UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

UTILIZAÇÃO DE ADITIVOS NA ENSILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR

Fernanda Mara Cunha Freitas
Orientador: Aldi Fernandes de Souza França

GOIÂNIA
2013

FERNANDA MARA CUNHA FREITAS

UTILIZAÇÃO DE ADITIVOS NA ENSILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal junto à Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás.

Área de Concentração:
Produção Animal

Orientador:
Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França - UFG
Comitê de Orientação
Profª Drª Eliane Sayuri Miyagi - UFG
Pesqª DrªRoberta Aparecida Carnevalli – EMBRAPA

GOIÂNIA
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)
GPT/BC/UFG

Freitas, Fernanda Mara Cunha.
Utilização de aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar [manuscrito] / Fernanda Mara Cunha Freitas. - 2013.
xv, 54 f. : il., figs, tabs.

Orientador: Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França; Co-orientadoras: Drª Roberta Aparecida Carnevalli; Profª Drª Elaine Sayuri Miyage.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, 2013.
Bibliografia.
Inclui lista de figuras, abreviaturas, siglas e tabelas.
Apêndices.

1. Cana-de-açúcar – Silagem 2. Ensilagem 3. Nutrição Animal 4. Ensilagem – Fermentação. I. Título.

CDU – 633.61:663.142

Fernanda Mara Cunha Freitas

Dissertação defendida e aprovada em **30/08/2013**, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:

Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França
(ORIENTADOR (A))

Pesq. Dr. Leovegildo Lopes de Matos - Embrapa Gado de Leite

Prof. Dr. Milton Luiz Moreira Lima

DEDICO

A minha “pimentinha”: Maria Eduarda.

A minha “princesa”: Larinha.

A minha fabulosa mãe Eusa.

Ao meu amado e saudoso pai: Carlos Silvio (*in memoriam*).

Por vocês e para vocês!

AGRADECIMENTOS

A minha mãe-embrapiana Dra Roberta Carnevalli, pela sua paciência, entusiasmo e confiança. Muito obrigada por me ensinar e serei eternamente grata.

Ao meu orientador Dr. Aldi Fernandes, por sua compreensão e dedicação ao magistério.

A minha co-orientadora Dr. Eliane Miyagi, por sua acolhida calorosa e companheira.

A minha família, pela nossa união e por mais complicado que seja, vamos continuar amo vocês: mãe, Larinha, Madu, Lara, Patricia.

O apoio dos meus colegas de serviço no Núcleo Avançado de Apoio à Transferência de Tecnologia – Regional Centro-Oeste/Embrapa Gado de Leite: Leandro Ribeiro, Pricila Vetrano e ao recém-chegado Leovegildo Matos.

Aos meus dois anjos Vicente Paulo e João Francisco, por sua dedicação ao serviço e por serem “meus braços direito e esquerdo”.

Pela paciência com minhas eternas ausências, agradeço a Rafael Sifuentes, Fabíola Alves e Rayanne Galdino, meus eternos estagiários.

Agradeço todos os funcionários da Embrapa Arroz e Feijão, por me acolherem tão calorosamente e aguentarem meus nervosismos, principalmente a Patricia Barcelos, Heloisa Celis, Heloisa Coelho, Camila, Luciene, Augusto, Glays, Carlos Santiago, Celina, Lucia, Hosana, Cassia, Sergio, Valdomiro, os funcionários do apoio, garagem e oficina, com vocês o trabalho tornasse uma alegria maior.

Aos meus amigos e companheiros de mestrado/doutorado: Reginaldo, Gustavo, Nelson, Oscar, Leonardo, Raquel, Michaela, Fernanda, Diogo, Rafael e tantos outros.

“Decepar a cana.
Recolher a garapa da cana.
Roubar da cana a doçura do mel.
Se lambuzar de mel.”

SUMÁRIO

RESUMO..... X

ABSTRACT..... XI

1. INTRODUÇÃO 12

2. REVISÃO DE LITERATURA 14

2.1. Ensilagem de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.)* 14

3. MATERIAS E MÉTODOS 23

4.1 Perdas totais, gasosas e por efluentes 32

4.2Teores de ácido lático, etanol e pH..... 36

4.3 Proteína Bruta..... 40

4.4 Fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido..... 45

4.5 Consumo e Desempenho 47

5. CONCLUSÃO 50

REFERÊNCIAS..... 51

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o perfil fermentativo de silagem de cana-de-açúcar aditivada com casca de soja, inoculante bacteriano *Lactobacillusbuchneri* e uréia, em diferentes combinações, além de avaliar consumo e desempenho de vacas lactantes (quantidade e composição do leite produzido). Foram confeccionadas oito silagens diferentes, utilizando a cultivar de cana-de-açúcar IAC 86-2480. Como aditivos foram utilizados: inoculante bacteriano foi o *Lactobacillusbuchneri*(cepa NCIMB 40788), uréia na proporção de 0,5% da matéria original e casca de soja nas proporções de 10 e 20% na matéria original. No primeiro experimento, foram utilizados mini-silos, com oito tratamentos: cana pura (CN); CN + inoculante bacteriano (CNIB); CN com 0.5% uréia (CNUR); CNUR + IB (CNIBUR); CNUR + 10% casca de soja (CNUR10%CS); CNUR + 20% de casca de soja (CNUR20%CS); CNIBUR + 10% CS (CNIBUR10% CS) and CNIBUR + 20% CS (CNIBUR20%CS). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 9 períodos de abertura dos silos experimentais (1, 2, 3, 7, 15, 30, 60, 120 e 180 dias pós-fechamento) e 3 repetições. Foram avaliadas as perdas totais, gasosas e por efluentes, além das porcentagens de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. Não foram detectados efeitos do inoculante bacteriano ou uréia sobre as características da silagem, como pH, teor de matéria seca e perdas por efluentes ou gases. Uréia e inoculante bacteriano aumentaram o teor de ácido lático e reduziu o teor de etanol das silagens (P<0,05). A adição de casca de soja, por outro lado, melhorou a composição da silagem com redução nas perdas, mas não afetou os teores de etanol ou ácido lático da cana ensilada. No segundo experimento, foram utilizadas quatro vacas para avaliação daprodução de leite e sua composição. Essas foram alimentadas com silagem de cana-de-açúcar com e sem casca de soja, em delineamento experimental quadrado latino 4x4. Os tratamentos foram silagem de cana com inoculante bacteriano (CNIB), silagem de cana com inoculante bacteriano e 10% de casca de soja (CNIB+10%CS) e silagem de cana com inoculante bacteriano e 20% de casca de soja (CNIB+20%CS). O tratamento controle foi silagem de cana pura (CN). Os quatro períodos experimentais, com duração de 21 dias, foram divididos em adaptação (14 dias) e coleta de dados de produção e composição do leite, e mudanças no peso vivo. O inoculante bacteriano afetou negativamente o consumo de matéria seca, de FDN e proteína bruta, enquanto a adição de casca de soja aumentou o consumo de matéria seca, de FDN e a produção de leite. A adição de casca de soja proporcionou ganho de peso, com o nível de 20% superando o nível de 10%. Enquanto a inclusão de casca de soja proporcionou ganho de peso, os tratamentos CN e CNIB levaram a perdas de peso. Recomenda-se a adição de casca de soja a massa a ser ensilada de cana-de-açúcar em níveis entre 10 a 20%.

.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the fermentation characteristics of silage of sugarcane mixed with soybean hulls, bacterial inoculant (L. buchneri) and urea, and their combinations. In addition, intake, milk yield and composition of lactating dairy cows were evaluated. In the first experiment, eight different silages were made using the sugarcane cultivar IAC 86-2480 with the additives: Lactobacillus plantarum/Lactobacillus buchneri (strain NCIMB 40788), urea at the level of 0.5% of the original material and soybean hulls at 10 and 20% of the original fresh material. Eight treatments were tested in mini-silos: pure sugarcane (CN); sugarcane with bacterial inoculant (CNIB); sugarcane with 0.5% urea (CNUR); CNUR + IB (CNIBUR); CNUR + 10% soybean hulls (CNUR10%CS); CNUR + 20% soybean hulls (CNUR20%CS); CNIBUR + 10% CS (CNIBUR10% CS) and CNIBUR + 20% CS (CNIBUR20%CS). The experimental design was a completely randomized with 9 opening periods (1, 2, 3, 7, 15, 30, 60, 120 and 180 days post-closing) with three replicates. We evaluated total, gaseous, and effluent losses as well as the percentages of dry matter, crude protein, neutral detergent (NDF) and acid detergent fiber (ADF). There was no significant effect of bacterial innoculant or urea on silage characteristics: neither pH, dry matter content of silage or gaseous and effluent losses. Urea and bacterial inoculantincreased the level of lactic acid and reduced ethanol level ($P<0.05$) of the silages. The addition of 10 or 20% of soy hulls, by the other side, led to an improvement of silage composition and reduced gaseous and effluent losses, but showed no effect on ethanol or lactic acid of the ensiled sugarcane. In the second experiment, we evaluate the performance of lactating cows fed sugarcane silages with and without soybean hulls or bacterial innoculant. Four lactating cows were randomly assigned to a 4x4 Latin Square design. The experimental treatments tested were: sugarcane silage with bacterial inoculant (CNIB), CNIB with 10% soybean hulls (CNIB10%CS) and CNIB with 20% CS (CNIB20%CS), and a control treatment without additive (CN) pure cane silage (CN). The four experimental periods, lasting 21 days, were splitted into 14 days of adaptation and the following seven days for data collection (milk yield and composition and live weight of the animals). Bacterial inoculant affected negatively dry matter, NDF and protein intake, whereas addition of soybean hulls increase intake of DM, NDF, milk yield and weight gain. The higher the level of soy hulls the higher gain in weight. The inclusion of soy hulls led to weight gain whereas CN or CNIB led to weight losses. It is recommended the addition of soy hulls to the sugarcane chopped material to be ensiled at levels from 10 to 20%.

Key-words:

1. INTRODUÇÃO

A cana é uma gramínea semi-perene, que após o incentivo do Programa Nacional do Álcool ou Proálcool, na década 70, houve um incremento nas pesquisas para o melhoramento de variedades e seu processo produtivo.

As dificuldades encontradas na utilização diária da cana-de-açúcar, tais como: a necessidade de mão-de-obra extra ou sobrecarga da mão-de-obra existente em um período longo, além das perdas ocasionadas no campo, por chuvas, tombamento, fogo, vendavais e variação nos tratos culturais pós-colheita, devido a estágios de desenvolvimento variado, desmotivaram o uso dessa forrageira por parte do pecuarista.

Na ordem nutricional, os baixos teores de proteína, lipídeos e minerais, alto teor de carboidratos solúveis de rápida fermentação, associado à fibra de baixa digestibilidade, conseqüentemente degradação ruminal mais lenta e baixo consumo de matéria seca, além da competividade com o “lobby” de outras forrageiras de inverno, introduziram a cana *in natura*preconceito de ser um material de baixa qualidade e para animais de baixa produção.

Contudo, devido às necessidades de aperfeiçoar e otimizar os serviços na propriedade rural, a padronização dos talhões, aproveitamento da mão-de-obra, do excesso dessa forrageira e/ou reaproveitamento de talhões que foram queimados, alguns pesquisadores realizaram trabalhos na conservação desse material sob a forma de silagem.

Segundo TORRES (2008) a cana-de-açúcar é material rico em sacarose (13 a 18%), conteúdo altamente fermentativo por leveduras, transformando a sacarose em álcool, CO_2 e H_2O, consequentemente há aumento das perdas, diminuindo a quantidade de energia, de matéria seca e piora na palatabilidade do material ensilado (ANJOS et al., 2008).

Têm encontrado resultados satisfatórios, que demonstraram redução da fermentação alcoólica, com melhora na qualidade da silagem e digestibilidade, utilizando aditivos no momento da ensilagem.

Dentre os aditivos utilizados, temos a classe dos químicos, que são em sua maioria, alcalinizantes do meio, alterando o pH e a pressão osmótica da massa ensilada, concomitantemente, há melhoria na composição bromatológica,

com uma possível elevação no teor de matéria seca e queda nos teores de fibra em detergente neutro e em detergente ácido, quando comparados à silagem sem aditivo, além de, dependendo do aditivo, aumentar o teor de proteína.

Outra classe de aditivos são os biológicos,as bactérias homofermentativas, heterofermentativa ou uma combinação dos dois tipos com enzimas, mas atualmente há predisposição para se trabalhar com as heterofermentativas, tipo*Lactobacillus buchneri*, que tem demostrado eficiência maior na acidificação do meio.

Os resíduos e restos culturais são chamados de aditivos secos ou sequestrantes de umidades, que possuem a função de aumentar o teor de matéria seca, além de promover melhorar na qualidade nutricional do material ensilado, como a casca de soja (FREITAS et al., 2006).

O controle das perdas gasosas, por efluentes e totais, na silagem de cana-de-açúcar, norteiam as pesquisas, a fim de se obter um material ensilado com maior qualidade.Porém, são escassos os trabalhos que correlacionam o desempenho produtivo animal às dietas com silagem de cana-de-açúcar aditivada, principalmente no que se refere à produção de leite.

Objetivou, portanto com esse trabalho, verificar a influência dos aditivos: uréia, *Lactobacillus buchneri*e casquinha de soja, utilizados isoladamente ou associadas, em algumas características fermentativas e composição bromatológicas da silagem de cana-de-açúcar, além de avaliar o desempenho de vacas leiteiras, alimentadas com silagem de cana-de-açúcar aditivada com inoculante bacteriano e diferentes níveis de inclusão de casca de soja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Ensilagem de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.)*

A cana-de-açúcar é o um dos três principais produtos agrícolas do Brasil, perdendo apenas para soja e milho. Sua utilização vai desde a produção de álcool e açúcar até uso como forrageira para alimentação de ruminantes, principalmente no período de escassez de pastagens.

No Cerrado, especificamente em Goiás, esse período caracteriza-se por baixas temperaturas e incidência de chuvas esporádicas, fatores ambientais que limitam a produção de carne e leite, pois adisponibilidade de matéria seca das pastagens e sua recuperação pós pastejo fica aquém da demanda dos animas.

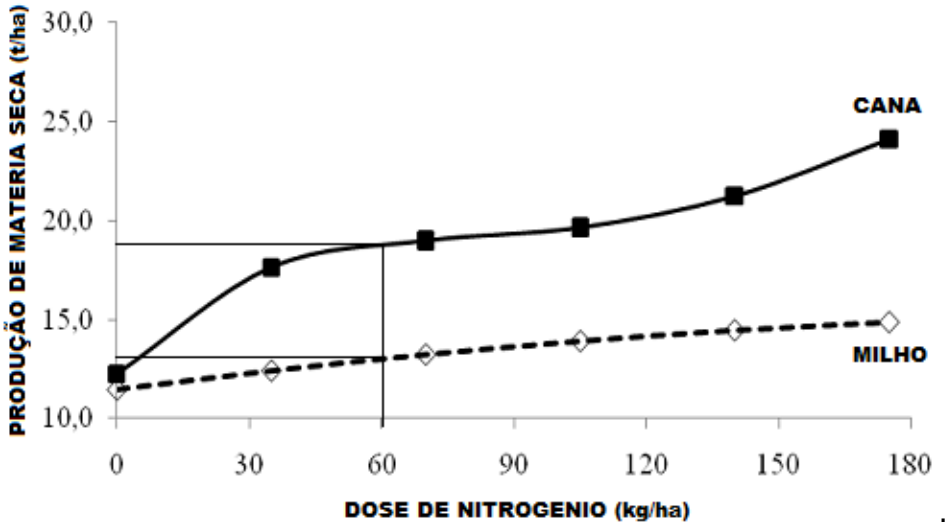
A cana é considerada uma boa opção para cobrir essa deficiência forrageira, pois durante seu ciclo de 12 a 14 meses, no período em que há abundancia de pasto, ocorre o crescimento vegetativo, já na entressafra, ocorre à maturidade fisiológica da cana, que é a síntese máxima de sacarose e armazenamento no colmo.

Com o incentivo do Proálcool, na década de 70, pesquisas foram realizadas para o desenvolvimento de novas variedades e melhora no manejo produtivo, coincidentemente sua produção em áreas próximas a exploração pecuária, foi considerado fator promissor para intensificar a sua utilização na bovinocultura(MALDONADO, 2007).

Fatores negativos à sua utilização como volumoso devem-se, principalmente, ao fato da cana ser fibrosa, pobre em proteínas, extrato etéreo e minerais.

Os teores baixos em proteína bruta, que variam de 1,91 a 3,81% (BONOMO et al., 2009), mas segundo SIQUEIRA et al. (2012), tornam-se uma vantagem adaptativa deste material, pois ao analisarem essa característica e comparar essa forrageira com o milho para ensilagem, observaram que o baixo teor de proteínaestá diretamente ligado à eficiência de utilização do nitrogênio da adubação aplicada. Verifica-se na Figura 1, que traçando uma linha de

intersecção, utilizando a adubação de 60 kg/ha de nitrogênio nas duas culturas, tem-se uma produção estimada de 14 e 19 t/ha, para milho e cana, respectivamente.



Fonte: Adaptado de SIQUEIRA et al., 2012.

FIGURA 1. Produção de matéria seca do milho e cana em resposta a dose nitrogênio em cobertura.

Outras limitações nutricionais, como os reduzidos teores de extrato etéreo e minerais podem ser facilmente corrigidas com suplementação concentrada e mineral.

A alta produtividade por área (80 a 120 t/ha), baixo custo de produção por unidade de matéria seca, manutenção do seu valor nutritivo por um longo período de tempo são vantagens importantes,NUSSIO et al. (2002) ao compararem cana *in natura*à silagem de milho, sorgo, capim tanzânia e feno de Tifton e, observaram que apesar do baixo teor de proteína da cana-de-açúcar *in natura* a produtividade de matéria seca em t/ha torna-a atrativa (Tabela1).

A necessidade de mão-de-obra para a colheita diária ou maquinário especializado é outro entrave para a utilização da cana *in natura,* aumentando a rejeição dessa forrageira por parte dos produtores. Os riscos de acidentes com funcionários, fogo no canavial e heterogeneidade do talhão, que dificultam os tratos culturais também foram enumerados como “pontos negativos” por

BERNARDES et al.*(*2007); BALIEIRO NETO et al.(2007); SIQUEIRA et al*.* (2007); MENDES et al.(2008).

TABELA 1. Parâmetros relacionando teor de proteína e produção de matéria seca de forrageiras utilizadas na suplementação animal.

Forrageira	***PB %na MS***	**Produtividade da MS (t/ha)**
Silagem de milho	8,8	13,00
Silagem de sorgo	9,1	15,00
Silagem de capim-tanzânia	6,0	25,00
Silagem de aveia	12,9	6,00
Feno de capim-tifton	13,7	20,00
Cana-de-açúcar*in natura*	2,5	28,00

Fonte: Adaptado de NUSSIO et al. (2002)

Segundo VALVASORI et al.(1998), uma solução para os entraves do uso deste material *in* natura seria a ensilagem, principalmente quando há intensificação da produção (confinamentos e suplementação durante todo ano).

Neste processo a concentração do corte, uso da mão-de-obra em um único período, uniformidade da rebrota e facilidades dos tratos culturais são mais vantajosos para o produtor (BALIEIRO NETOet al., 2007). Além da facilidade de colheita, realizada na época seca, época adequada para colheita desta forragem, facilitando as atividades de corte, transporte, compactação e vedação, diferente das outras culturas tradicionais, quando sua colheita ocorre nos período das chuvas (SANTOS et al.,2006).

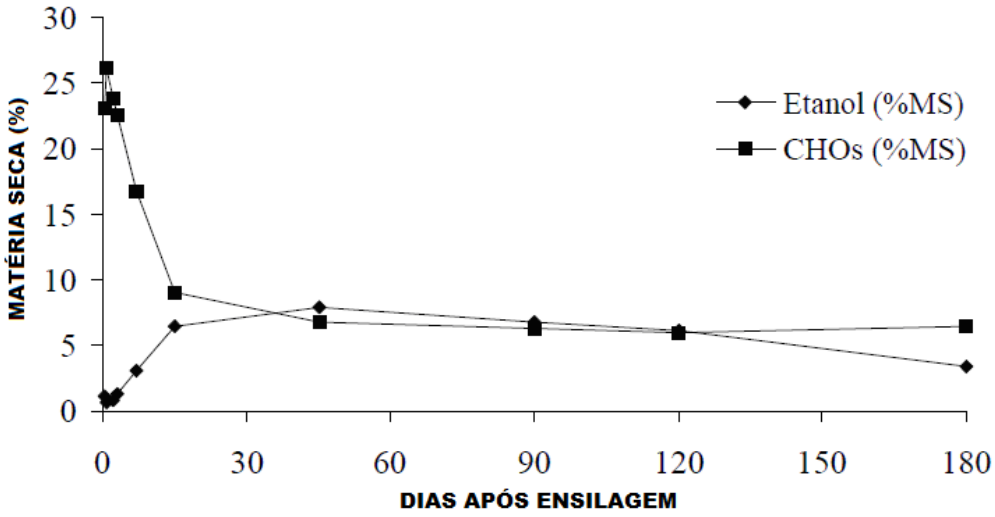
Tradicionalmente o produtor goiano, tem familiaridade com o processo de ensilagem, pois segundo um diagnóstico realizado no Estado de Goiás, da Federação de Agricultura e Pecuária de Goiás (FAEG), a área de plantio de milho e sorgo para ensilar chega a ser em média quatro vezes maior do que a de cana-de-açúcar para corte diário e uso *in natura*, principalmente à medida que se eleva a escala de produção (GOMES, 2009).

Ensilagem é a conservação da forragem, por fermentação anaeróbica, através da acidificação do meio (ROSA, 2009). Para tanto, algumas características, como teor de matéria seca, teor de carboidratos solúveis e poder

tampão da forragem, deverão ser observados, pois irão influenciar na qualidade do material fermentado (REIS & COAN, 2001).

A cana *in natura*possui um teor de matéria seca (em média) de 30%, para ROSA (2009), o teor de matéria seca ideal da cana-de-açúcar, gira em torno de 30 a 35%.De acordo com WOOLFORD(1984), maior teor de matéria seca influenciará na estabilização do material ensilado em pH mais elevado, devido à menor atividade de bactérias do gênero *Clostridium*.

Também é uma característica importante das forragens oseu poder tampão, que influenciará no abaixamento do pH, podendo favorecer a ação de microorganismos indesejáveis. Para cana-de-açúcar, a terceira característicaé o teor de carboidratos solúveis, que tem influência direta no processo de fermentação. Na cana-de-açúcar a alta quantidade de sacarose, em torno de 20% na matéria seca favorecea atuação das leveduras epífitas, produzindo etanol (Figura 2) e/ou acido acético (Mcdonaldet al.,1991; PEDROSO et al., 2007).



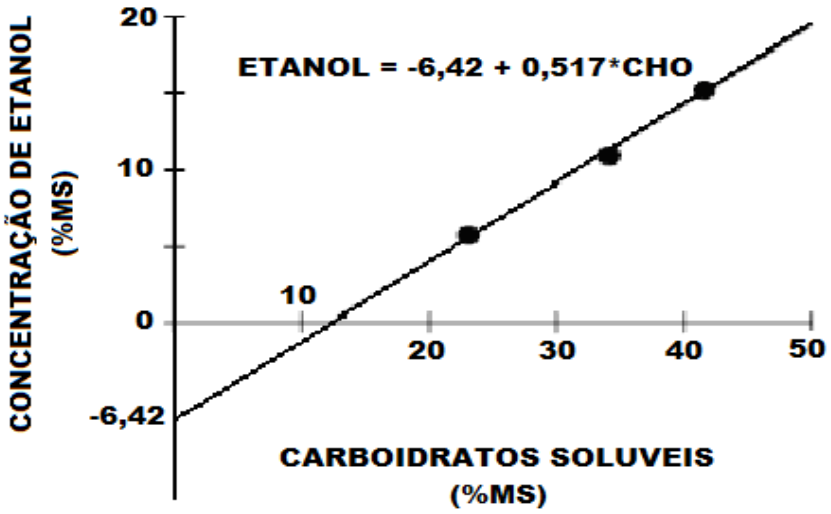
Fonte: Adaptado de PEDROSO (2007).

FIGURA2. Evolução temporal das concentrações de etanol e carboidratos solúveis em água (CHOs) na silagem de cana-de-açúcar

A maioria dos estudos sobre perdas na ensilagem foram realizadas em laboratórios utilizando minissilos e são medidas importantes para avaliar o padrão de fermentação (JOBIM et al., 2007). Dentro destas avaliações as principais são as perdas por gases e por efluentes por variação de peso dos minissilos e material absorvente, respectivamente e as perdas totais.

Segundo AMARAL et al. (2009), no processo de fermentação de carboidratos os produtos gerados são ácidos orgânicos, etanol, água, ATP e CO_2. Este último durante a fermentação por leveduras é bastante significativo,portanto,a perda por gases constitui uma variável importante.

SILVA et al. (2008) ao relacionarem o efeito da quantidade de carboidratos solúveis com a produção de etanol, observaram que, de uma forma linear, concentrações maiores de carboidratos solúveis influenciam a produção de etanol, sendo que quantidades menores que 12,4% de carboidratos solúveis namatéria seca, anulam a produção deste álcool, conforme Figura 3.



Fonte:Adaptado de SILVA et al. (2008).

FIGURA3. Relação entra concentração de carboidratos solúveis da planta (%MS) e as concentrações de etanol na silagem (%MS).

O controle das perdas que ocorre pela rápida proliferação de leveduras que transformam a sacarose em álcool, dióxido de carbono e água, durante o processo fermentativo, norteiam as pesquisas, a fim de se obter um material ensilado com maior qualidade. Perdas fermentativas diminuem a quantidade de energia e de matéria seca, pioram a palatabilidade e, consequentemente reduz consumo (ANJOS et al.,2008).

Segundo SANTOS et al. (2006), silagens de cana-de-açúcar sem aditivo apresentam valores inferiores de matéria seca em relação à cana *in natura,* em torno de 25,61 e 30,38%, respectivamente. De acordo Mcdonald et al. (1991) a possível causa da perda de matéria seca, quando se compara o material

ensilado ao in natura, pode serpela diminuição do conteúdo celular (carboidratos solúveis). Pode se esperar de 15 a 30% de perdas totais(SOUSA et al., 2008).

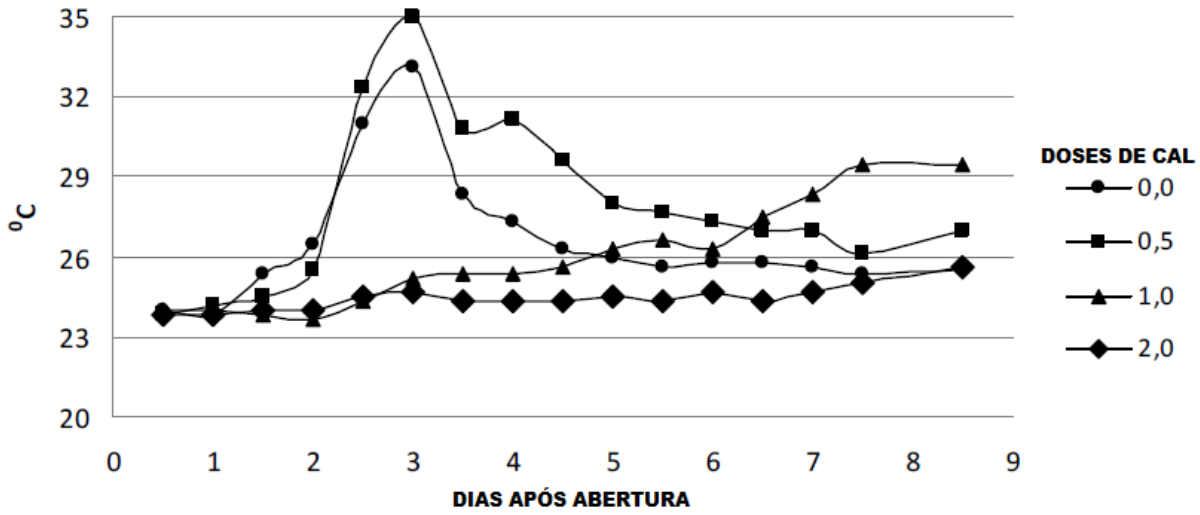
Os aditivos testados e utilizados no processo deensilagem de cana são: uréia (SANTOS et al.,2006; SIQUEIRA et al.,2007), cal processada (OLIVEIRA et al.,2007), óxido de cálcio (BALIEIRO NETO et al.,2007), hidróxido de sódio, benzoato de sódio (SIQUEIRA et al.,2007), *Lactobacillus buchneri* (MENDES et al.,2008), *Lactobacillus plantarum, Propionibacterium acidipropionia* (SIQUEIRA et al.,2007). Individualmente ou associados, a maioria trazem melhorias na qualidade da silagem, na digestibilidade e na estabilidade aeróbica pós-abertura do silo.

BERGAMASCHINE et al. (2010) avaliaram o padrão fermentativo da silagem de cana-de-açúcar sem e com aditivos: 1,5% uréia, 50% planta de soja e 1,5% CaO, em matéria natural e observaram que a adição de planta de soja interferiu positivamente no processo fermentativo e na composição da silagem e em relação à produção de álcool,os menores teoresencontrados foram 1,34 e 1,15%MS, nos tratamentoscom 50% de soja e oxido de cálcio, respectivamente, inferindo que o lento abaixamento do pH ou alcalinização do meio, possa inibir a ação de leveduras. De acordo com SANTOS et al. (2006) a utilização de uréia na massa de forragem nos teores 0,5 e 1,5%, proporcionarammelhora no padrão de fermentação e composição bromatológica da silagem de cana.

BALIEIRO NETO et al. (2007) avaliaram níveis de 0,5; 1,0 e 2,0% de CaO como aditivo e observaram redução do teor de fibra, aumentando a digestibilidade da MS, porém, apenas os níveisestabilizaram a silagem após a abertura do silo. De acordo com JOBIM et al. (2007), massa ensilada e estabilizada, quando entra em contato com o ar, sofre processo de deterioração, gerando calor pela atividade microbiológica, portanto a estabilidade pode ser determinada com o aumento da temperatura da massa ensilada em 2°C acima da temperatura ambiente.

BALIEIRO NETO et al. (2009) reavaliaram o uso de óxido de cálcio, comumente chamada de cal virgem e observaram que os níveis de 0,0; 0,5; 1,0 e 2,0% não foram eficientes no controle de perdas da matéria seca, porém conforme observado anteriormente, ambos os teste proporcionam a estabilidade após abertura dos silos, principalmente a dosagem maior. De acordo com

WOOLFORD (1978) o aumento em temperatura de material ensilado quando exposto ao ar pode ser ocasionado pelo crescimento de microrganismos aeróbicos. O tratamento controle e 0,5% de CaO, possivelmente foi insuficiente pra controlar esse crescimento (Figura 4).Entretanto SANTOS et al. (2008) e AMARAL et al. (2009) concluíram que além da estabilidade aeróbica, houve a redução das perdas por efluentes e gasosas, inibição da atividade das leveduras e menor teor alcoólico, possivelmente por causa das dosagens maiores de 1,5 e 2,0% de oxido de cálcio.



Fonte: Adaptado de BALIEIRO NETO et al. (2009).

FIGURA 4. Temperatura de silagens de cana-de-açúcar durante a exposição ao ambiente.

A associação dos aditivos químicos uréia 1,5%, benzoato de sódio 0,1% e hidróxido de sódio 1% com os aditivos bacterianos*Propionibacterium acidipropionici* + *Lactobacillus plantarum e L.buchneri*foram testadas porSIQUEIRA et al. (2007) na produção de silagem de cana e observaram que interações entre os microorganismos com NaOH, melhoraram a eficácia no controle da fermentação alcoólica, com maior teor de matéria seca e maior recuperação de carboidratos não fibrosos e menores teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácidoe lignina, conseqüentemente maior digestibilidade *in vitro* da matéria seca em relação ao grupo controle.

Outra interação estudada foi a da silagem de cana crua ou queimada, aditivada com uréia, benzoato de sódio, hidróxido de sódio, *P. acidipropionici* +

L.plantarum e L. buchneri, na ensilagem de cana-de-açúcar sem aditivo crua ou queimada, ocorreram elevadas perdas, diferentemente das aditivadas com os microrganismos*L. buchneri,* tanto na fase de fermentação como após abertura dos silos (SIQUEIRA et al., 2010).

Aditivos considerados absorventes ou sequestrantes de umidade como fubá de milho, farelo de trigo, polpa cítrica e resíduos da agroindústria regional, são utilizados para elevar o teor de matéria seca da silagem e preservar a qualidade do material ensilado (SILVA et al.2007).

A inclusão de milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS), na proporção de cinco e 10% da matéria natural, controlou a fermentação etílica da silagem de cana(BERNARDES et al.,2007) e melhorou o padrão de fermentação e o valor nutritivo da silagem (ANDRADE et al.,2001). Por outro ladoEVANGELISTAet al.(2009), não obtiveram melhoria dos parâmetros fermentativos com o mesmo aditivo.

A “casquinha” de soja é um aditivo absorvente, coproduto do processo de extração do óleo de soja, que gera em torno de 0 a 3% desse material, dependendo do teor de proteína da soja (ZAMBOM et al., 2001).

De acordo com PAROLIZ et al*. (*2004) a casca de soja é um alimento rico em fibra com energia disponível semelhante ao de alimentos concentrados. Sua digestibilidade é alta, acima dos 90%,sendo observadosteores de 92,5% de matéria seca, 13,8% de proteína bruta e64,3% de fibra em detergente neutro.

Resultados satisfatórios, com redução da fermentação alcoólica, melhoria na qualidade da silagem, aumento da digestibilidade, podem ser esperados com o uso de aditivos químicos, alguns aditivos biológicos, como o *Lactobacillus buchneri* (MENDES et al., 2008) e comuso de aditivos residuais/ seqüestrastes de umidade, como a casquinha de soja (FREITAS et al., 2006). Porém são escassos os trabalhos que correlacionam o desempenho produtivo animal às dietas com silagem de cana-de-açúcar aditivada.

QUEIROZ et al.(2008) avaliaram o desempenho de vacas lactantes alimentadas com diferentesrações (isoproteíca e isoenergética), variando apenas o volumoso em cana *in natura,* silagem de cana, silagem de milho e uma mistura de cana *in natura* com silagem de milho (50%:50%), as dietas que continham silagem de cana à mistura,tiveram maior consumo em kg/dia de matéria seca,

porém na produção diária em kg/dia de leite, não houve diferença significativa entre os tratamentos, mesmo quando se corrigiu a produção para 4% de gordura.

VALVASORI et al.(1998)avaliaram os efeitos da substituição da silagem de sorgo pela silagem de cana, nas proporções 0, 50 e 100%, na produção de leite e gordura, os autores observaram que apenas na substituição total da silagem de sorgo, a produção de leite foi menor, porém o teor de gordura não deferiu estatisticamente os tratamentos.

3. MATERIAS E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentosnas dependências do Núcleo Avançado de Apoio à Transferência de Tecnologia (NAATT), Regional Centro-Oeste da Embrapa Gado de Leite,situado na Embrapa Arroz e Feijão, no município deSanto Antonio de Goiás, latitude de 16º28'00", longitude de 49º17'00" e altitude de 823 metros.

Para a confecção da silagem, foi utilizadaa cultivar de cana-de-açúcar IAC 86-2480 que apresenta relação FDN / teor de açúcar (Pol) (%)baixo, possibilitando maior digestibilidade, com aproximadamente 12 meses de idade, da fazendinha agroecológica da Embrapa Arroz e Feijãomanejada com adubação de plantio esterco de curral e fosfato de rocha, sem adubação de manutenção.

A cana foi colhida em setembro de 2008, mecanicamente utilizando colheitadeira de forragem de 10 facas, com produção de até 26t/h e regulagem para corte com tamanho médio de partículas de 10 mm.

Após o cortepara o primeiro experimento, confeccionouoito silagens, onde os aditivos foram misturados manualmente de acordo com os tratamentos:

1. Cana pura (CN);
2. Cana com inoculante bacteriano (CN+IB);
3. Cana com 0,5% uréia (CN+UR);
4. Cana comIB + 0,5% uréia (CN+IB+UR);
5. Cana com IB + 10% casca de soja (CN+IB+10%CS);
6. Cana com IB + 20% de casca de soja (CN+IB+20%CS);
7. Cana com IB + 0,5% uréia + 10% casca de soja (CN+IB+UR+10%CS) e
8. Cana com IB + 0,5% uréia + 20% de casca de soja (CN+IB+UR+20%CS).

Os aditivos utilizados foram: inoculante bacteriano*Lactobacillus buchneri* (cepa NCIMB 40788) na indicação, conforme o fabricante, de 3,65 x 10^5 ufc/g de massa verde, microorganismo classificado como bactéria heterofermentativa, que produz ácido láctico, acético e 1,2 propanodiol durante a fermentação. Além de uréia na dose 0,5% da matéria original, misturado em água e casca de soja, nas doses de 10 e 20% na matéria original.

Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo oito tratamentos enove períodos de fermentação(1, 2, 3, 7, 15, 30, 60, 120 e 180 dias pós-fechamento) comtrês repetições.

Os silos experimentais foram confeccionados comtubos de PVC de cor preta, com as seguintes dimensões: altura - 30cm e diâmetro interno - 10 cm, com capacidade aproximadamente de 1,2 kg de forragem. Os minisilos eram dotados de tampas e fundos móveis, fixados por braçadeiras (Figura5). As tampaspossuem uma válvula tipo *Bunsen,* visando à eliminação dos gases produzidos durante o processo de fermentativo. Os tubos e as tampas foram pesados, identificados com etiquetas de cada tratamento. (Figura 6).

FIGURA 5. Minissilos ou silos experimentais.

FIGURA 6. Tampas dos minissilos, com braçadeira e válvula de *Bunsen*.

Visando a quantificação da produção de efluentes, foi montado um aparato no fundo de cada silo experimental, utilizando em média, 0,35 kg deareia fina, separada da silagem através de um tecido de algodão, ocupando todo o diâmetro do tubo, além de uma tela de náilon (Figura 7). Este aparato serviu para avaliação de perdas por efluente, de acordo com PEDROSO et al. (2005).Após montagem do aparato, os minisilos foramnovamente pesados, tendo assim o peso médio do aparato.

FIGURA 7. Aparato para coleta de efluente (areia, tecido de algodão e telinha).

Em média, o tubo vazio, sem o aparato, pesa aproximadamente 0,85 kg, a tampa 0,27 kg e o minissilo cheio e vedado 3,4kg. A compactação da silagem foi realizada manualmente, sem auxílio de bastões, alcançando uma densidade média de 500 kg/m³. Após compactação os recipientes foram tampados e pesados novamente (figura 8), armazenando-os em local seco e fresco sem a incidência de luz solar.

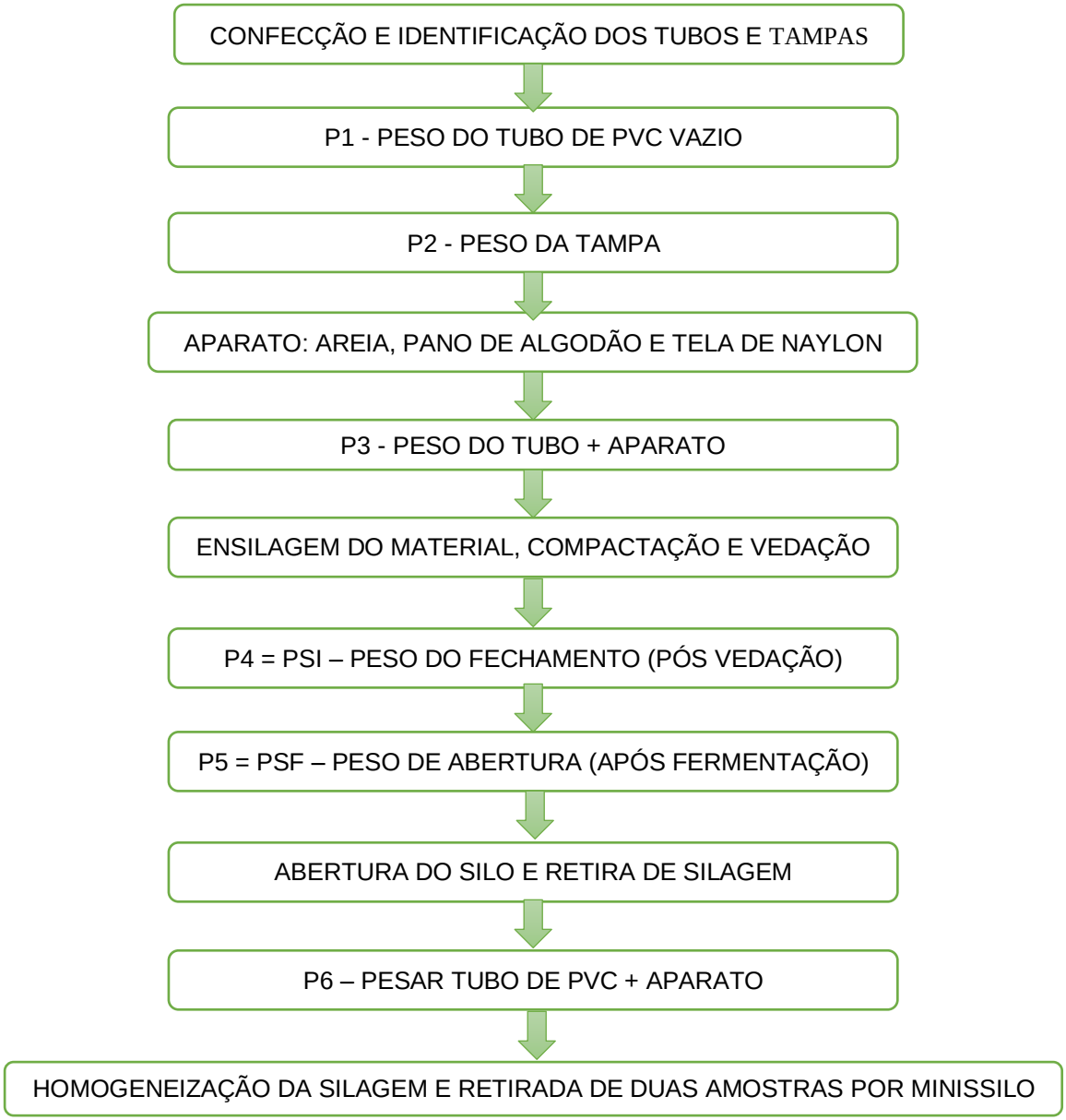


FIGURA 8. Esquematização de coleta de dados em minissilos.

Decorrido os dias após a vedação dos minissilos e de acordo com seu tratamento: tempo de fermentação (1, 2, 3, 7, 15, 30, 60, 120 e 180 dias), estes foram pesados para estimar as perdas gasosas em relação à matéria original, com auxilio da formula:

$$PG = (PSI – PSF) / MNI \times 100$$

Onde:

PG = perdas por gases em % da MN;

PSI = peso do silo inicial, após vedação, ao fechar (kg);

PSF = peso do silo final, após fermentação, na abertura (kg);

MNI = quantidade de forragem ou matéria natural ensilada (kg).

Posteriormente, os minissilos foram abertos procedendo-se a remoção e descarte dos primeiros dois cm de silagem e retirada de todo material ensilado até a chegada no aparato (areia, tecido de algodão e telinha de plástico). Após esse processo, o conjunto minissilo e aparato foram pesados para determinação da quantidade de efluentes gerados, estimando se com a formula:

$$PE = (PSAF – PSAI) / MNI \times 100$$

Onde:

PG = produção de efluentes (kg de efluente em % da MN);

PSAF = peso do conjunto minissilo e aparato após abertura (kg);

PSAI = peso do conjunto minissilo e aparato antes da ensilagem do material (kg);

MNI = quantidade de forragem ou matéria natural ensilada (kg)

Por ocasião de abertura dos minissilos e homogeneização da silagem, foram retiradas duas amostras de cada silo, uma para determinação do pH e outra para análise bromatológica.

Para análise do pH, as amostras foram congeladas até o momento da análise. Foram separadas cinco gramas de cada amostra congelada e colocadas em um béquer com capacidade para 250 ml e acrescentou-se água deionizada, na mesma proporção da amostra da silagem e deixado em repouso por cinco minutos. Posteriormente, foi realizada a leitura do pH do material em pHmetro digital de mesa, calibrados com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, de acordo com SILVA & QUEIROZ (2002), três vezes consecutivas, com intervalos de 30 minutos e agitação do béquer, fazendo um média das leituras.

Para as analises bromatológicas, as amostras foram acondicionadas em saco de papel perfurado, pesadas e levadas à estufa de ventilação forçada a

uma temperatura de 55°C (±5°C) durante 72 horas. Após esse processo, as amostras foram novamente pesadas para a determinação da primeira matéria seca ou amostra seca ao ar (%ASA).

Posteriormente as amostras foram moídas em moinhotipo*Willey* com peneira de malha de 1mm e acondicionadas em sacos plásticos e enviadas ao Laboratório de Análisesde Alimentos (LANA), do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia na Universidade Federal de Goiás (DPA/EVZ-UFG), onde foram realizadas as análises de amostra seca em estufa (%ASE), matéria seca (MS), proteína bruta (PB), (AOAC, 1975 *compiladas por* CAMPOS et al., 2004), fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (VAN SOEST, 1994).

Para a determinação da segunda matéria seca ou amostra seca em estufa (%), foi pesado aproximada 1,0g de material e colocado em cadinho de porcelana, posteriormente levados à estufa de regulada a 105°C, por 12 horas. Após tempo na estufa e resfriamento em dessecador à temperatura ambiente, o cadinho com a amostra foipesado, para cálculo de %ASE e com isso calculou-se a % de MS verdadeira.

A proteína bruta foi determinada pelo método de micro Kjeldahl isolando e quantificando o nitrogênio total e estimando o conteúdo proteico pelo fator de conversão universal (6,25).

Para a determinação de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), foi pesado aproximadamente 0,5 g de ASA e colocados em sacos de tecido não tecido (TNT) com dimensões 5,0 cm x 5,0 cm, previamente levados à estufa 105°C por 1 hora e pesados após 30 minutos no dessecador. O FDN e FDA foram determinados pelo método seqüencial proposto por VAN SOEST (1994) com o uso do aparelho determinador de Fibra TE-149 (TECNAL).

O segundo experimento também foi realizado no NAATT/CO da Embrapa Gado de Leite situado na Embrapa Arroz e Feijão, no município de Santo Antônio de Goiás, no período de 18 de junho a 12 de agosto de 2010.

As silagens foram produzidas utilizando-se a cultivar IAC 86-2480, com aproximadamente 12 meses de idade, da Fazenda Agroecologia (Embrapa Arroz

e Feijão), tendo sido fertilizados com esterco de curral e fosfato de rocha na ocasião do plantio e sem adubação de manutenção.

A cana foi colhida mecanicamente utilizando colheitadeira de forragem de 10 facas, com produção de até 26t/h e regulagem para corte com tamanho médio de partículas de 10 mm.

Uma vez realizado corte e picagem da cana, procedeu à confecção de quatro silagens, observando-se a inclusão dos aditivos,inoculante bacteriano *Lactobacillus buchneri,* casquinha de soja na proporção de 10% e 20% da matéria original, além da silagem controle, cana pura, de acordo com os tratamentos preconizados:

1. Cana pura (CN);
2. Cana com inoculante bacteriano (CN+IB);
3. Cana com IB + 10% casca de soja (CN+IB+10%CS);
4. Cana com IB + 20% de casca de soja (CN+IB+20%CS);

As silagens experimentais foram acondicionadas em silos superfície,forrados com lona preta 100 micras (para evitar a contaminação do material), compactados e cobertas com lona preta e branca, 200 micras.

Para fins da avaliação do desempenho foram utilizados quatro vacas mestiças (5/8 Holandês e 3/8 Gir), multíparas, com peso vivo médio (PV) no início do trabalho de 496 kg, produção média de 13,00 kg de leite/dia, com 71 e 127 dias de lactação no início e no final do experimento, respectivamente. Os animais foram distribuídos, em delineamento experimentalquadrado latino 4x4, com o objetivo de avaliar os efeitos do uso de inoculante bacteriano e dos níveis de inclusão de casca de soja na silagem de cana-de-açúcar (zero; 10 e 20% de matéria original).

Os animais foram alojados em baias individuais (5 mx10m), com piso de concreto, sombreamento artificial de 50%, com cochosindividuais e bebedouros com água àvontade e com troca de baias de acordo com a modificação do período experimental.

A alimentação volumosa *ad libitum*e renovação duas vezes por dia, assete e 14 horas, quando estes estavam na sala de ordenha, tomando-se o cuidado de estimar uma sobra futura de 10% para evitar a subalimentação, usando como referência a quantidade consumida do dia anterior. Todos os dias

foram realizadas as pesagens das quantidades de volumoso fornecidas (pesada em balança de sacaria até 100kg, com auxílio de um tambor de capacidade de 100 litros) e das sobras (recolhidos com auxílio de vassoura de piaçaba e pá, pesados em mesma balança), no período da manhã e tarde, estimando assim o consumo diário de matéria natural.

As silagens experimentais, após serem pesadas e servidas, eram misturadas com concentrado na proporção de 2kg/cabeça/refeição, num total de 4kg/dia/animal, sendo o concentrado padrão utilizado no NAATT/CO, composto por milho moído (61,5%), farelo de soja (32,0%), uréia (1,0%), sulfato de amônia (0,2%), núcleo mineral leite (4,0%) e sal branco (1,3%).

Foram realizados quatro períodos experimentais com duração de 14 dias, perfazendo um total de 56 dias de experimento. Do 1° ao7° dia foram destinados para adaptação e mensuração consumo das silagens e do 8° ao14°, para a coleta dos dados de produção e composição do leite, composição da silagem fornecida e do resíduo.

O consumo de matéria natural, em kg/dia e o peso corporal do animal, também foram mensurados neste último período, para estimar a porcentagem de consumo do alimento pelo peso vivo (%kg/PV), subtraindo do alimento fornecido o residual, dividindo pelo peso corporal do animal e multiplicando por 100 pra transformar em %.

Os animais foram pesados, inicialmente, no oitavo dia e, posteriormente, no 14° dia (final do período experimental), os animais foram pesados, logo após a ordenha da manhã.

As vacas foram ordenhadas mecanicamente, duas vezes por dia, de manhã e à tarde, saindo para a sala de ordenha às 06h30min e às 13h30min, respectivamente, período que foi utilizado para recolher o resíduo da alimentação anterior e fornecer de nova alimentação.

Durante o período de coleta (8° ao14° dia)foram coletados os dados de produção de leite, commedidorde ordenhadeira mecânica.

Foram coletadas sete amostras de leite de cada animal, no período do 8° e 14° dia, em frasco com bronopol, na proporção de 2/3 e 1/3 nas ordenhas da manhã e tarde, respectivamente e encaminhadas ao Laboratório de Qualidade do Leite (LQL), da Escola de Veterinária e Zootecnia da UFG, para análise de

gordura, proteína, lactose, extrato seco desengordurado e extrato seco total, pela técnica do Infravermelho próximo (IDF 141C, 2000), além da contagem de células somáticas (CCS), pela técnica de citometria de fluxo (IDF 148-2, 2006)

No11° dia de cada período experimental, foram coletadas amostras dos alimentos oferecidos aos animais e do resíduo, tanto no período da manhã como no da tarde, paraas analises bromatológicas descritas no experimento anterior.

Os dados foram analisados usando o software JMP (SAS Institute Cary, NC, USA), sendo que os provenientes do experimento com os minissilos experimentais foram analisados como inteiramente casualizado, testando os efeitos de interesse através de contrastes pertinentes.

Os dados do experimento de desempenho com vacas em lactação foram analisados como quadrado latino 4x4, com efeito de período como fixo e vacas e tratamentos como aleatórios.Foram construídos contrastes entre o grupo controle, isto é, vacas alimentadas com silagem de cana pura, e os tratamentos, para teste do efeito da inclusão do inoculante bacteriano, da inclusão de casca de soja e o níveis de inclusão de casquinha de soja.

Para todos os contrastes foram informados o nível de probabilidade para os testes de t, de Student e se forem maiores do que 0,05 serão declarados não significativos (ns).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Perdas totais, gasosas e por efluentes

Os teores de matéria seca dos tratamentos com adições de casca de soja foram mais elevados que os demais tratamentos em função da participação desse ingrediente com 90% de matéria seca (Tabela 2). O teor de matéria seca afetou diretamente o pH da silagem, que o ideal segundo Mcdonald et al. (1991) é de 3,8 a 4,2, sendo que aquelas com menor teor de matéria seca foram mais ácidas. Nas silagens com abertura aos 60 dias, com a adição de uréia e casca de soja, houve um efeito significativo para o teor de matéria seca e pH do material ensilado.

Mesmo com a adição de água à silagem, quando foi adicionada a uréia e o inoculante bacterianos, todas as misturas que continham esses dois aditivos apresentaram maiores teores de matéria seca em relação ao tratamento controle.

As perdas totais de matéria seca (efluente + gases) foram semelhantes entre os tratamentos, variando de 24 a 30%, sendo observado na literatura valores da ordem de 15 a 30% (SOUSA et al., 2008). As perdas totais de matéria seca observados para os tratamentos com maiores teores dessa variável, podem estar relacionadas à dificuldade de abaixamento do pH a níveis inferiores a 4,0 devido ao efeito tamponante da proteína na massa ensilada pela adição de uréia e casca de soja. No tratamento CNIB, as perdas totais e por efluentes, foram bem representativas, porém não houve diferença significativa dos outros tratamentos, essa diferença pode estar relacionada a erros de aplicação do inoculante.

Segundo SIQUEIRA et al. (2010) em silagens tratadas com uréia essa é transformada em hidróxido de amônio, caracterizado como composto alcalino, que inibe a queda do pH.

As perdas por gases foram semelhantes e ao redor de 7%, sendo observados valores da ordem de 3 a 9% em silagem de cana com adições de inoculante bacteriano e uréia. Essas perdas estão correlacionadas com a produção etanol por leveduras (PEDROSO et al., 2005).

TABELA 2. Teor de matéria seca (MS)e perdas (totais, por gases e efluentes) no tempo de fermentação de 60 dias dassilagens de cana-de-açúcar aditivadas com uréia, inoculante bacteriano e diferentes níveis de casca de soja.

Tratamento	***%MS***	***Perdas (%)***		
		Totais	***Gases***	***Efluentes***
Cana pura (C)	23,92	19,86	9,96	9,90
C + Inoc. Bacteriano (IB)	25,22	21,44	8,81	12,63
C + Uréia (UR)	28,63	19,19	7,55	11,64
C+ IB+UR	27,99	18,69	7,92	10,77
C + IB + 10% Casca Soja (CS)	32,22	19,23	8,11	11,13
C + IB + 20%CS	38,71	15,43	0	15,43
C + IB + UR + 10%CS	29,44	20,4	7,32	13,07
C + IB + UR + 20%CS	36,06	21,30	3,08	18,22
Efeito da UR*	0,0016	Ns	Ns	Ns
Efeito do IB*	Ns	Ns	Ns	Ns
Efeito da CS*	4,7e-6	Ns	0,004	Ns
Efeito do nível de CS*	3,7e-5	Ns	0,0002	Ns
EPM**	0,800	3,125	1,323	3,493

* probabilidade de [t] , ** Erro Padrão da Média com 16 graus de liberdade
%MS- teor de matéria seca; IB – Inoculante bacteriano; UR – Uréia; CS- casca de soja

Nos tratamentos com 20% de casca de soja, as perdas gasosas, foram significativamente menores, o que pode ser devido às maiores quantidades de proteína adicionada à massa ensilada, dificultando abaixamento do pH que atua como inibidores da atividade de leveduras (BRITT & HUBBER, 1975). A adição de uréia ou inoculante à cana pura não afetou as perdas quantitativas em relação à cana pura (Tabela 2). FREITAS et al. (2006) também não encontraram efeito significativo do *L. buchneri*em relação às perdas. Isso pode estar relacionado ao fato deste microorganismo, ser uma bactéria heterofermentativa, que terá um dos seus produtos, a produção de etanol, altamente volátil.

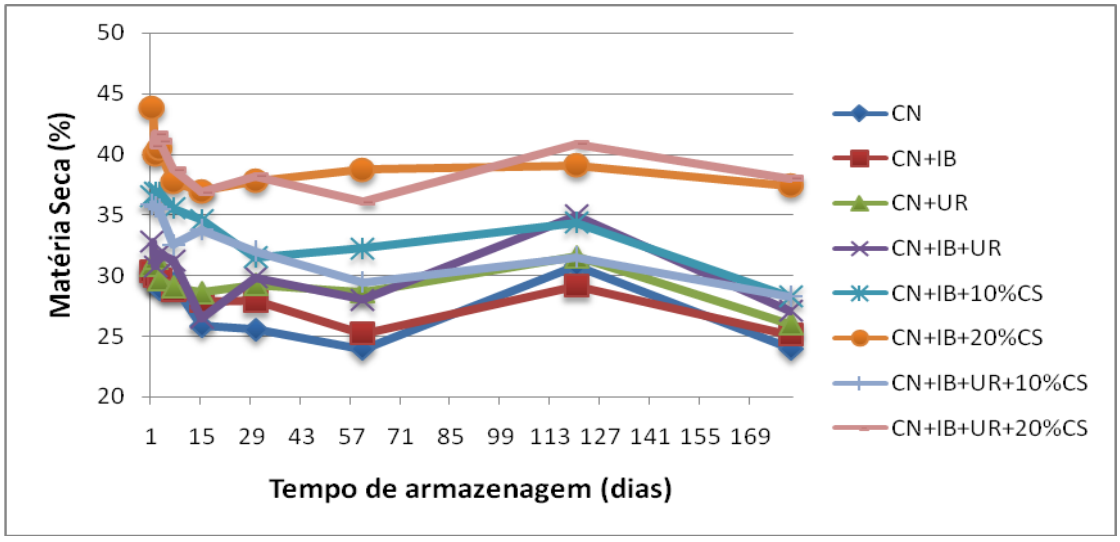


FIGURA 9. Teores de matéria seca (%)em silagens de cana-de-açúcar, de acordo com o tempo de armazenamento.

Apesar dos maiores teores de matéria seca dos tratamentos com 20% de casca de soja, estes apresentaram as maiores proporções de perdas por efluentes, podendo indicar que o material seja higroscópico, porém, não necessariamente absorvente.

O teor de matéria seca da cana de açúcar ensilada com casca de soja pode ser estimado pela equação:

MS = 26,22 (±0,692) + 0,54 (±0,063)%CS (P<0,001).

Os teores de matéria seca variaram de 23 a 38% durante o processo fermentativo até 180 dias de incubação, sendo que os menores valores (P<0,05) foram observados para os tratamentos que foram abertos com os tempos de armazenamento mais prolongados (Figura 10). Segundo Mcdonald et al. (1991), em silagens com maiores níveis de fermentação alcoólica, o consumo de 1 mol de glicose gera 2 moles de água e 2 moles de gás carbônico, gerando perdas de matéria seca e acúmulo de água metabólica. A redução no teor de matéria seca foi de 17,5% do primeiro aos 180 dias de fermentação, corroborando as informações de Mcdonald et al. (1991) que obtiveram redução de até 22% nos teores de matéria seca.

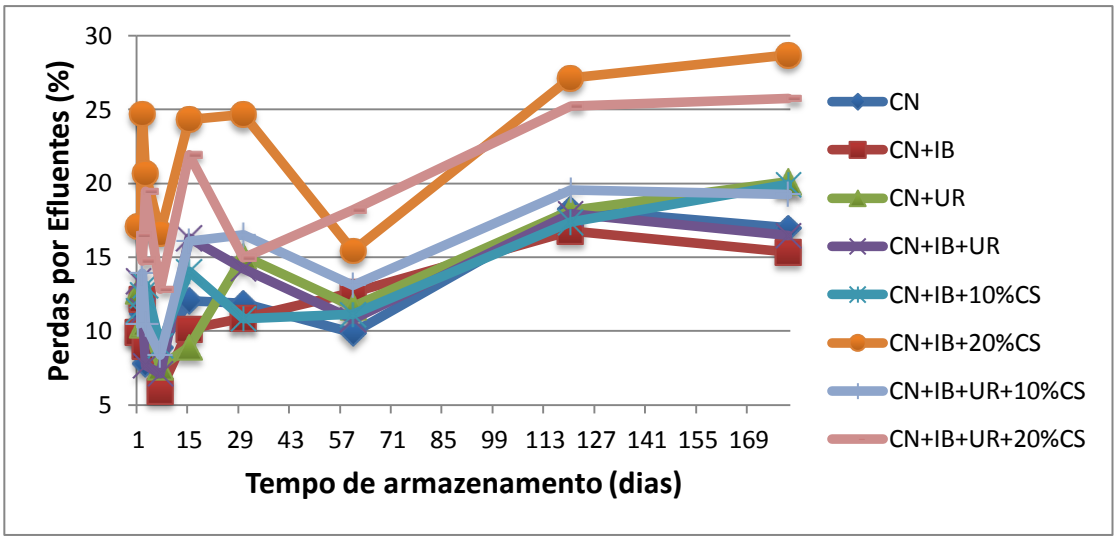


FIGURA 10. Evolução das perdas por efluentes ensilagens de cana-de-açúcar, de acordo com o tempo de armazenamento.

ÁVILA et al. (2008) avaliaram a qualidade da silagem com e sem inoculantee observaram reduções lineares nos teores de matéria seca, à medida que o tempo de armazenamento se prolongava, além de aumento nos teores de fibra do ensilado. Isso se deve, provavelmente às perdas gasosas, ocasionadas pela fermentação alcoólica por leveduras (AVILA et al., 2008) e perdas dos carboidratos solúveis (FREITAS et al., 2006), conforme Figura 11.

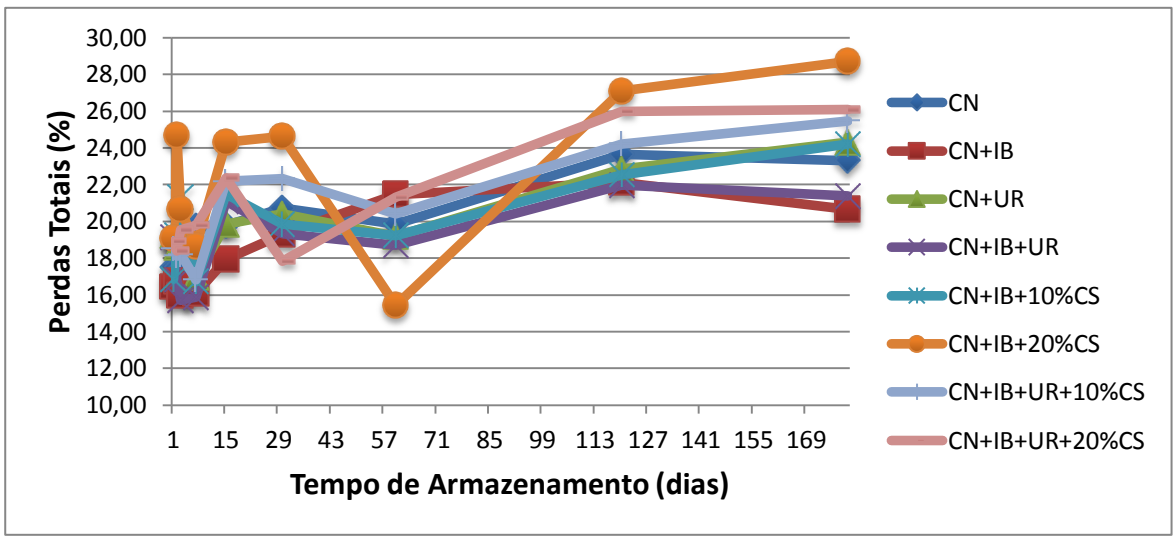


FIGURA 11. Evolução das perdas totais ensilagens de cana-de-açúcar, de acordo com o tempo de armazenamento.

4.2Teores de ácido lático, etanol e pH

Foi possível analisar os teores de ácido lático e etanol em amostras das silagens experimentais, para os tempos de fermentação de 15, 30, 60 e 120 dias, sem duplicatas. Como o tempo de fermentação não afetou (P>0,10) essas duas variáveis, esses 4 valores para cada tratamento foram considerados repetições e analisados estatisticamente (ANOVA).

Com exceção do tratamento silagem de cana com inoculantebacteriano, uréia e casca de soja, não houve interação entre tratamento e número de dias de fermentação, para as variáveis perdas, pH e matéria seca.

A adição de casca de soja não teve efeito significativo sobre os teores de etanol no material fermentado. Os teores de ácido lático, entretanto aumentaram com a inclusão de casca de soja, dentro daqueles tratamentos com IB e uréia. Por outro lado, o pH dessas silagens aumentaram, provavelmente em função da elevada constante de dissociação ácida da amônia (pKa = 9,25) proveniente da hidrólise da uréia adicionada nessas silagens experimentais (Tabela 3).

TABELA 3. Teores de ácido lático e etanol e valores de pH, no tempo de fermentação de 60 dias dassilagens de cana-de-açúcar aditivadas com uréia, inoculante bacteriano e diferentes níveis de casca de soja, em relação ao tratamento.

Tratamento	***Ác. Lático (%)***	***Etanol (%)***	***pH***
Cana pura (C)	1,10	4,35	3,14
C + Inoc. Bacteriano (IB)	1,54	2,54	3,18
C + Uréia (UR)	1,48	2,26	3,37
C+ IB+UR	1,54	1,67	3,31
C + IB + 10% Casca Soja (CS)	1,31	3,17	3,24
C + IB + 20%CS	1,46	2,04	3,56
C + IB + UR + 10%CS	2,32	2,78	3,85
C + IB + UR + 20%CS	1,95	2,25	3,44
Efeito da UR*	0,051	0,007	0,0043
Efeito do IB*	0,027	0,018	Ns
Efeito da CS*	0,07	Ns	2,3e-5
Efeito do nível de CS*	Ns	Ns	Ns
EPM**	0,134	0,800	0,053

* probabilidade de [t] ** Erro Padrão da Média com 24 graus de liberdade (16 graus de liberdade para valores de pH)
%MS- teor de matéria seca; IB – Inoculante bacteriano; UR – Uréia; CS- casca de soja

Houve uma sensível redução de pH durante o processo fermentativo promovido pela anaerobiose do ambiente. O menor valor de pH foi determinado com 100 dias de incubação, o que pode ser observado através da Figura 12. De acordo com as datas de aberturas dos minissilos utilizados neste experimento, até 60 dias as perdas se mantiveram nos menores níveis (até 20%), elevando-se com o tempo de fermentação (120 a 180 dias) ($P<0,05$). As perdas por efluentes seguiram a mesma tendência de aumento a partir dos 60 dias de fermentação (Figura 13).

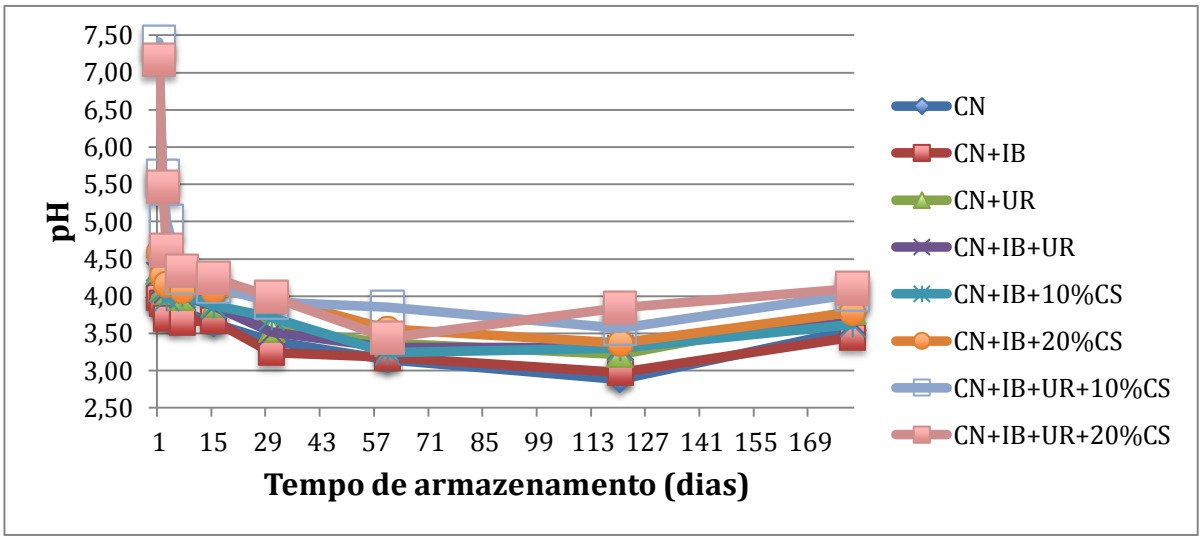


FIGURA 12. Evolução do pH de silagens de cana-de-açúcar em relação ao tempo de armazenamento.

Como não foram significativas as interações entre perdas ocorridas no material ensilado em função do tempo de fermentação das silagens experimentais (número de dias para abertura dos silos experimentais), a opção por representar graficamente essas perdas, de acordo com os tratamentos em função do tempo, estão mostradas nas Figuras 13 (efluentes) e 14 (perdas totais).

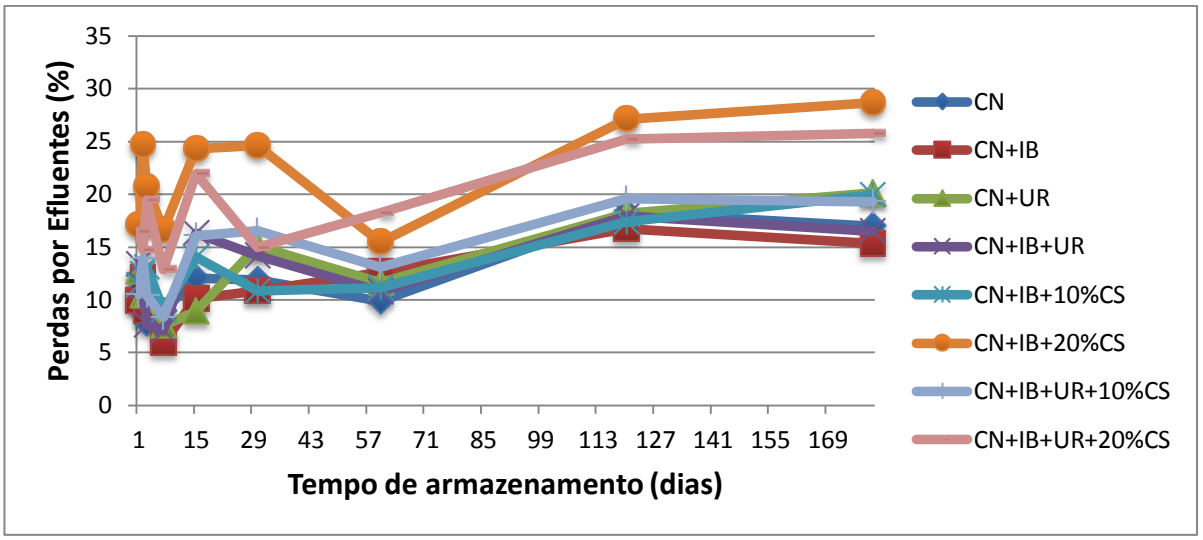


FIGURA 13. Evolução das perdas por efluentes ensilagens de cana-de-açúcar, de acordo com o tempo de armazenamento.

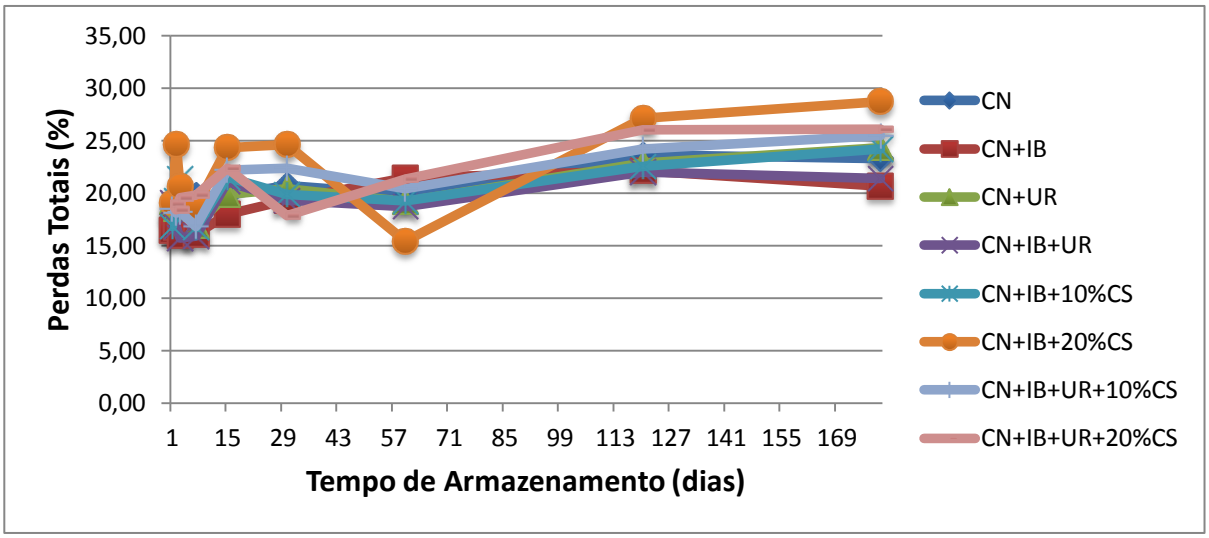


FIGURA 14. Evolução das perdas totais ensilagens de cana-de-açúcar, de acordo com o tempo de armazenamento.

4.3 Proteína Bruta

A silagem de cana-de-açúcar pura contém um teor bastante restrito de proteína bruta, pela natureza da forragem (Tabela 4). Com a adição do inoculante bacteriano, esse teor de PB não é alterado, porém, quando utilizados aditivos que contenham alguma fonte de nitrogênio (protéico ou não protéico), os teores de proteína bruta são elevados. Verifica-se na Tabela 4, que os tratamentos com uréiae casca de soja foram os que apresentaram maiores teores de proteína bruta, melhorando significativamente a qualidade da silagem. Contudo, verificou-se um escurecimento de todas as silagens correspondentes aos tratamentos com uréia e casca de soja, provavelmente relacionado à ação de uréase presente na casca de soja.

TABELA 4. Teor de proteína bruta no período de fermentação de 60 dias das silagens de cana-de-açúcar aditivadas com uréia, inoculante bacteriano e diferentes níveis de casca de soja.

Tratamentos	***PB***
CANA PURA	2,81
CANA + IB	2,97
CANA +UR	6,91
CANA + IB + UR	6,97
CANA + IB+10%CS	6,11
CANA + IB+20%CS	7,45
CANA + IB+UR+ 10%CS	7,98
CANA + IB+UR+ 20%CS	7,94
Efeito da UR*	5,6e-6
Efeito do IB*	Ns
Efeito da CS*	0,0001
Efeito do nível de CS*	Ns
EPM (8 graus de liberdade)*	0,383

* probabilidade de [t] ** Erro Padrão da Média com 8 graus de liberdade
IB – Inoculante bacteriano; UR – Uréia; CS- casca de soja

Nas figuras 15 e 16 observam-se os teores médios de proteína bruta determinados nas silagens avaliadas dos durante o processo fermentativo. Em média, o teor aumentou com o período de fermentação, contudo os resultados podem ser mais bem analisados com desdobramentos considerando tempo de fermentação x tratamentos.

A adição de inoculante bacteriano não alterou o teor de proteína bruta da silagem, porém a adição de 0,5% de uréia elevou cerca de 5 vezes o teor de proteína bruta na silagem e esta alteração foi observada durante todo o período de armazenamento (Figura 15).

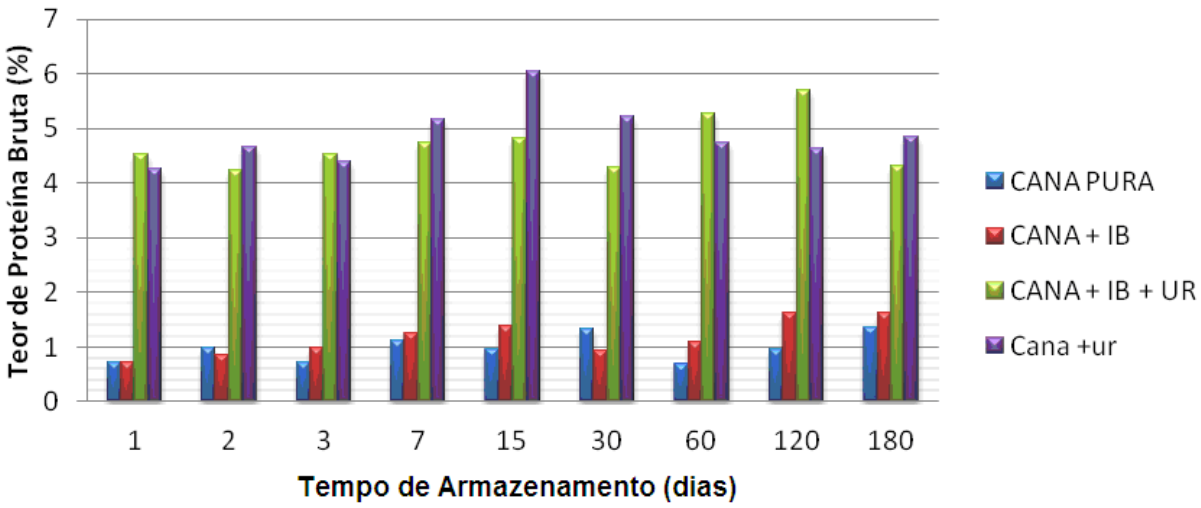


FIGURA 15. Teores médios de proteína bruta de silagens de cana-de-açúcar com inoculantebacteriano (IB) e/ou uréia (UR), de acordo com o tempo de armazenamento.

A adição de 10% de casca de soja elevou em 4 vezes o teor de proteína bruta, quando comparado a cana pura ou com inoculante bacteriano. Contudo, o efeito da uréia adicionada ao tratamento com casca de soja não foi aditivo, pois este tratamento apresentou um aumento de 5,4 vezes no teor de proteína bruta (Figura 16). O mesmo efeito foi verificado nos tratamentos com a adição de 20% de casca de soja.

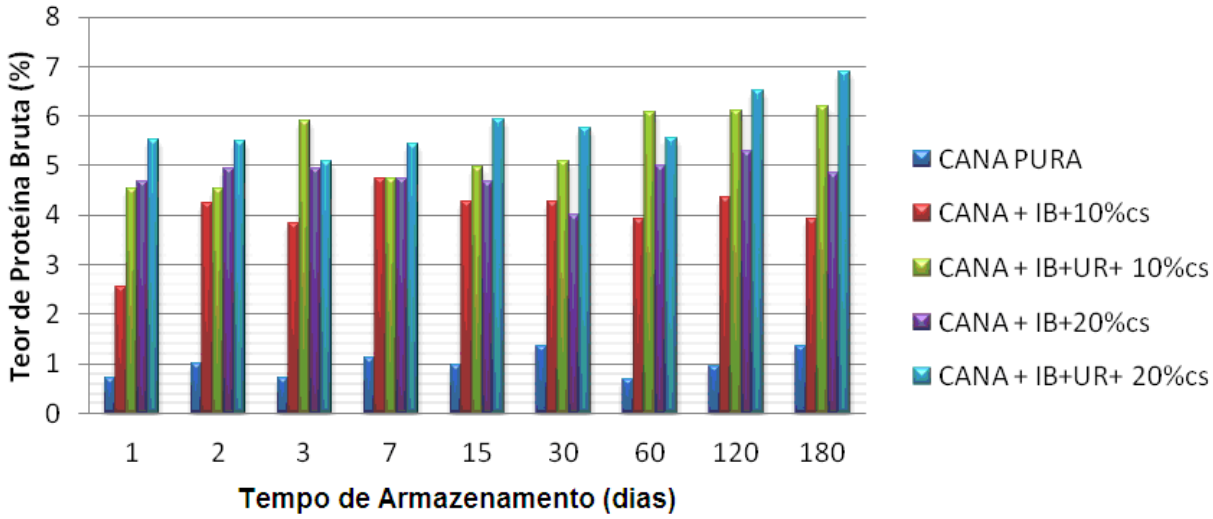


FIGURA 16. Teores médios de proteína bruta determinados nas silagens de cana-de-açúcar com casca de soja (CS) com e sem uréia (UR), de acordo com o tempo de armazenamento.

O aumento no teor de proteína bruta pela adição de 10 e 20% de casca de soja também não foi linear. Quando adicionado 10% de casca de soja sem uréia houve aumento de 409% no teor de proteína brutaem relação à cana pura, e quando passou de 10 para 20% de casca de soja esse aumento foi de 134%. Quando adicionados 0,5% de uréia, o aumento no teor de proteína bruta do tratamento cana+uréia para cana+uréia+10% casca de soja foi de 90% e quando a proporção foi elevada para 20% de casca de soja, esse aumento foi de 84% no teor de PB em relação ao tratamento sem casca. Esses efeitos aliados ao escurecimento observado nos tratamentos com casca + uréia induzem a uma suspeita que houve um forte efeito da atuação da urease, quando esses componentes foram misturados. De acordo com SARMENTO et al. (2001), a urease é a enzima responsável pela hidrólise da uréia em amônia. A amônia produzida é volátil e, provavelmente tenha sido perdida na forma de gás.

Para exemplificar a perda de N por volatilização devido a uma suposta degradação pela urease, foi realizada uma simulação considerando os dados de fermentação aos 120 dias. A cana pura fermentada por 120 dias apresentou teor de PB de 0,95%, quando adicionados 0,5% de uréia, o teor de proteína bruta foi de 4,63%, sendo observado um aumento de 3,68 pontos percentuais de proteína bruta somente pelo efeito da uréia. Quando adicionado 10% de casca de soja, o teor de PB saiu de 0,95% de proteína bruta da cana pura para 4,35%,

observando-se aumento de 3,4 pontos percentuais. Para adição de 20% de casca de soja, o teor de proteína bruta foi de 5,30% obtendo um aumento de 4,35 pontos percentuais. Desta forma, quando adicionada uréia + 10% de casca de soja, o teor de proteína bruta esperado seria 8,03% (0,95 + 3,68 + 3,4), porém o obtido foi 6,12% (Figura 17). Da mesma maneira, para adição de 20% de casca de soja, o esperado seria 8,98% (0,95 + 3,68 + 4,35) enquanto que o obtido foi de 6,53% (Figura 18).

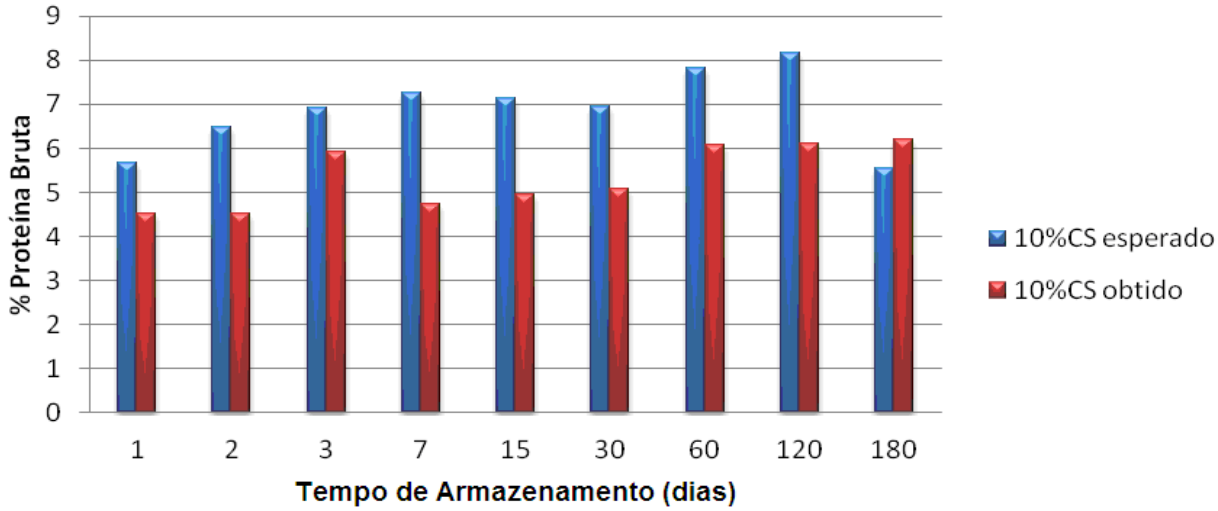


FIGURA 17. Teores médios de PB esperados e determinados em silagens de cana-de-açúcar aditivadas com 10% de casca de soja e uréia, de acordo com o tempo de armazenamento.

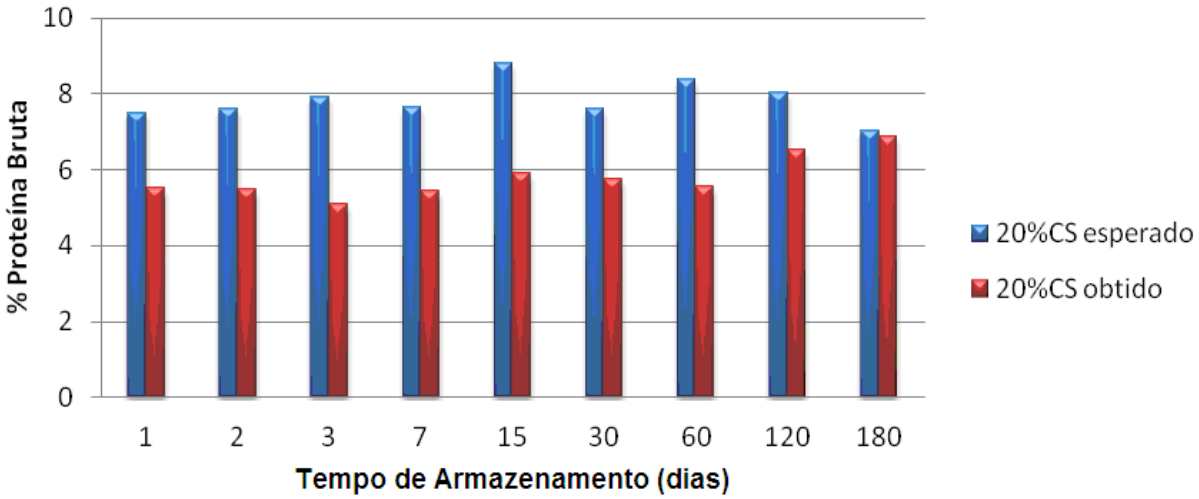


FIGURA 18. Teores médios de PB esperados e obtidos de silagens de cana-de-açúcar aditivadas com 20% de casca de soja e uréia, de acordo com o tempo de armazenamento.

.

A reação da uréia com água pode ser descrita como:

$$NH_2CONH_2 + H_2O \rightarrow 2\ NH_3 + CO_2$$

O NH_3 promove aumento do pH e solubiliza ligações ésteres, liberando hemicelulose. Conforme GARCIA (1992), o tratamento via amonização promove aumento nos teores de nitrogênio não-protéico e atua na fração fibrosa causando solubilização de parte da hemicelulose, aumentando assim, a digestibilidade e o consumo de volumosos de baixa qualidade, além de atuar como fungiostático no material amonizado (CAMPOS, 1995, PIRES et al., 1999). A teoria que explica o efeito da amônia sobre a fração fibrosa das forragens foi denominada “amoniólise”, que se baseia na reação entre a amônia e um ester a qual produz amida. As ligações ésteres entre a hemicelulose e a lignina com grupos de carboidratos são rompidas com a conseqüente formação de amida (PIRES et al., 1999).

De maneira geral, a adição de uréia propiciou silagens com redução até 10% nos teores de hemicelulose em relação aquelas sem uréia. O tratamento adição de uréiaà cana pura apresentou teores de hemicelulose até 50% menores nos primeiros 30 dias de fermentação, fato que não foi observado em outros tratamentos, pois todos os outros continham inoculantes bacterianos que controlam a fermentação por leveduras. Conforme CAMPOS (1995), a uréia tem efeito fungiostático. Esse fato pode ser um indicativo de possível inibição da ação de fungos na massa ensilada.

4.4 Fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido

Na Tabela 5, observam-se os teores médios de fibra em detergente neutro(FDN) e fibra em detergente ácido(FDA) das silagens. Observa-se que os teores de fibra são bastante elevados, principalmente os teores de FDA. Os maiores valores de FDN e FDA foram observados para os tratamentos com casca de soja em relação aos demais tratamentos (P<0,05), porém as diferenças obtidas não foram significativas, o que corresponde a um máximo de 4% do acréscimo nos teores.

TABELA 5. Teores médios de FDN e FDA de silagens de cana-de-açúcar aditivadas

Tratamento	***FDN***	***FDA***	***HC***
CANA PURA	46,74	27,35	19,39
CANA + IB	47,04	26,71	20,34
CANA + UR	41,82	23,11	18,71
CANA + IB + UR	45,84	26,65	19,18
CANA + IB+10%cs	52,46	33,39	19,07
CANA + IB+20%cs	49,29	34,04	15,25
CANA + IB+UR+ 10%cs	49,08	32,06	17,02
CANA + IB+UR+ 20%cs	48,19	33,18	15,01
Efeito da UR*	Ns	Ns	Ns
Efeito do IB*	Ns	Ns	Ns
Efeito da CS*	Ns	0,0092	Ns
Efeito do nível de CS*	Ns	Ns	Ns
EPM*	1,724	2,193	1,620

UR – uréia, IB – inoculante bacteriano, CS – casca de soja, EPM – erro padrão da média, 8 graus de liberdade

Quando desdobrados os efeitos dos tratamentos sobre os teores de FDN durante o armazenamento, observa-se que a adição de casca de soja proporcionou um maior aumento na concentração de FDN, em relação aos demonstrados nos teores médios.

Considerando que,no início da fermentação das silagens sem casca, o teor de FDN era menor que aqueles das silagens com casca e que as perdas de CNE favorecem o aumento no teor de fibra da silagem pronta. Presume-se que os tratamentos com adição de casca de soja tiveram menores perdas de CNE ou que houve degradação da porção fibra como observado por SARMENTO et al. (2001). Os mesmos autores observaram diminuição no teor de FDN por degradação em função dos níveis de soja crua adicionados ao bagaço de cana, devido à presença de urease na soja que ao produzir amônia pode solubilizar parte da fibra.

4.5Consumo e Desempenho

A inclusão de casca da soja à cana de açúcar ensilada, quando comparada com a silagem de cana com inoculante bacterianos, proporcionou aumento no consumo da ordem de 33%,com nível de adição de 20% de CS e de 26%, quando adicionado 10% de CS. A adição de 10% a mais de casca de soja proporcionou elevação no consumo de 1,57kg de MS/dia (Tabela 6). O aumento no consumo pode estar relacionado ao acréscimo da taxa de passagem à medida que se eleva a proporção de casca de soja, por ser um alimento mais facilmente digestível, devido à composição de sua fibra, que na grande maioria é celulose e hemicelulose e pouca lignina.

O consumo de FDN apresentou diferença significativa (P>0,05), para efeito do inoculante bacteriano e inclusão de casca de soja, portanto ambos influenciaram positivamente o consumo de fibra (Tabela 6).

TABELA6. Valores médios determinados para consumo (kg/animal.dia) dematéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e proteína bruta (PB) em dietas a base de silagem de cana-de-açúcar aditivada.

Tratamentos	***MS***	***FDN***	***Proteína Bruta***
Cana Pura	9,16	5,88	1,02
Cana + IB	8,69	5,28	0,94
Cana +10% CS	10,79	6,23	1,25
Cana + 20% CS	12,36	6,53	1,69
Efeito do IB*	0,0021	0,0018	Ns
Efeito da CS	3,5e-6	0,0001	0,0012
Efeito do nível de CS	0,0002	0,0484	0,0076

Letras diferente em mesma coluna são diferentes estatisticamente conforme teste Student 5%
%MS- teor de matéria seca; IB – Inoculante bacteriano; CS- casca de soja; FDN – fibra em detergente neutro.

A produção de leite e o ganho de peso das vacas consumindo silagens confeccionadas com casca de soja foram superiores (P<0,05) àquelas apresentadas pelas vacas consumindo silagem sem casca de soja (Tabela 7). Isso pode estar relacionado ao maior consumo de matéria seca e

conseqüentemente de proteína bruta, visto o efeito significativo quando comparamos a silagem de cana pura com a aditivada com casca de soja e os diferentes níveis deste aditivo (Tabela 6).

Mesmo com o fornecimento de concentrado (4kg/animal/dia), o desempenho animal proporcionado pela silagem de cana pura foi aquém daquele das silagens aditivadas. Este fato é confirmado principalmente pela grande perda de peso dos animais alimentados com esta dieta em relação às demais (Tabela 9).

Não houver efeito significativo na produção de leite, da aditivação com inoculante bacteriano comparado a silagem de cana pura. Já os tratamentos com casca de soja possibilitaram, além de 30% a mais na produção de leite, houve manutenção do peso dos animais. Uma recuperação mais rápida do peso do animal na fase inicial de lactação promove um retorno mais rápido das funções reprodutivas, melhorando a eficiência dos animais.

TABELA7. Desempenho de vacas em lactação (produção de leite (l/animal.dia) e ganho de peso (g/animal/dia) alimentadas com silagem de cana-de-açúcar com e sem casca de soja.

Tratamento	***Desempenho Animal***	
	Produção de leite	***Ganho de peso***
Cana Pura	10,40	-1,76
Cana + IB	9,75	-0,31
Cana +10% CS	11,34	0,84
Cana + 20% CS	12,90	0,51
Efeito do IB*	Ns	Ns
Efeito da CS	0,01	Ns
Efeito do nível de CS	Ns	Ns

Letras diferente em mesma coluna são diferentes estatisticamente conforme teste Student 5%

A composição do leite, os teores de lactose, proteína, ESD, EST e gordura, não se apresentaramdiferenças significativas e estavam dentro dos padrões esperados. QUEIROZ et al. (2008) avaliaram o desempenhos de vacas leiteiras de alta produção alimentadas com cana pura, silagem de cana inoculada com *L. buchneri,* silagem de milho e cana pura com silagem de milho (50:50),

observaram diferença somente com relação ao teor gordura, nos tratamentos com inclusão de 100% e 50% de silagem de milho. Apesar do valor encontrado para gordura ser superior aos 3,58% encontrados por VALVASORI et al., (1998), ficou abaixo do esperado para vacas da raça sintética Girolando (3,9%). Em média foi observado para gordura, lactose, proteína, ESD e EST, 3,67; 4,47; 2,86; 8,33 e 12,00, respectivamente.

Poucos são os trabalhos que correlacionam aditivações à silagem de cana-de-açúcar, com o desempenho de vacas leiteiras e na composição do leite. A grande maioria das pesquisas com vacas em lactaçãotrabalham com a cana *in natura* em substituição ou não as silagens de milho, sorgo com fonte alternativa de volumoso, de um modo geral quando trabalham a silagem de cana, os experimentos em confinamentos com gado de corte, estudando ganho de peso são mais freqüentes.

5. CONCLUSÃO

A adição de casca de soja à cana de açúcar ensilada alterou levemente as perdas de matéria seca, sendo significativa com a interação entre inoculante bacteriano e 20% de adição de casca de soja. O nível de inclusão de 20% de casca de soja à cana promoveu reduções nas perdas por gases, mas não interferiram nas perdas por efluentes.

A evolução do pH em relação ao tempo de armazenamento teve um comportamento esperado, já que após 21 dias de fermentação ocorre a estabilidade do pH decorrente ao ciclo de fermentação natural das silagens.

A adição de casca de soja à cana-de-açúcar melhora o valor nutritivo da massa ensilada podendo ser recomendada como aditivo. A associação de uréia com casca de soja para aditivação da silagem de cana-de-açúcar propicia um ambiente para amonólise e necessita de estudos mais aprofundados para esclarecer as interferências que ocorrem durante as reações.

A adição de casca de soja possibilitou maior produção de leite e ganho de peso em vacas em lactação.

REFERÊNCIAS

1. 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.

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

3. ANJOS, I. A; SILVA, D. N.; CAMPANA, M. P. Cana-de-açúcar como forrageira. In: DINARDO-MIRANDA, L. L; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Eds). **Cana-de-açúcar.** Campinas: Instituto Agronômico, 2008. cap. 33, p. 731-733.

4. AVILA, C.L.S., PINTO, J.C.; SUGAWARA, M.S.; SILVA, M.S.; SCHWAN, R.F. Qualidade da silagem de cana-de-açúcar inoculada com uma cepa de *Lactobacillus buchneri.* **Acta Scientiarium. Animal Sciences**, v.30, n.3, p. 255-261, 2008

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

6. BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G. R.; NOGUEIRA, J. R.; REIS, R. A. ROTH, A. P. T. P.; ROTH, M. T. P. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar aditivadas com cal virgem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal,** Salvador, v. 10, n.1, p.24-33, jan./mar., 2009.

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

8. BERGAMASCHINE, A. F.; BISPO, A. W.; AMORIM, T. R.; BASSO, F. C. LOPES, K. S. M. SILVA, E. M. Características fermentativas e químicas de silagens de cana-de-açúcar produzidas com aditivos. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 47ª, UFBA, Salvador – BA, 2010.

9. BONOMO, P.; CARDOSO, C.M.M.; PEDREIRA, M.S.; SANTOS, C.C.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F. Potencial forrageiro de variedades de cana-de-açúcar para

alimentação de ruminantes. **Acta Scientiarium. Animal Sciences**, v.31, n.1, p. 53-59, 2009.

10. BRITT, D.G; HUBER, J.T. Fungal growth during fermentation and refermentation of nonprotein nitrogen treated corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 58, n 11, 1975.

11. CAMPOS, M.C.L. **Níveis de amônia anidra e períodos de amonização sobre a composição químico-bromatológica e degradabilidade dos fenos de alfafa (*Medicago sativa* L) e coast-cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. Cv. coastcross) com alta umidade.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Viçosa, MG:UFV, 1995. 135p.– Universidade Federal de Viçosa, 1995.

12. CAMPOS, F. P. de; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análise de alimentos.** Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 P.

13. EVANGELISTA, A. R.; SIQUEIRA, G. R.; LIMA, J. A. de; LOPES, J.; REZENDE, A. V. de. Alterações bromatológicas e fermentativas durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar com ou sem milho desintegrado com palha e sabugo, **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 38, n. 1, p. 20-26, 2009.

14. FREITAS, A. W. P.; PEREIRA, J. C.; ROCHA, F. C. R.; 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,** Viçosa, v.35, n.1, p.48-59, 2006.

15. GARCIA, R. Amonização de forragens de baixa qualidade e a utilização na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E RESIDUOS DE COLHEIRA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1992, São Carlos, EMBRAPA/UEPAE, 1992, p.83. **Anais.**

16. GOMES, S. T. **Diagnóstico da Cadeia Produtiva do Leite de Goiás: relatório de pesquisa**. Goiânia: Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás (FAEG), p. 64, 2009.

17. JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHIMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, p. 101-119, 2007. (Suplemento especial)

18. MALDONADO, J.G.M. Associação **de aditivos químicos e microbianos no controle da fermentação e estabilidade aeróbia em silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L*.)**. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, p. 1-28, 2007.

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

20. MENDES, C. Q.; SUSIN, I.; NUSSIO, L. G.; PIRES, A. V.; RODRIGUES, G. H.; URANO, F. S. Efeito do *Lactobacillus buchneri* na fermentação, estabilidade aeróbica e no valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar, **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 37, n. 12, p. 2191-2198, 2008.

21. NUSSIO, L. G., CAMPOS, F. P., PAZIANI, S. de F., SANTOS, F. A. P. Volumosos suplementares - estratégia de decisão e utilização. In: EVANGELISTA, A.R.; SILVEIRA, P.J.; ABREU, J.G. **Forragicultura e pastagens: Temas em evidência**, Lavras: Editora UFLA, 2002. p.193-232.

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

23. PAROLIZ, A. F. P.; BRANCO, A. F.; NEVES, C. A. Digestibilidade *in vitro* da casquinha de soja, resíduo de soja e casca de algodão. In REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDDE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41. 2004, Campo Grande. **Anais.**

24. PEDROSO, A.F; NUSSIO, L. G; LOURES, D. R. S; PAZIANI, S. F; IGARASI, M. S; COELHO,R. M; HORII,J; RODRIGUES, A. A. Fermentação e dinâmica da microflora epífita em silagem de cana–de-açúcar. **Scientia Agricola** vol. 62 nº 05. Piracicaba – SP. Setembro/outubro 2005.

25. 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**, v. 36, n. 3. Viçosa, Maio/Junho 2007.

26. PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; CECON, P.R.; NEIVA, J.N.M.; SARMENTO, P. Amonização de quirera de milho com alta umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia,**Viçosa, v.28, n.6, p. 1186-1193, 1999.

27. QUEIROZ, O. C. M.; NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; RIBEIRO, J. L.; SANTOS, M. C.; ZOPOLLATTO, M. Silagem de cana-de-açúcar comparada a fontes tradicionais de volumosos suplementares no desempenho de vacas de alta produção, **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 37, n. 2, p. 358-365, 2008.

28. REIS, R. A.; COAN, R. M. Produção e utilização de silagens de gramíneas. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3. Goiânia, 2001. **Anais...** Goiânia: CBNA, 2001. p.91-120.

29. ROSA, B. **Produção e valor nutritivo de silagens** (material preparado para uso exclusivo da disciplina e circulação interna). Volume 1, Goiânia – GO, 2009. EVZ - UFG.

30. SANTOS, R. V.; EVANGELISTA, A. R. PINTO, J. C.; COUTO FILHO, C. C. C.; SOUZA, R. M. Composição química da cana-de-açúcar (*Saccharum* SPP.) e das silagens com diferentes aditivos em duas idades de corte. **Ciência Agrotécnica,** Lavras, v.30, n.6, p. 1184-1189, nov./dez., 2006.

31. 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,** Viçosa, v.37, n.9, p.1555-1563, 2008.

32. SARMENTO, P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; NASCIMENTO, A.S. Grãos de soja como fonte de uréase na amonização do bagaço de cana-de-açúcar com uréia. **Scientia Agrícola,** São Paulo,v.58, n.2, p. 223-227, abr./jun., 2001

33. SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002.

34. SILVA, E. J. A.; BORGATTI, L. M. O.; MEYER, P. M.; MARINO, C. T.; RODRIGUES, P. H. M. Efeitos do teor de carboidratos solúveis sobre as características da silagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 37, n.8, p. 1375-1382, 2008.

35. SILVA, F. F.; AGUIAR, M. S. M. A.; VELOSO, C. M.; PIRES, A. J. V.; BONOMO, P.; DUTRA, G. S.; ALMEIDA, V. S.; CARVALHO, G. G. P.; SILVA, R. R.; DIAS, A. M.; ÍTAVO, L. C. V. Bagaço de mandioca na ensilagem de capim-elefante: qualidade das silagens e digestibilidade dos nutrientes.**Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** Belo Horizonte**,** v. 59, n. 3, p. 719-729, 2007.

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

37. SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; PIRES, A. J. V.; BERNARDES, T. F.; ROTH, M. T. P. Queima e aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v.39, n. 1, p. 103-112, 2010.

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

Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador, v.13, n.4, p. 991-1008, out/dez, 2012.

39. SOUSA, D. P.; MATTOS, W. R. S.; NUSSIO, L. G. MARI, L. J. RIBEIRO, J. L. SANTOS, M. C. Efeito de aditivo químicos e inoculantes microbianos na fermentação e no controle da produção de álcool em silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v.37, n.9, p. 1564-1672, 2008.

40. TORRES, R. de A. **Cana-Uréia:** alimento de baixo custo para bovinos. Viçosa: CPT, 2008, 158p

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

42. VAN SOEST, P. J. Integrated feeding systems In: **Nutritional ecology of the ruminant,** 2ªed. Ithaca, Cornell University Press, p. 140-155, 1994.

43. ZAMBOM, M.A.; SANTOS, G.T.; MODESTO, E.C.; ALCALDE, C.R.; GONCALVES, G.D.; SILVA, D.C.; SILVA, K.T., FAUSTINO, J.O. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarium.** Maringá, v.23, n.4, p. 937-943, 2001.

44. WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation.** Marcel Dekker, New York, 322p, 1984.