de corte, concentrar as atividades de colheita, que podem ser terceirizadas em um período curto, reduzir custos com transporte e mão de obra diária.

Ainda que haja vantagens operacionais através do uso da cana em forma de silagem, a utilização de aditivos que visam reduzir perdas quantitativas e qualitativas é de extrema importância, e poucos são os trabalhos que determinam o efeito de aditivos sobre o valor nutritivo da silagem de cana de açúcar no momento da abertura e após abertura do silo. Com isso, percebe-se a necessidade de uso de aditivos para controlar a produção de etanol durante o processo de ensilagem, obtendo assim um produto final de qualidade (NUSSIO et al., 2003b).

Jobim e Gonçalves (2003) alertaram para o efeito da entrada de ar na massa ensilada, uma vez que o oxigênio propicia a atuação de microrganismos deterioradores e a redução de açúcares solúveis e ácidos orgânicos, o que resulta em aumento de pH e redução na digestibilidade e no conteúdo de energia. Conseqüentemente, as silagens deterioradas podem conduzir a perdas econômicas elevadas e baixo desempenho animal.

Siqueira et al. (2007), citam a produção de etanol como um problema na ensilagem de cana, porém além dela existem ainda os problemas relacionados à fermentação realizada pelas leveduras que gera moléculas de água, dióxido de carbono e ATP, sendo essa produção bastante significativa. A fermentação por leveduras ocasiona perdas de 48,9% da MS (MCDONALD et al., 1991).

Esses são alguns dos motivos que tem estimulado a pesquisa sobre ensilagem de cana de açúcar, ou seja, gera-se uma demanda por informações para que a utilização dessa técnica seja feita da forma mais adequada, propiciando menores perdas durante o processo, uma vez que a ensilagem permite o corte de grandes áreas em curto espaço de tempo, na época em que a cultura apresenta seu melhor valor nutritivo e que é a estação do ano mais propícia à movimentação de máquinas no campo (PÁDUA, 2009).

2.4. Composição bromatológica da silagem de cana

A composição bromatológica de qualquer alimento está diretamente relacionado ao valor nutricional do mesmo, e no caso da cana este valor está

interligado com o teor de açúcar presente, que chega a alcançar 50% na matéria seca, proporcionando valores de nutrientes digestíveis totais da ordem de 55% a 60% (OLIVEIRA et al., 2007).

Como todas as outras forrageiras, a cana de açúcar também pode ser ensilada, uma vez que apresenta as características necessárias para o processo de produção de silagem. Segundo Valvasori et al. (1995), a silagem de cana de açúcar apresenta teor de matéria seca em torno de 25 a 30%, sendo o ideal um valor próximo a 34%, para carboidratos solúveis o teor fica em torno de 10% da matéria natural, e o poder tampão, que permite a queda do pH, valores próximos a 3,5. A matéria seca pode ser catalisada através da fermentação de leveduras, e a partir dessa reação, cada molécula de glicose fermentada gera duas moléculas CO_2 , duas de H_2O e duas de etanol (NUSSIO et al., 2003b).

Ítavo et al. (2010), trabalhando com cana de açúcar *in natura* e ensilada, ambas sem aditivos, observaram que para os valores de matéria seca e proteína bruta, não houve diferença entre o material natural e o material ensilado, porém para pH, a silagem apresentou teor de 4,07 enquanto antes da ensilagem o valor era de 5,3, ou seja, houve redução de pH após a ensilagem, o que é muito interessante.

Muraro et al. (2009) constataram que a idade da planta é um dos fatores que podem influenciar a composição da silagem de cana, visto que o avanço da idade fisiológica reduz o teor de fibras em detergente neutro e aumenta os teores de açúcar e de matéria seca. O menor teor de FDN foi encontrado na cana colhida aos 420 dias (valor médio de 60,38%) como efeito da diluição dos componentes da parede celular, em decorrência do aumento do teor de sacarose promovido pela maturação da planta. Ao avaliar 15 variedades de cana, Azevêdo et al. (2003), verificaram que a proporção de FDN teve variação de 43,8 a 53,8 % da matéria seca (MS), enquanto que o teor de fibra em detergente ácido (FDA) variou de 24,3 a 29,6%.

De acordo com Burgi (1985), tanto a cana de açúcar *in natura* quanto o bagaço de cana são materiais que apresentam elevado teor lignocelulósico, portanto, para o fornecimento para ruminantes se tornar viável, faz-se

necessário o desenvolvimento de métodos de tratamento que promovam o rompimento da parte fibrosa, tornando-a mais digestível.

2.5. Aditivos na ensilagem de cana de açúcar

Pesquisas sobre a adição de aditivos químicos e inoculantes microbianos em silagens vem sendo realizadas, com objetivo de melhorar o processo de fermentação da silagem e melhorar a digestibilidade da fibra, promovendo com isso o desenvolvimento de bactérias ácido lácticas, e a inibição de leveduras e clostrídios, que são microrganismos indesejáveis (PEDROSO, 2003).

Múltiplos aditivos foram avaliados nos últimos anos objetivando controlar a ação das leveduras, melhorar o processo de fermentação da silagem e melhorar a digestibilidade da fibra, permitindo com isso que as bactérias ácidos lácticas se desenvolvessem, e as leveduras e clostrídios fossem inibidos, uma vez que são microrganismos indesejáveis para qualidade na ensilagem da cana de açúcar (SIQUEIRA et al., 2012).

Os aditivos tem como finalidade interferir no processo fermentativo, alterando o pH e a pressão osmótica da massa de forragem. Dessa maneira, o desenvolvimento de microrganismos indejaveis durante a fermentação na ensilagem é inibido (SANTOS, 2007). Porém, ocorre junto a isso, o auxilio na manutenção das qualidades nutricionais, digestibilidade e estabilidade aeróbia do material ensilado (SILVA et al., 2005; ANDRADE et al., 2001; PEDROSO, 2003). Outras funções dos aditivos são estimular a fermentação pelo fornecimento adicional de carboidratos, prevenir ou inibir com eficiência a fermentação secundária, controlar a fermentação e propiciar condições que favoreçam a atividade de microrganismos desejáveis (*Lactobacillus*) e iniba a atividade dos não desejáveis (*Clostridium*) (VILELA, 1984).

O fubá e o melaço em pó são aditivos ricos em carboidratos não fibrosos, e quando adicionados à silagem podem conferir um material de melhor qualidade, reduzindo as perdas (ANDRADE e MELOTTI, 2004).

Bernardino et al. (2005) observaram que adicionando 20% de casca de café em silagem de capim elefante, houve redução na produção de efluentes, conseqüentemente, diminuindo as perdas.

De acordo com Ávila (2007), a bactéria *Lactobacillus plantarum* é um dos diversos aditivos microbianos, porém este se classifica como principal representante do grupo das bactérias ácido-láticas, e são comumente utilizadas para estimular a fermentação no processo de ensilagem de forrageiras tropicais, e que se caracterizam pela elevada produção de ácido lático. Na ensilagem, o *Lactobacillus plantarum* apresenta-se como forte opção, porém o mesmo pode promover aumento das perdas, em razão do aumento da produção de ácido lático, logo, deve-se atentar às recomendações no momento de utilização (PEDROSO et al., 2007).

Outro aditivo microbiano de alta relevância é o *Lactobacillus buchneri*, porém este pertence ao grupo das bactérias heteroláticas, ou seja, bactérias que produzem outros ácidos orgânicos, como acético e butírico (SCHMIDT, 2008). O autor aponta que a resposta do *Lactobacillus buchneri* na ensilagem pode ser melhor quando comparado aos demais aditivos (ureia, óxido de cálcio, benzoato de sódio), por ser uma bactéria, ou seja, um organismo vivo que depende de substrato, umidade, população inicial entre outros.

Quando se fala em aditivos químicos, o óxido de cálcio é o que se sobressai, pois apresenta baixo custo de uso, maior efetividade na redução de perdas de matéria seca, além de praticamente não depender das condições do meio para entrar em ação (SIQUEIRA et al., 2012). No entanto, existem outros aditivos químicos, como ureia, hidróxido de sódio, benzoato de sódio entre outros.

A adição de uréia na ensilagem, toma como base a modificação de uréia em amônia, que ao reagir com água, gera hidróxido de amônia, promovendo então o aumento do pH que tende a atuar sobre os microrganismos indesejáveis, como as leveduras (KUNG JUNIOR; STOKES; LIN, 2003). Rossi Junior e Schogor (2006) verificaram aumento na degradabilidade potencial e efetiva da MS de 7,68 e 15,36%, respectivamente para a cana de açúcar ensilada com 1% de uréia em relação à cana de açúcar sem aditivo.

De forma geral, existe na literatura uma vasta crítica de dados, que permitem a indicação dos referidos aditivos, quando o objetivo é o controle de perdas durante o armazenamento. Já em relação ao desempenho animal, o número de trabalhos é reduzido. No que respeita ao *Lactobacillus buchneri*, os estudos indicam respostas nulas (SIQUEIRA, 2009), a positivas (PEDROSO et al., 2006), para esse aditivo dificilmente há redução de desempenho. Enquanto em relação ao óxido de cálcio, existem trabalhos que mostram efeito negativo (MARI, 2008) e outros positivos (ROTH et al., 2010), o que permite inferir-se que para se indicar, asseguradamente, o uso de aditivos mais pesquisas são necessárias.

3. METODOLOGIA

O experimento foi realizado na propriedade particular Sítio Olho D'água, - 20° 45' 35.82", -41° 25' 37.64", em Alegre ES, e as análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Em junho de 2012, a cana de açúcar, variedade RB 867515, com ciclo vegetativo de 20 meses, foi cortada manualmente a 10cm do solo e desintegrada em ensiladora estacionária, regulada para picar a forragem em pedaços de aproximadamente 1,5 cm de comprimento.

O material foi ensilado em microsilos laboratoriais tipo "bags" com capacidade de aproximadamente 10 kg por unidade experimental, totalizando 25 microsilos experimentais. A compactação do material foi realizada com bastões de ferro objetivando atingir densidade de 1ton/m³ de forragem. Após a compactação, os silos foram vedados com fita adesiva, pesados e mantidos no Laboratório de Forragicultura e Pastagens, em local à sombra e temperatura ambiente.

O delineamento utilizado neste estudo foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (controle, fubá de milho, melaço, uréia e inoculante) e cinco repetições. Os tratamentos consistiram em controle (sem aditivo); fubá de milho, a 10% da matéria natural; melaço, a 10% da matéria natural; uréia, a 2% da matéria natural, inoculante microbiano para silagem de cana de açúcar (*Lactobacillus plantarum* - Kera-Sil®), na proporção de 2g/L de água. Utilizaram-se 2 litros da solução por tonelada ensilada, ou seja, 4g de inoculante por tonelada, sendo o inoculante dissolvido em água destilada e sem cloro. Os aditivos foram adicionados na massa forrageira, de forma homogênea.

No momento em que foi realizado o processo de ensilagem, retiraram-se alíquotas de aproximadamente 600 gramas de material natural para determinação da composição química do material natural. Em seguida foram

acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em refrigerador por cinco dias.

O descongelamento foi efetuado em bandejas, sendo o material depois de retirado do refrigerador exposto em bancadas à temperatura ambiente para descongelar. Após o descongelamento, foi retirada uma sub alíquota de aproximadamente 300 gramas para secagem. A secagem foi realizada em estufas com ventilação forçada a 55°C por 72 horas.

Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm para determinação dos teores de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra em detergente neutro (FDN), Extrato Etéreo (EE), Cinzas (CZ) e Nutrientes digestíveis totais (NDT). Os resultados da composição química da massa ensilada estão dispostos na tabela 1.

Tabela 1. Composição química das massas a serem ensiladas com diferentes aditivos.

Tratamentos	MS%	PB%	FDN%	GB%	MM%	NDT%
Controle	28,43	1,41	49,01	1,70	3,44	63,35
Fubá	34,11	1,37	37,75	0,82	5,71	68,04
Melaço	29,10	1,07	46,84	0,37	2,29	64,25
Uréia	33,68	1,78	49,11	1,03	2,09	63,30
Inoculante	28,29	1,85	47,93	0,45	2,02	63,80
CV%	2,20	12,89	6,70	61,24	12,15	5,05

Para as silagens, a amostragem foi realizada aos 30 dias após a ensilagem. Na coleta das amostras, foram desprezados os 15 cm das porções superior e inferior dos silos, após esse procedimento, a silagem foi homogeneizada.

Após este procedimento, foram retiradas amostras de cada unidade experimental, sendo separadas amostras para extração do suco da silagem utilizando-se prensa hidráulica. Deste suco foram determinados os teores dos Ácidos graxos voláteis (ácidos acético, propiônico, butírico), do ácido lático e a concentração de etanol conforme metodologia descrita por Palmquist & Conrad (1971). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa, a partir de um Cromatógrafo Líquido de Alto

Desempenho (HPLC), marca SHIMADZU, modelo SPD-10A VP acoplado ao Detector Ultra Violeta (UV) utilizando-se um comprimento de ondas de 210 nm.

Uma segunda amostra, de aproximadamente 600 gramas, foi pesada e acondicionada em sacos de papel e colocada em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Em seguida, essas amostras foram retiradas da estufa, mantidas à temperatura ambiente por uma hora e pesadas para determinação da matéria seca. Posteriormente, as amostras foram trituradas em moinho tipo "Willey" com peneira de malha de 1 mm e acondicionadas em vidros com tampa para posteriores análises laboratoriais de PB, EE, CZ, FDN, hemicelulose (HEM), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), celulose (CEL), ambos conforme técnica descrita por Silva e Queiroz (2002).

Uma terceira alíquota (50 gramas) foi retirada para realizar a determinação do pH, em água, de cada silagem. Determinou-se também os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CHOT), sendo obtidos através das seguintes equações, $CNF = 100 - (PB + FDN + CZ + EE)$ e $CHOT = 100 - (PB + CZ + EE)$ (SNIFFEN et al., 1992). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram analisados e determinados sendo obtidos através da seguinte equação, $NDT = 83,79 - 0,4171 FDN$ (CAPPELLE et al., 2001).

As perdas de nutrientes foram expressas por diferença de gradientes entre material original e material desensilado, associado ao peso dos "bags" na ensilagem e desensilagem, conforme metodologia descrita por Neumann (2006), que considera a diferença de nutrientes encontrada considerando-se a na matéria seca perdida, ou seja, do que se perdeu na desensilagem dá-se os pontos percentuais que foram em PB, FDN e FDA.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e quando houve efeito significativo para os fatores avaliados, como teste de comparação de média utilizou-se o Teste de Tukey, em nível de 5% de significância, utilizando-se o pacote estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química e o pH da silagem estão apresentados na Tabela 2, e de acordo com os dados apresentados, não foram verificados efeitos significativos ($P>0,05$) dos aditivos para FDN e NDT. Porém, efeitos significativos ($P<0,05$) foram observados para MS, PB, MM e pH. A cana de açúcar utilizada para ensilagem apresentou níveis médios de MS (30,72%), PB (1,49%) e FDN (46,12%).

Tabela 2. Composição química e pH das silagens de cana de açúcar com diferentes aditivos.

Tratamentos	MS%	PB%	FDN%	MM%	NDT%	pH
Controle	22,35 AB	1,94 B	65,17 A	3,50 B	56,61 A	3,40 C
Fubá	28,68 A	2,05 B	60,44 A	6,69 A	58,58 A	3,93 A
Melaço	24,47 B	1,58 B	61,81 A	2,99 C	58,01 A	3,66 B
Uréia	28,05 A	21,56 A	56,28 A	2,66 C	60,32 A	3,50 C
Inoculante	20,59 C	1,74 B	66,23 A	2,98 C	56,16 A	3,41 C
CV%	7,26	19,40	11,69	10,10	5,05	6,96

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$)

Foi verificada diferença significativa no teor de MS entre os tratamentos, e os teores de MS mais elevados foram obtidos nos tratamentos de silagem com uréia e fubá. No tratamento com melaço houve efeito, porém relativamente baixo em relação às demais silagens. Maiores perdas fermentativas de MS ocorreram na silagem com inoculante, estando de acordo com observações de Schmidt (2009), de que em 91% dos trabalhos sobre avaliação da espécie *Lactobacillus plantarum* em silagens de cana de açúcar, que foi estudado pelo autor, as perdas fermentativas foram iguais ou superiores às da silagem sem aditivos.

Os maiores teores de PB foram obtidos com a adição de 2% de ureia (21,56% PB) os quais diferiram dos 1,74% PB na MS das silagens com adição de inoculantes nem dos 2,05% PB na MS da silagens adicionadas de 10% de fubá. Por sua vez as silagens que tiveram adição de 10% de melaço, apresentaram os menores teores de PB (1,58%), quando comparada às

demais silagens produzidas com a adição de diversos aditivos. É possível justificar este fato, pela uréia ser fonte de nitrogênio não proteico, elevando assim os teores de PB do alimento.

Em pesquisa com silagem de cana de açúcar adicionada com diferentes níveis de farelo de babaçu, Rezende et al. (2011) observaram que a silagem com adição de maior concentração de farelo obteve o maior teor de PB (8,9%), e na menor concentração, os teores proteicos atingiram 7% PB. Segundo Silva e Leão (1979) esse seria o teor mínimo necessário para manter o rumém em bom funcionamento, devido ao aporte de proteína para os microrganismos.

Apesar dos tratamentos não apresentarem diferença significativa, houve uma diminuição no teor de FDN utilizando uréia como aditivo, devido ao fato de que a utilização deste no tratamento de volumosos promove alterações na fração fibrosa (SULIVAM, 1966) com solubilização parcial da hemicelulose, resultando em diminuição no conteúdo de FDN.

O teor médio de MM das silagens adicionadas de melaço, uréia e inoculante apresentaram redução na fração mineral em comparação ao controle, corroborando com o estudo realizado por Schmidt et al. (2007). Possivelmente isso tenha decorrido da produção de efluentes e lixiviação, que, no entanto, não foi quantificada nesse estudo. Já nas silagens com fubá houve um acréscimo nesta fração (MM) devido a composição química deste alimento.

Schmidt et al. (2009) afirmaram que variações entre valores de pH encontrados nas silagens têm pouca importância biológica, entretanto Teixeira et al. (2008), encontraram variação de pH de 3,7 a 4,1 para capim elefante ensilado, assim como constatado neste estudo, onde o pH teve variação de 3,4 a 4,0 e a silagem aditivada com fubá apresentou melhor pH, de 3,93 quando comparado aos demais aditivos. Esses dados corroboram com o recomendado por Mc Donald (1981), em que afirma que a faixa de pH ótima para fermentação adequada situa-se entre 3,6 a 4,2.

Na Tabela 3 encontram-se os resultados das frações fibrosas da silagem de cana. Pode-se observar que não foram verificados efeitos significativos ($P > 0,05$) dos aditivos para valores de FDN e HEM. Porém, foram verificados efeitos significativos ($P < 0,05$) para MS, FDA, LIG, CEL, CNF e CHOT.

Tabela 3. Teores médios percentuais de MS, FDN, HEM, FDA, LIG, CEL, CNF e CHOT em silagens de cana de açúcar com diferentes aditivos.

Tratamentos	MS%	FDN%	HEM	LIG	CEL	CNF	CHOT
Controle	22,35 AB	65,17 A	14,88 A	6,08 AB	44,21 A	28,39 A	93,57 A
Fubá	28,68 A	60,44 A	20,58 A	6,59 A	29,96 BC	32,72 A	89,85 A
Melaço	24,47 B	61,81 A	21,23 A	2,64 C	37,94 ABC	32,91 A	94,73 A
Uréia	28,05 A	56,28 A	24,08 A	4,26 ABC	27,94 C	17,82 B	74,09 C
Inoculante	20,59 C	66,23 A	23,61 A	3,21 BC	39,41 AB	27,93 A	94,16 A
CV%	7,26	11,69	20,91	54,44	7,9	27,99	1,35

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Em relação aos teores de FDN, foi observado um pequeno decréscimo, mesmo não sendo verificado efeito significativo, quando utilizada uréia como aditivo da silagem. Este fato provavelmente pode ser justificado pela ação da amônia de solubilizar os componentes da parede celular. Resultados semelhantes aos de FDN foram encontrados por Zanine et al. (2007).

Houve aumento dos teores de FDN e redução dos teores de CNF durante as fases anaeróbia e aeróbia. A concentração de CNF foi maior na silagem com melaço que na silagem sem aditivo. Balieiro Neto et al. (2009) encontraram concentração de CNF maior em silagem com inoculante quando comparado à silagem sem aditivos. Schmidt et al. (2007) também observaram elevação nos teores de FDN e redução no teor de carboidratos solúveis após a ensilagem em relação à cana de açúcar *in natura*. Esse efeito pode ser justificado por conta da formação de efluentes e conseqüentemente produção de gás durante a fermentação, provenientes da perda de carboidratos solúveis, o que resulta em aumento proporcional da fração menos fermentável e insolúvel em água (BALIEIRO NETO et al., 2009).

Antes da ensilagem o valor de FDN médio em todos os tratamentos era de 46,12%; após a ensilagem esse valor passou para 62,77%. Este aumento dos teores de FDN após a ensilagem corrobora com os resultados obtidos por Evangelista et al. (2003), que avaliaram o perfil de fermentação na silagem de cana e verificaram elevação do teor de FDN de 59,6 para 75,6% após 50 dias de fermentação.

Segundo Pedroso et al. (2007), os teores de FDN de silagens tratadas com uréia a 1% e 1,5% sofreram pequenos acréscimos durante a conservação das silagens e foram aproximadamente 10% inferiores aos da silagem controle. Na literatura são encontrados trabalhos (BALIEIRO NETO et al., 2007; SIQUEIRA et al., 2007), que apresentam a eficiência do uso de aditivos químicos para diminuir os teores de lignina, uma vez que esses são compostos fenólicos e atuam como principal fator limitante da degradação da fração fibrosa de plantas forrageiras.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 4, não foram verificados efeitos significativos ($P>0,05$) dos aditivos sobre as perdas de MS, FDN e NDT. Entretanto efeitos significativos foram verificados para perdas de PB e MM. A cana de açúcar ensilada apresentou perda de matéria seca média de 5,86%, independente do uso dos aditivos, o teor de PB diferiu apenas quando aditivada com uréia a 2% da matéria natural, onde houve acréscimo de 19,78% de PB na MS, corroborando com os resultados encontrados por Pedroso et al. (2007) que encontraram perda de MS de 6,56 % e acréscimos de 19,5% de PB quando realizaram o uso de uréia (1,5% na MS) como aditivo para silagem de cana de açúcar.

Tabela 4. Perdas de matéria seca (PeMS%), proteína bruta (PePB%), fibra em detergente neutro (PeFDN%), cinzas (PeMM%), nutrientes digestíveis totais (PeNDT%), em silagens de cana de açúcar com diferentes aditivos.

Tratamentos	PeMS%	PePB%	PeFDN%	PeMM%	PeNDT%
Controle	6,078 A	0,53 B	16,17 A	-0,06 C	6,74 A
Fubá	5,32 A	0,74 B	19,37 A	-1,58 A	8,08 A
Melaço	4,63 A	0,50 B	14,98 A	-0,70 BC	6,25 A
Uréia	5,63 A	-19,78 A	7,16 A	-0,57 BC	2,99 A
Inoculante	7,69 A	0,11 B	18,30 A	-0,96 AB	7,63 A
CV%	35,66	26,53	46,60	44,62	46,60

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$);

**Médias precedidas pelo sinal negativo indicam aumento do percentual.

O acréscimo em PB está relacionado provavelmente ao teor de nitrogênio não proteico da uréia, que é de 45%, promovendo alcalinização da massa e conseqüentemente condições adequadas para ação de enzimas

proteolíticas das plantas e microrganismos (VIEIRA et al., 2004). As perdas de FDN, NDT e CZ apesar de apresentarem diferenças numéricas não diferiram estatisticamente entre os tratamentos.

As perdas de MS desse estudo não diferiram entre os tratamentos. Ao contrário do resultado encontrado, Pedroso et al. (2007) observaram perdas de 18,3% de MS e Freitas et al. (2006b) encontraram valor maior ainda (31,%) para perdas de MS.

Balieiro Neto et al. (2009) em pesquisa sobre perdas fermentativas em silagem adicionadas de cal virgem, concluíram que o aditivo não reduziu as perdas de matéria seca durante a ensilagem da cana de açúcar, entretanto, Freitas et al. (2006b), comprovaram que a inclusão de resíduo de soja (aditivo) em silagem de cana, promoveu menores perdas de MS quando comparados ao tratamento controle e com os aditivos microbianos e comparados aos resultados verificados por Kung Jr. e Stanley (1982), sendo as perdas de MS equivalentes a 29% para cana ensilada.

Ao avaliar características de fermentação da silagem de cana de açúcar tratada com uréia, Freitas et al. (2006b), concluíram que a ensilagem de cana de açúcar foi caracterizada por perdas de matéria seca e carboidratos solúveis e os aditivos avaliados não foram eficientes em evitar as perdas durante a fermentação. Siqueira et al. (2007), concluíram que o tratamento da cana de açúcar com *Lactobacillus buchneri* e/ou NaOH minimiza as perdas quantitativas durante a fermentação.

Verificou-se diferença para os teores de ácidos graxos voláteis nas silagens (Tabela 5), em que o valor médio para ácido láctico foi de 0,33% da MS e o ácido acético 0,36% da MS, o que representa relação láctico:acético de 0,91:1. A relação láctico:acético verificada em estudo conduzido por Schmidt (2007) foi de 0,43:1, valores considerados anormais para silagem de cana.

Os teores de ácido butírico encontrados podem ser considerados insignificantes dentro de todos os tratamentos e corroboram aos de Alli et al. (1983) e Andrade et al. (2000) que pesquisaram silagens de cana submetidas a diferentes tratamentos. Essa concordância de resultados entre os diferentes experimentos pode ser explicada pela provável queda rápida do pH nos materiais ensilados. Esse fato causaria inibição do desenvolvimento de

clostrídios nas silagens, limitando, assim, a produção de ácido butírico nestas (MUCK, 1993; VAN SOEST, 1994).

Tabela 5. Teores de ácidos graxos voláteis e etanol na produção de silagem de cana de açúcar, com diferentes aditivos.

Tratamentos	Ms%				
	Ác. Butírico	Ác. Acético	Ác. Propionico	Ác. Lático	Etanol
Controle	0,0045 A	0,31 A	0,02 A	0,29 A	1,91 B
Fubá	0,01 B	0,63 B	0,063 B	0,35 AB	1,50 B
Melaço	0,0035 A	0,29 A	0,018 A	0,37 B	1,50 B
Uréia	0,0035 A	0,34 A	0,02 A	0,30 AB	1,53 B
Inoculante	0,0044 A	0,27 A	0,019 A	0,34 AB	0,86 A
CV%	2,25	17,13	24,43	10,65	22,69

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$);

**Médias precedidas pelo sinal negativo indicam aumento do percentual.

Observou-se no presente estudo, baixa produção de ácido butírico. Segundo Schmidt et al. (2007) isso indica que transformações indesejáveis não ocorreram dentro da massa ensilada, exceto pela alta produção de etanol.

Para ácido propiônico observa-se que os teores são considerados baixos, tendo média de 0,028% MS. Schmidt et al. (2007) ressaltam que existem poucos estudos na literatura que relatam sobre a composição de AGV em silagens de cana de açúcar.

Ávila et al. (2009), em estudos sobre perfil de ácidos graxos voláteis de bactérias ácido lácticas isoladas em silagem de cana e fermentadas com leveduras, observaram produções significativas (4,7g/Kg) de ácido propiônico, sendo essa produção considerada alta quando comparada aos valores normalmente encontrados em silagens. No entanto, Amaral et al. (2009), observaram concentrações de 2 e 13g/Kg de ácido butírico e acético na MS, respectivamente, em silagens de cana sem aditivos.

As menores concentrações de ácido láctico observadas em silagem de cana podem estar relacionadas à capacidade das leveduras em usarem este ácido como fonte de energia. No presente trabalho foi verificado maior teor de ácido láctico na silagem adicionada de melaço 10%, contrariando os resultados de Freitas et al. (2006a) que concluíram que as maiores concentrações de

ácido láctico foram encontradas em silagens adicionadas de *Lactobacillus plantarum* e *Lactobacillus buchneri*, ou seja, inoculantes microbianos.

De acordo com Alli et al. (1983), a alta produção de etanol, significa que houve expressivo desenvolvimento de leveduras, que além de aumentarem as perdas de MS e os teores de FDA, contribuem para a baixa produção de ácido láctico.

Preston et al. (1976) e Kung Júnior e Stanley.(1982) indicam valores de etanol para cana de açúcar ensilada sem o uso de aditivos, entre 5,5-15,5%, logo os dados encontrados neste trabalho podem ser considerados muito baixos, uma vez que o valor encontrado para silagens controle foi de 1,91%, e isso é interessante, pois implica em menor presença de leveduras no material ensilado. A volatilização pode justificar essa baixa concentração, podendo resultar em redução de 50% na concentração do etanol na MS de silagens de cana de açúcar (Pedroso et al., 2005), o que favorece o controle de fermentação alcoólica nestas silagens.

Em estudos sobre efeitos da aeração sobre as características da silagem de cana de açúcar, Silva et al. (2009) observaram ocorrência de elevada produção de etanol, independente do tempo de aeração, além de concluir que essa diferença no manejo (aeração) da ensilagem não alterou o desenvolvimento das leveduras, que conseguiram produzir alta quantidade de etanol, tendo uma média de 22,20%. Andrade et al. (2001) observaram teores de etanol de 7,8 a 17,5% da MS em silagem de cana de açúcar sem aditivos, o que resultou em perdas de até 29% da MS da silagem, enquanto Castrillón et al. (1978), observaram concentração de etanol de 5,1% em silagem de cana de açúcar sem uso de aditivos.

Ávila et al. (2012), afirma haver escassez de publicação de trabalhos relacionados à avaliação do perfil de ácidos graxos voláteis em silagem de cana de açúcar, no Brasil.

5. CONCLUSÃO

O uso de aditivos não promove redução nas perdas de MS, FDN, NDT, mas promove melhoras na fermentação dos carboidratos e frações fibrosas da silagem de cana de açúcar. A uréia mostrou-se como alternativa interessante para incrementar o valor nutritivo da silagem de cana de açúcar.

6. REFERÊNCIAS

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

AMARAL, R. C.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L. G.; MENDES, C. Q.; GASTALDELLO JUNIOR, A. L. Cana de açúcar ensilada com ou sem aditivos químicos: fermentação e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1413-1421, 2009.

ANDRADE, J. B.; FERRARI Jr., E.; POSSENTI, R. A.; LEINZ, F. F.; BIANCHINI, D.; RODRIGUES, C. F. C. R. Aditivo biológico na ensilagem de cana de açúcar tratada com uréia. **Boletim de Indústria Animal**, v.57, p.139-149, 2000.

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

ANDRADE, S. J. T. de; MELOTTI, L. Efeito de alguns tratamentos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante cultivar Napier (*Pennisetum purpureum*, Schum). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.41, n.6, p. 409-415, 2004.

ÁVILA, C. L. S. Isolamento e uso de *Lactobacillus buchneri* na ensilagem de capim-mombaça e cana de açúcar. 2007. 175f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

ÁVILA, C. L. S.; PINTO, J. C.; FIGUEIREDO, H. C. P.; SCHWAN, R. F. Effects of indigenous and a commercial *Lactobacillus buchneri* strain on quality of sugar cane silage. **Grass and Forage Science**, v. 64, n.1, p.384-394, 2009.

ÁVILA, C. L. S.; PINTO, J. C.; OLIVEIRA, D. P.; SCHWAN, R. F. Aerobic stability of sugar cane silages with a novel strain of *Lactobacillus* sp. isolated from sugar cane. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p.249-255, 2012.

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

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

BALIEIRO NETO, G.; FERRARI, E. J.; NOGUEIRA, J. R.; POSSENTI, R.; PAULINO, V. T.; BUENO, M. S. Perdas fermentativas, composição química, estabilidade aeróbia e digestibilidade aparente de silagem de cana de açúcar com aditivos químico e microbiano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.6, p.621-630, 2009.

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R.; ROCHA, F. C.; SOUZA, A. L.; PEREIRA, O. G. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, supl., p. 2185-2191, 2005.

BUGHARDI, S. R., GOODRICH, R. D., MEIKE, K. C. Evaluation of corn silage treated with microbial additives. **Journal of Animal Science**, v.50, n.4, p.729-36, 1980.

BURGI, R. Produção do bagaço de cana de açúcar (*Saccharum* sp L.) auto-hidrolisado e avaliação para ruminantes. 1985. 61p. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens)-Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CAPPELLE, E. R.; FILHO, S. C. V.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1837-1856, 2001.

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

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

DOMINGUES, J. L. Uso de volumosos conservados na alimentação de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.38, p. 259-269, 2009.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A.; SIQUEIRA, G. R. Perfil de fermentação da silagem de cana de açúcar (*Saccharum spp* L.). In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 40, 2003, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. pacote computacional).

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

FREITAS, A. W. P.; PEREIRA, J. C.; ROCHA, F. C.; DETMANN, E.; RIBEIRO, M. D.; COSTA, M. G.; LEONEL, F. P. Características da silagem de cana de açúcar tratada com inoculante bacteriano e hidróxido de sódio e acrescida de

resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.48-59, 2006b.

GIMENES, A. L. G.; MOREIRA, F. B.; MIZUBUTI, I. Y.; PEREIRA, E. S. Efeito da utilização de inoculantes em silagens de forrageiras sobre os teores de proteína e fibra, digestibilidade dos nutrientes, pH, fermentação e estabilidade aeróbia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 4, p. 601-610, 2005.

GORDON, C. H. Storage losses in silage as affected by moisture content and structure. **Journal of Dairy Science**, v. 50, n.3, p.397-403, 1969.

GUIM, A; ANDRADE, P; ITURRINOSCHOCKEN, R. P; FRANCO, G. L.; RUGGIERI, A. C.; MALHEIROS, E. B. Estabilidade aeróbica de silagens de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) emurcheado e tratado com inoculante microbiano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n. 6, p. 2176-2185, 2002.

HOLZER, M.; MAYRHUBER, E.; DANNER, H.; MADZINGAIDZO, L.; BRAUN, R. Effect of *Lactobacillus sp* and *Enterococcus sp* on ensilaging and aerobic stability. In: International silage conference, 12, 1999, Uppsala. **Proceedings ... Uppsala: Sweden**, p.270-271, 1999.

ÍTAVO, L. C. V.; ITAVO, C. C. B. F.; MORAIS, M. G.; DIAS, A. M.; COELHO, E. M.; JELLER, H.; SOUZA, A. D. V. Composição química e parâmetros fermentativos de silagens de capim-elefante e cana de açúcar tratadas com aditivos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.3, p.606-617, 2010.

JOBIM, C. C.; GONÇALVES, G. D. **Microbiologia de forragens conservadas**. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. et al. (Eds.) *Volumosos na produção de ruminantes: valor alimentício de forragens*. Jaboticabal: Funep, 2003. p.1-26.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, 2007.

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**, v.54, p.689-696, 1982.

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

MARI, L. Desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.) fresca ou ensilada e o padrão de fermentação e a estabilidade aeróbica das silagens aditivadas. 2008. 315p. **Tese** (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley & Sons, 1981. 207p.

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

MUCK, R. E. The role of silage additives in making high quality silage. In: Silage production from seed to animal. Ithaca: **Notheast Regional Agriculture Engineering Service**, 1993. p.106-116.

MURARO, G. B.; ROSSI P. J.; OLIVEIRA, V. C.; GRANZOTTO, P. M. de CARLI.; SCHOGOR, A. L. B. Efeito da idade de corte sobre a composição bromatológica e as características da silagem de cana de açúcar plantada em dois espaçamentos e três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, 2009.

NEUMANN, M. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*Zea mays* L.) sobre perdas, valor nutritivo de silagens e desempenho de novilhos confinados. 2006, 203p. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

NEUMANN, M.; MÜHLBACH, P. R. F.; NÖRNBERG, J. L.; RESTLE, J.; OST, P. R. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*Zea mays* L.) sobre as perdas durante o processo fermentativo e o período de utilização das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p.1395- 1405, 2007.

NUSSIO, L. G.; ROMANELLI, T. L.; ZOPOLLATTO, M. Tomada de decisão na escolha de volumosos suplementares para bovinos de corte em confinamento. In: CBNA (Ed.). **Anais...** V Simpósio Goiano sobre manejo e nutrição de bovinos de corte e leite. Campinas: CBNA, p.1-14, 2003a.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A. F. **Silagem de cana de açúcar** In: EVANGEISTA, A.R.; REIS, S.T.; GOMIDE, E.M. (Eds.) Forragicultura e pastagens: temas em evidência -sustentabilidade. Lavras: Editora Universidade Federal de Lavras, p.49-72, 2003b.

NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; SCHOGOR, A. L. B. Cana de açúcar como alimento para bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p.277-328, 2006.

OLIVEIRA, M. W.; MENDES L. C.; MARQUES W. P. Adição de hidróxido de cálcio à silagem de cana. **Anais...ZOOTEC** 2004, 28 a 31 de maio de 2004, Brasília, DF.

OLIVEIRA, M. D. S.; ANDRADE, A. T.; BARBOSA, J. C.; SILVA, T. M.; FERNANDES, A. R. M.; CALDEIRÃO, E.; CARABOLANTE, A. Digestibilidade da cana de açúcar hidrolisada, *in natura* e ensilada para bovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.1, p.41-50, 2007.

OTERO, M; ESPERANCE, M. Estudio de la ensilabilidad de la Guinea Likoni (P. Maximum Jacq.) segun el índice azucar/capacidad tampon. **Pastos y Forrages**, v. 17, p. 277-281, 1994.

PÁDUA, F. T. Avaliação de variedades de cana de açúcar *in natura* e ensilada com aditivos, para alimentação de ruminantes. 2009. 135p. **Tese** (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.

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

PEDROSO, A. F. Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.) 2003. 139p: **Tese** (Doutorado em Agronomia)) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

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

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

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

PEREIRA, O. G.; GOBBI, K. F.; PEREIRA, D. H.; RIBEIRO, K. G. Conservação de forragens como opção para o manejo de pastagens. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 43, 2006, João Pessoa, PB, **Anais...** João Pessoa, PB, 2006. p. 507-539

PIRES, A. V.; SUSIN, I.; SIMAS, J. M. C.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. C.; FERNANDES, J. J. R.; ARAUJO, R. C.; MENDES, C. Q. Substituição de silagem de milho por cana de açúcar e caroço de algodão sobre o desempenho de vacas holandesas em lactação. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, n. 2, p.251 - 257, 2010.

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

REIS, R.A.; MOREIRA, A.L.; PEDREIRA, M.S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2001, Maringá.**Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. 319p

REZENDE, A. A. S.; PASCOAL, L. A. F.; VAN CLEEF, E. H. C. B.; GONÇALVES J. S.; OLSZEWSKI N.; BEZERRA A. P. A. Composição química e características fermentativas de silagens de cana de açúcar contendo farelo de babaçu. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 232, dic. 2011.

ROSSI JUNIOR, P.; SCHOGOR, A. L. B. Degradabilidade *in situ* de cana de açúcar ensilada com uréia e milho em diferentes proporções. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 3, p. 15-18, 2006.

ROTH, A. P. T. P.; REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; ROTH, M. T. P.; RESENDE, F. D.; MONTEIRO, R. R. Sugarcane silage production treated with additives at different times post burning. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.88-96, 2010.

SANTOS, E. M.; ZANINE, A. M. Silagem de gramíneas tropicais. **Colloquium Agrariae**, v. 2, n.1, p. 32-45, 2006.

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

SANTOS, M. C.; NUSSIO, L. G.; MOURÃO, G. B.; SCHMIDT, P.; MARI, L. J.; RIBEIRO, J. L. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação, no valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana de açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1555-1563, n.9, 2008.

SCHMIDT, P.; MARI, L. J.; NUSSIO, L. G.; PEDROSO, A. F.; PAZIANI, S. F.; WECHSLER, F. S. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana de açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1666-1684, 2007 (supl. 2).

SCHMIDT, P. **Aditivos químicos e biológicos no tratamento de cana de açúcar para alimentação de bovinos**. In: JOBIM, C. C.; CECATO, U.; CANTO, M. W. Eds. Produção e utilização de forragens conservadas. Maringá: Masson, 2008. p.117-152.

SCHMIDT, P. Improved efficiency of sugarcane ensiling for ruminant supplementation. In: International Symposium on Forage Quality and Conservation, 2009, Piracicaba. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, p.47-72. 2009.

SENGER, C. C. D.; MUHLBACH, P. R. F.; SÁNCHEZ, L. M. B.; PERES NETTO, D.; LIMA, L. D. Composição química e digestibilidade "in vitro" de silagem de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1393-1399, 2005.

SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Ed. Livroceres. Piracicaba. 384 pp. 1979

SILVA, T. M.; OLIVEIRA, M. D. S., SAMPAIO, A. A. M.; ANDRADE, A. T.; BARBOSA, J. C.; FERNANDES, A. R. M.; CALDEIRÃO, E.; CARABOLANTE, A. Efeito da hidrólise de diferentes variedades de cana de açúcar sobre a digestibilidade ruminal in vitro . In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 42, Goiânia, 2005. **Anais...** Goiânia: SBZ, CD ROM, 2005.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 2002, 235p.

SILVA, E. J. A.; BORGATTI, L. M. O.; MEYER, P. M.; RODRIGUES, P. H. M. Efeitos da aeração sobre as características da silagem de cana de açúcar. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.31, n. 2, p. 247-253, 2009.

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

SIQUEIRA, G. R. Aditivos na silagem de cana de açúcar "*in natura*" ou queimada. 2009, 107f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

SIQUEIRA, G. R.; ROTH, M. T. P.; MORETTI, M. H.; BENATTI, J. M. B.; RESENDE, F. D. Uso da cana de açúcar na alimentação de ruminantes.

Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.13, n.4, p.991-1008, 2012.

SOUSA, D. P. Avaliação de aditivos químicos e microbianos como inibidores da síntese de etanol em silagens de cana de açúcar (*Saccharum officinarum L.*). 2006.147f. **Tese** (Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SULLIVAN, J. T. Studies of the Hemicelluloses of Forage Plants. **Journal of Animal Science**, v. 25, p. 83-86, 1966.

TEIXEIRA, F. A.; VELOSO, C. M.; PIRES, A. V.; SILVA, F. F.; NASCIMENTO, P. V. N. Perdas na ensilagem de capim-elefante aditivado com farelo de cacau e cana de açúcar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n.1, p. 227-233, 2008.

TORRES, R. A. **Conservação de forragem**. In: 3 Curso de pecuária leiteira, 2 a 6 de julho de 1984. Companhia Industrial e comercial brasileira de produtos Alimentares/NESTLE.

VALVASORI, E.; LUCCI, C. S.; ARCARO, J. R. P. Avaliação da cana de açúcar em substituição a silagem de milho para vacas leiteiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.32, n.4, p.224-228, 1995.

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

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

VILELA, D. Aditivos na ensilagem. Centro Nacional de Pesquisa de gado de Leite, EMBRAPA, Coronel Pacheco, MG. **Circular técnica** nº 21, nov. 1984

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D.; J.; PEREIRA, O.G. Efeito de níveis de uréia sobre o valor nutricional do feno de capim-tanzânia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 333-340, 2007.