

Parâmetros de fermentação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos

[*Fermentation parameters of sugar cane silages submitted to different treatments*]

A.G. Castro Neto¹, L.R. Molina², L.C. Gonçalves², C.G. Jayme^{3*}

¹Pós-Corte ReHAgro – Inhaúma, MG

²Escola de Veterinária - UFMG

³Aluno de pós-graduação - EV-UFMG – Belo Horizonte, MG

RESUMO

Os valores de matéria seca (MS), pH, teores de N-NH₃/NT, ácidos orgânicos e etanol, de silagens de cana-de-açúcar foram determinados, em delineamento experimental em blocos ao acaso. Os tratamentos aplicados à silagens foram: sem aditivo, testemunha (T); 0,5% de uréia (U); 0,5% de zeólita (Z); 0,5% de uréia mais 0,5% de zeólita (U+Z); inoculante bacteriano/enzimático Bio Max® cana (IBB) e inoculante bacteriano Silobac® (IBS). As silagens foram analisadas aos 56 dias após ensilagem. Os tratamentos U e U+Z apresentaram concentrações médias de ácido láctico mais altas que o T, respectivamente 8,9 e 4,7g%. Os teores de etanol das silagens aditivadas foram semelhantes aos do tratamento T, respectivamente 12,4 e 12,9g%, sugerindo que não houve redução da fermentação alcoólica no material tratado. Com exceção da uréia, nenhum dos outros aditivos utilizados neste experimento promoveu melhoria de parâmetros qualitativos das silagens avaliadas. O efeito benéfico da uréia sobre a qualidade da silagem de cana parece ter sido limitado, não suprimindo a ocorrência do processo de fermentação alcoólica no material.

Palavras-chave: cana-de-açúcar, silagem, aditivo

ABSTRACT

The values of dry matter (DM), pH, amoniacal nitrogen/total nitrogen (N-NH₃/NT), organic acids, and ethanol of sugar cane silages were determined using a randomized blocks design. The treatment were: no additive (control); 0.5% urea (U); 0.5% zeolite (Z); 0.5% urea plus 0.5% zeolite (U+Z); Bio Max® (IBB), and Silobac® (IBS). Silages were analyzed on the 56th day after ensiling. The U and U+Z treatments showed high lactic acid concentrations in relation to control, respectively 8.9 and 4.7g%. The average ethanol contents of the treated silages were similar to control, respectively 12.4 and 12.9g%, suggesting no reduction of the alcoholic fermentation process in treated materials. Additives used in this experiment did not enhance the qualitative parameters of the silages except for urea treated silages. It was concluded that the beneficial effect of urea on the quality of the sugar cane silages in the conditions of this experiment is limited, not suppressing the occurrence of the alcoholic fermentation process in the material.

Keywords: silage, sugarcane, additives

INTRODUÇÃO

Um ponto limitante da utilização de cana-de-açúcar em larga escala é a dificuldade operacional da necessidade de corte diário. Isto poderia ser contornado pela ensilagem do

material, diminuindo-se o trabalho e os deslocamentos diários na propriedade. A concentração do processo de corte da cana para a ensilagem em determinada época do ano pode reduzir os custos de mão-de-obra, facilitar o manejo da fazenda e maximizar a utilização do

Recebido em 29 de agosto de 2007

Aceito em 21 de julho de 2008

*Autor para correspondência (*corresponding author*)

E-mail: cgjayme@gmail.com

maquinário. Este, além de ser utilizado durante o período das chuvas para o plantio e ensilagem de culturas como o milho e o sorgo, também o seria durante a seca com a cultura da cana (Balsalobre et al., 1999).

A maioria das forragens ensiladas apresenta dificuldades para atingir um processo fermentativo adequado em razão do seu baixo conteúdo de carboidratos solúveis (CHO-SOL). Logo, fontes de carboidratos têm de ser adicionadas a essas culturas no momento da ensilagem, para incrementar o desenvolvimento das bactérias ácido-láticas (BAL) e, conseqüentemente, a obtenção de silagens de melhor qualidade nutricional (Wilkinson, 1998). Com a cana-de-açúcar, a situação é inversa, visto que a abundância de carboidratos desta forrageira estimula não só a ocorrência de fermentação ácido-lática no material ensilado, como também a fermentação alcoólica, causando, assim, perdas significativas de matéria seca (MS) em relação ao material original (MOR) (Preston et al., 1976).

A utilização de aditivos para melhorar a qualidade das silagens de forragens tropicais não é novidade, mas pouca informação está disponível para a silagem de cana. A cana-de-açúcar ensilada com aditivos apresenta melhor valor nutricional comparada à cana ensilada pura, embora os resultados de suas análises bromatológicas não sejam melhores do que os da cana *in natura* (Silvestre et al., 1976; Alvarez et al., 1977).

Segundo Preston (1977), há necessidade de mais pesquisas sobre a utilização da silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes para avaliar os padrões de fermentação, as perdas de MS e as análises nutricionais do material ensilado.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar alguns parâmetros da fermentação das silagens de cana-de-açúcar, variedade RB72454, pura ou tratada com uréia, zeólita, uréia mais zeólita, um inoculante bacteriano/enzimático comercial e um inoculante bacteriano comercial.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizada a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) RB72454, plantada em cinco

canteiros de 7m de comprimento por 3,5m de largura cada um e irrigados durante todo o período de desenvolvimento da planta (sete meses), utilizando-se lâmina d'água de 100mm a cada 30 dias, produzida por um sistema de irrigação de baixa pressão.

Os aditivos foram adicionados à cana no momento da ensilagem em porcentagem da matéria verde (MV), consistindo em seis tratamentos: silagem sem aditivo, denominada testemunha (T); silagem tratada com 0,5% de uréia (U); silagem tratada 0,5% de zeólita (Z); silagem tratada 0,5% de uréia mais 0,5% de zeólita (U+Z); silagem tratada inoculante bacteriano/enzimático Bio Max^{®1} cana (IBB) e silagem tratada inoculante bacteriano Silobac^{®2} (IBS).

O material foi colhido das duas linhas centrais, tirando-se 1m nas bordaduras. A forragem fresca foi cortada manualmente rente ao solo, e o material foi picado em picadeira estacionária Nogueira, de São João da Boa Vista, ajustada para tamanho de partículas de aproximadamente 1,5cm. Parte MOR dos diferentes canteiros foi separado e congelado para as análises posteriores. O restante foi misturado com os aditivos pré-determinados, sendo que a uréia (tipo comercial granulada) e a zeólita foram previamente pesadas para as quantidades determinadas de volumoso (concentração de 0,5% na MV) e foram adicionadas secas. Os inoculantes comerciais foram preparados pouco antes do momento de sua adição à forragem, seguindo as recomendações dos fabricantes. O tratamento do material que recebeu aditivos foi realizado sobre lona plástica, procedendo-se à homogeneização manual antes de sua ensilagem. Para ensilagem, foram utilizados silos experimentais de poli-cloreto de vinila (PVC) com 10cm de diâmetro e 40cm de comprimento, com capacidade para aproximadamente 2kg de forragem, os quais foram compactados com um soquete de madeira, fechados com tampas dotadas de válvulas tipo Bunsen e lacrados com fita adesiva. Todos os silos foram mantidos em temperatura ambiente e abertos 56 dias após a ensilagem.

¹BioMax[®] - CHR Hansen Ind. Com. - Valinhos, Brasil.

²Silobac[®] - CHR Hansen Ind. Com. - Valinhos, Brasil.

Após a abertura, o material foi homogeneizado e amostrado. Parte do material foi pesado e colocado em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas, para a determinação da matéria pré-seca. As amostras pré-secas foram moídas em moinho estacionário Thomas-Wiley utilizando-se peneira de 1mm. Em seguida, foram guardadas em frascos plásticos com tampa para as demais análises laboratoriais. Nas amostras pré-secas, foram determinados os teores de matéria seca (MS) em estufa a 105°C (Official..., 1980) e carboidratos solúveis (CHO-SOL) (Valadares Filho, 1981).

Imediatamente após a abertura dos silos, extraiu-se o suco da silagem de outra amostra, utilizando-se prensa hidráulica Carver. Uma parte desse suco foi utilizada para a determinação de pH em potenciômetro com escala expandida e para a determinação da concentração de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT) por destilação com cloreto de cálcio e óxido de magnésio, utilizando-se ácido bórico como solução receptora e ácido clorídrico para a titulação (Ferreira et al., 2007). Do restante do suco, 5ml foram acrescidos de 1ml de ácido metafosfórico e acondicionados em frascos plásticos, lacrados com fita adesiva e congelados para análises posteriores de ácidos orgânicos (lático, acético, butírico e propiônico) e etanol por cromatografia gasosa em cromatógrafo Varian, usando-se coluna empacotada de dois metros de comprimento e diâmetro de ¼ de polegada com Chromosorb 101 (80 - 100 mesh) como fase estacionária.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com cinco repetições por tratamento. Utilizou-se o teste SNK (P<0,05) para a comparação entre as médias dos seis tratamentos. As correlações entre as variáveis foram determinadas pelo método de Pearson. Os dados foram analisados pelo programa estatístico SAEG 7.0 (Sistema..., 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise bromatológica do material original (MOR) da cana-de-açúcar RB72454 encontram-se na Tab. 1.

Tabela 1. Composição do material original da cana-de-açúcar RB72454

Componente	% (MS)
Matéria seca (%)	28,66
Proteína bruta	2,2
Fibra detergente neutro	55,13
Fibra detergente ácido	32,31
Hemicelulose	22,78
Celulose	27,26
Lignina	5,05
CHO-SOL	19,71
² DIVMS	57,65

CHO-SOL: carboidratos solúveis;

DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Os teores de MS, potencial de hidrogênio (pH), N-NH₃/NT e CHO-SOL das silagens de cana submetidas a diferentes tratamentos encontram-se na Tab. 2.

Os teores de MS para todos os tratamentos variaram de 20,7 até 21,8%, não apresentando diferença entre si (P>0,05). Estes resultados podem ser explicados pelo fato de os aditivos utilizados serem classificados como estimulantes da fermentação (IBB e IBS) e inibidores da deterioração de nutrientes (U, Z e U+Z), e nenhum deles caracteriza-se por alterar os teores de MS do material ensilado (aditivos absorventes).

Os tratamentos que apresentaram os menores valores de pH foram IBS, IBB e T, respectivamente 3,40; 3,41 e 3,44 e os de maiores valores de pH foram U+Z e U, 3,63 e 3,68, respectivamente (P<0,05). Com relação a este parâmetro, todas as silagens podem ser classificadas como bem preservadas, uma vez que seus valores de pH estão dentro da faixa de variação de 3,7 a 4,2, considerada ideal por McDonald et al. (1991). Os baixos teores de pH podem ser justificados pela alta concentração de CHO-SOL no MOR na variedade de cana utilizada. Essa característica da cultura reforça a idéia de que, ao contrário de outras forrageiras, a cana contém elevada concentração de açúcares para a ocorrência de fermentação no material ensilado. Além disso, confirma o fato de que o excesso desse substrato estimula a fermentação alcoólica (Preston et al., 1976).

Parâmetros de fermentação...

Tabela 2. Teores de matéria seca (%), potencial de hidrogênio (pH), nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT) e carboidratos solúveis (CHO-SOL) das silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos

Tratamento	MS (%)	pH	NH ₃ /NT (%)	CHO-SOL (g%)
Testemunha	21,14a	3,44bc	4,75b	2,52a
Uréia	21,58a	3,63a	33,32a	1,68a
Zeólita	21,75a	3,48b	7,95b	2,35a
Uréia + Zeólita	21,14a	3,68a	36,16a	2,18a
Biomax® cana	20,93a	3,41c	8,46b	2,66a
Silobac®	20,72a	3,40c	4,37b	3,47a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05).

No caso dos tratamentos T, Z, IBB e IBS, o baixo poder tampão e a elevada concentração de CHO-SOL do MOR da cana-de-açúcar podem ter possibilitado a ocorrência de menores valores para esse parâmetro de qualidade das silagens. Já nos tratamentos com uréia, U e U + Z, os resultados de pH significativamente superiores podem ser explicados pela hidrólise da uréia em NH₃ no material ensilado. Essa substância absorve íons H⁺ presentes no meio, neutralizando-o, e limita, assim, a queda do pH nestas silagens. Apesar da possível ocorrência de resistência inicial na redução desse parâmetro para os tratamentos U e U + Z, situação descrita por Bolsen et al. (2000), os baixos valores finais de pH para todas as silagens deste trabalho sugerem também que as BAL epífitas do material ensilado, ou seja, aqueles microrganismos que já se encontravam presentes no mesmo (Satter et al., 1998), foram capazes de se desenvolver e fermentar CHO-SOL da planta, provocando a rápida queda do pH até níveis considerados satisfatórios. Logo, a concentração de uréia utilizada (0,5%) não foi capaz de comprometer a fermentação ácido-lática do material analisado. A possibilidade de que as BAL epífitas tenham sido responsáveis pela fermentação das silagens de cana submetidas a diferentes tratamentos, é justificada pela inexistência de diferenças significativas entre o tratamento T e os tratamentos IBB e IBS. Isso provavelmente ocorreu em razão da maior população de microrganismos nativos e sua atividade biológica que levaram à dominância em relação às bactérias provenientes do aditivo. Outra provável explicação seria a ineficiência dos microrganismos presentes nos inoculantes, apesar de seguidas todas as recomendações dos fabricantes quando da sua preparação antes do tratamento das silagens.

De acordo com Paiva (1976), silagens com pH abaixo de 3,8, como as do presente trabalho, podem ser consideradas de muito boa qualidade. Entretanto, os baixos valores de pH parecem não ter inibido com eficácia a atuação de leveduras no material ensilado quando se observam os teores de MS. Isso poderia ser explicado pela alta tolerância desses microrganismos à variação de pH do meio relatada por McDonald et al. (1991). Logo, parece que o pH das silagens de cana isoladamente também não é um parâmetro adequado para a avaliação destas, conforme afirmação de Vilela (1998) para outras forrageiras.

Os tratamentos que apresentaram as menores concentrações de N-NH₃/NT foram o IBS, T, Z e IBB, respectivamente 4,4; 4,7; 7,9 e 8,5%. Os que resultaram em maiores concentrações foram U e U + Z; 33,3 e 36,2%, respectivamente (P<0,05).

As diferenças entre tratamentos do presente estudo sugerem que, no caso das silagens IBS, T, Z e IBB, a baixa concentração de PB do MOR (Tab. 1), rápida ensilagem, adequada compactação e vedação dos silos de laboratório resultaram em baixa proteólise do material, produzindo, assim, silagens com menores concentrações de N-NH₃/NT. Nas forragens ensiladas com uréia, a maior concentração de N-NH₃/NT pode ser explicada pela adição desse aditivo, causando, dessa forma, expressivo aumento em sua concentração no suco do material ensilado.

De acordo com Benachio (1965), as silagens de quase todos os tratamentos do presente experimento podem ser consideradas de boa qualidade quanto aos teores de N-NH₃/NT (inferiores a 10%), excetuando-se aquelas aditivadas com uréia. Estes resultados confirmam

os observados por Ferreira et al. (2007). Para Gomide et al. (1974), o elevado teor de N-NH₃ no suco de silagem tratada com uréia, por si só, não é um bom indicativo da ocorrência de fermentação indesejável no material ensilado. No presente trabalho, apesar das altas concentrações de N-NH₃/NT dos tratamentos U e U + Z, os valores de pH indicam a ocorrência de intensa fermentação ácido-lática nesses materiais.

Não foi observada diferença nos teores de CHO-SOL das silagens analisadas (P>0,05). A ausência de diferenças entre as silagens pode ser explicada pela ineficiência dos aditivos utilizados na redução das perdas de MS do material ensilado. Portanto, a fermentação alcoólica das silagens de cana pela atuação de microrganismos indesejáveis sobre seus CHO-SOL parece ter ocorrido na mesma intensidade para as silagens submetidas aos diferentes tratamentos. Os teores de CHO-SOL das silagens de cana do presente experimento diminuíram bastante em relação ao conteúdo médio de açúcares do MOR, que é igual a 19,7g%. Esta

constatação pode reforçar a idéia já relatada por Vieira et al. (2004) e Porto et al. (2006) de que os carboidratos são os principais substratos para a fermentação no material ensilado, principalmente na cana, onde há alta concentração dos mesmos (Tab. 1). Alli et al. (1983) encontraram perdas de 90% nos teores de CHO-SOL para a silagem de cana pura em relação ao MOR.

No presente estudo, aparentemente não foi observado o efeito inibitório da uréia, aditivo à base de nitrogênio não-protéico (NNP) similar ao utilizado no experimento anterior (Ferreira et al., 2007), sobre as leveduras, uma vez que as concentrações de CHO-SOL e etanol dos tratamentos U e U+Z foram semelhantes as do tratamento T (Tab. 2 e 3). Isso pode ser explicado, provavelmente, devido à menor população de leveduras epífitas no material ensilado, ao tipo de aditivo utilizado e a outros fatores relacionados à interação do aditivo com o material ensilado no trabalho daqueles autores.

Tabela 3. Concentrações de ácidos lático, acético, butírico e etanol (g%) no suco das silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos

Tratamento	Ácido lático (g%)	Ácido acético (g%)	Ácido butírico (g%)	Etanol (g%)
Testemunha	4,70c	1,87a	0,07a	12,89ab
Uréia	8,00ab	2,27a	0,09a	8,88b
Zeólita	6,14bc	1,93a	0,09a	14,06a
Uréia + Zeólita	9,74a	2,47a	0,09a	8,92b
Biomax® cana	6,29bc	1,92a	0,10a	15,08a
Silobac®	5,70bc	1,59a	0,10a	15,04a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05).

As concentrações de ácidos lático, acético, butírico e etanol em g% (g de ácido em 100g de MS) encontradas no suco das silagens de cana-de-açúcar, submetidas a diferentes tratamentos, são apresentadas na Tab. 3.

Os tratamentos U e U+Z apresentaram concentrações de ácido lático superiores ao tratamento T, respectivamente 8,00, 9,74 e 4,70g% (P<0,05). Quando se comparam os tratamentos Z, IBB e IBS com o tratamento T, pode ser observado que não houve diferenças significativas entre os seus teores de ácido lático.

Nos tratamentos U e U+Z do presente estudo, as maiores concentrações de ácido lático podem ser explicadas pelo seu efeito de estimulação de

produção de ácidos orgânicos, principalmente o lático, discutido por Gomide et al. (1974). Esse estímulo pode estar associado ao suprimento de N para o melhor desenvolvimento das BAL, proporcionando, dessa forma, maior produção de ácidos (Van Soest, 1994).

Com relação aos materiais tratados com aditivos biológicos, o desenvolvimento de BAL nesses tratamentos deve ter sido semelhante, não havendo, assim, nenhum benefício da adição desses inoculantes para a fermentação lática das silagens de cana. O resultado para o tratamento Z, pode ser explicado devido à baixa concentração de N-NH₃ do material ensilado que não permitiu que a zeólita tivesse algum efeito positivo sobre a fermentação. A explicação para

Parâmetros de fermentação...

os resultados das silagens tratadas com aditivos biológicos pode ser baseada na possibilidade de a população de microrganismos do inoculante não ter apresentado atividade biológica suficiente para superar a população nativa da forragem, não possibilitando, desse modo, maior estímulo à fermentação láctica nesses materiais. Outra hipótese a ser considerada seria a possível semelhança entre a população epífita do volumoso e os microrganismos presentes nos aditivos, não havendo, então, diferenças no processo de fermentação.

Não foi observada diferença nos teores de ácido acético nas silagens de cana do presente experimento ($P>0,05$) que se encontram abaixo de 2,5g%, classificando-as como de muito boa qualidade, de acordo com Rodriguez et al. (1999). Os resultados encontrados para U e U+Z são mais elevados que a concentração de ácido acético obtida por Andrade et al. (2000) para a silagem de cana tratada com 0,5% de uréia (1,09g%), possivelmente devido à prevalência ainda maior de BAL homofermentativas no ensaio desses autores. As concentrações desse ácido para os tratamentos IBB e IBS foram mais baixas que as encontradas por Andrade et al. (2001) para a silagem de cana tratada com inoculante bacteriano mais 0,5% de uréia (3,07g%).

As concentrações de ácido acético das silagens aqui avaliadas encontram-se também dentro do padrão de ácido acético (1 a 3% na MS) citado como normal por Kung Jr. e Stokes (2001) para as silagens de gramíneas, e demonstram que, neste estudo, a fermentação por microrganismos produtores desse ácido não representou problema.

Os teores de ácido butírico nas silagens de cana do presente experimento para todos os tratamentos encontram-se abaixo de 0,1g%, classificando-as como de muito boa qualidade, de acordo com Paiva (1976). Os resultados obtidos são semelhantes aos de Andrade et al. (2000) e Alli et al. (1983), que trabalharam com silagens de cana submetidas a diferentes tratamentos. Essa concordância de resultados entre os diferentes experimentos pode ser explicada pela provável rápida queda 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).

Os teores de etanol para as silagens tratadas com uréia do presente estudo foram semelhantes ao tratamento T ($P>0,05$), sugerindo que não houve redução da fermentação alcoólica nestas, possivelmente devido ao baixo efeito inibitório do aditivo sobre o desenvolvimento de leveduras no material. Isso provavelmente pode ser explicado pelo fato de que a uréia, na concentração utilizada (0,5%), não foi capaz de elevar o pH inicial do material a valores que fossem prejudiciais ao desenvolvimento das leveduras.

Ao se comparar o tratamento T com os tratamentos Z, IBB e IBS, os resultados também sugerem que não houve influência desses aditivos sobre a produção de etanol, uma vez que a concentração desse álcool nas silagens tratadas foi semelhante a do material ensilado puro ($P>0,05$). No caso das forragens tratadas com aditivos biológicos, isso pode ser explicado devido ao reduzido desenvolvimento de microrganismos provenientes dos inoculantes nos materiais ensilados, sendo que estes não foram capazes de limitar a atividade das leveduras. No material tratado com zeólita, a ausência de atividade específica desse aditivo sobre a população de leveduras pode explicar este resultado.

Os tratamentos U e U+Z apresentaram concentrações de etanol menores do que nos tratamentos Z, IBS e IBB, respectivamente 8,88, 8,92, 14,06, 15,04 e 15,08g% ($P<0,05$). As concentrações de etanol nas silagens do presente estudo se encontram bastante acima da concentração máxima desse álcool para silagens de gramíneas bem preservadas. Essa concentração-limite, de acordo com McDonald et al. (1991), seria igual a 1,2g% de etanol na MS. Isso pode ser explicado pelos altos teores de CHO-SOL do material ensilado (19,71g%) que estimulam o desenvolvimento de leveduras, ocasionando, assim, alta taxa de fermentação alcoólica.

CONCLUSÕES

Nenhum dos aditivos utilizados neste experimento promoveu melhoria de parâmetros qualitativos das silagens avaliadas, exceção da uréia. O efeito benéfico da uréia sobre a qualidade da silagem de cana pode ter sido limitado, e não suprimiu a ocorrência do processo de fermentação alcoólica no material.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLI, I.; FAIRBAIRN, R.; BAKER, B.E. et al. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.9, p.291-299, 1983.
- ALVAREZ, P.J.; PRIEGO A.; PRESTON, T.R. Animal performance on ensiled sugar cane. *Trop. Anim. Prod.*, v.2, p.27-33, 1977.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI Jr., E.; POSSENTI, R.A. et al. Aditivo biológico na ensilagem de cana-de-açúcar tratada com uréia. *Bol. Ind. Anim.*, v.57, p.139-149, 2000.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI Jr., E.; POSSENTI, R.A. et al. Valor nutritivo da cana-de-açúcar na forma de silagem ou "in natura". *B. Industr. Anim.*, v.58, p.135-143, 2001.
- BALSALOBRE, M.A.A.; FERNANDES, R.A.T.; SANTOS, P.M. Corte e transporte de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1999, p.7-26.
- BENACHIO, S. Niveles de melaza n silo experimental de milho crillo (*Sorghum vulgare*). *Agron. Trop.*, v.14, p.291-297, 1965.
- BOLSEN, K.K.; WILKINSON, M.; LIN, C.J. Biotechnology in the feed industry: evolution of silage and silage inoculants. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 16., 2000, Nottingham. *Proceedings...* Nottingham: Nottingham University, 2000.
- FERREIRA, D.A.; GONÇALVES, L.C.; MOLINA, L.R. et al. Características de fermentação da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia, zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.59, p.423-433, 2007.
- GOMIDE, J.A.; ASSIS, F.N.; NASCIMENTO Jr., D. Efeito da adição de uréia e do tempo de fermentação sobre as características da silagem de sorgo (*Sorghum vulgare*). *Rev. Ceres*, v.21, p.358-365, 1974.
- KUNG Jr., L.; STOKES, M.R. Analyzing silages for fermentation end products. 2001. Disponível em: <<http://www.ag.udel.edu/departamentes/anfs/staff/kung/extension>>. Acessado em 31 jan. 2002.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. *The biochemistry of silage*. 2.ed. Marlow: Chalcombe, 1991. 340p.
- MUCK, R.E. The role of silage additives in making high quality silage. In: _____ *Silage production from seed to animal*. Ithaca: Northeast Regional Agriculture Engineering Service, 1993. p.106-116.
- OFFICIAL methods of analysis. 13.ed. Washington DC: AOAC, 1980. 1015p.
- PAIVA, J.A.J. *Qualidade da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais*. 1976. 85f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- PORTO, P.P.; SALIBA, E.O.S.; GONCALVES, L.C. et al. In vitro dry matter and cell wall fractions of three genotypes of sunflower ensiled with additives. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.58, p.99-107, 2006.
- PRESTON, T.R. Nutritive value of sugar cane for ruminants. *Trop. Anim. Prod.*, v.2, p.125-142, 1977.
- PRESTON, T.R.; HINOJOSA, C.; MARTINEZ, L. Ensiling of sugar cane with ammonia, molasses and mineral acids. *Trop. Anim. Prod.*, v.1, p.120-126, 1976.
- RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; NOGUEIRA, F.A.S. et al. Silagem de sorgo de porte baixo com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. I – pH e teores de matéria seca e de ácidos graxos durante a fermentação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.51, p.485-490, 1999.
- SATTER, L.D.; MUCK, R.E.; WOODFORD, J.A. et al. Inoculant research: what has it shown us. In: FORAGE PRODUCTION AND USE SYMPOSIUM, 12., 1988, Wisconsin Dells. *Proceedings...* Wisconsin Dells: Wisconsin Forage Council, 1988. p.108-119.
- SILVESTRE, R.; MACLEOD, N.A.; PRESTON, T.R. Sugar cane ensiled with urea or ammonia for fattening cattle. *Trop. Anim. Prod.*, v.1, p.216-222, 1976.
- SISTEMA de análises estatísticas. Versão 7.0. Viçosa: UFV, 1998, 149p.
- VALADARES FILHO, S.C. *Digestibilidade aparente e locais de digestão da matéria seca, energia e carboidratos de feno de soja perene*. 1981. 88f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- 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. et al. Quality of sorghum silages with additives. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 56, p.764-772, 2004.
- VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. *Anais...* São Paulo: SBZ, 1998. p.73-108.
- WILKINSON, J.M. Additives for ensiled temperate forage crops. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. *Anais...* São Paulo: SBZ, 1998. p.53-72.