

CANA-DE-AÇÚCAR ENSILADA COM SAL OU UREIA

Hélio Henrique Vilela¹, Layara Kurotsuchi Moreira Carrara Pires¹, Danyel Cesar Caixeta¹, Ronan Magalhães de Souza¹, Valdir Botega Tavares²

RESUMO—A silagem de cana-de-açúcar é amplamente utilizada na pecuária. No entanto, apresenta um inconveniente que é a fermentação alcoólica causada por leveduras e que pode reduzir seu valor nutricional. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar a utilização de doses de sal ou ureia na ensilagem da cana-de-açúcar com intuito de produzir silagens de melhor qualidade. Para isso, utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com sete tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram na ensilagem da cana-de-açúcar sem a utilização de aditivos (controle) e ensilagem utilizando 0,5; 1,0 e 1,5% de sal ou ureia. A cana-de-açúcar foi ensilada com 31,8% de MS em silos experimentais de PVC, os quais permaneceram fechados por 202 dias. Após esse período, os silos foram abertos e parte da silagem central de cada silo foi utilizada para avaliação do potencial hidrogeniônico (pH) e das porcentagens de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina e hemicelulose. Utilizando-se dos pesos dos silos, também se calculou a produção de efluentes. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância. A porcentagem de MS (29,5%) e de lignina (9,9%), bem como a produção de efluente (43,8 kg/t de matéria natural) não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos tratamentos. Maiores valores de pH ($P<0,05$) foram observados nas silagens aditivadas com ureia, as quais apresentaram menores porcentagens de FDN e hemicelulose ($P<0,05$). O maior valor de PB (18,5%) foi observado na silagem aditivada com 1,5% de ureia. A utilização de 1,5% de ureia na ensilagem de cana-de-açúcar proporcionou parâmetros indicativos de uma silagem de melhor qualidade.

Palavras chave: produção de efluente, silagem, valor nutritivo.

SUGAR CANE ENSILED WITH SALT OR UREA

ABSTRACT – Sugar cane silage is widely used in livestock production. Nevertheless, it presents a drawback which is alcoholic fermentation caused by yeasts and which can reduce its nutritional value. In this sense, the aim of this work was to evaluate the use of either doses of salt or urea in the ensiling of sugar cane with the objective of producing silages of better quality. For this purpose, an experiment consisted of completely randomized design with seven treatments and three replications was performed. The treatments consisted of the ensiling of sugar cane without the use of additives (control) and ensiling utilizing 0.5, 1.0 and 1.5% of either salt or urea. Sugar cane was ensiled with 31.8% of DM in experimental PVC silos, which remained closed for 202 days. After this period, the silos were opened and a part of the central silage of each silo was utilized for evaluation of potential of hydrogen (pH) and of the percentages of dry matter (DM), for crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), lignin and hemicellulose. By utilizing the weights of the silos, the production of effluents was also computed. The data were submitted to the analysis of variance and the means compared by the Skott-Knott test at 5% de significance. The percentage of DM (29.5%) and lignin (9.9%) as well as the effluent production (43.8 kg/t of natural matter) were not influenced ($P>0.05$) by the treatments. Increased pH values ($P<0.05$) were found in the silages buffered with urea, which presented smaller percentages of NDF and hemicellulose ($P<0.05$). The greatest value of CP (18.5%) was found in the silage buffered with 1.5% of urea. Use of 1.5% of urea in the ensiling of sugar cane provided parameters indicating a silage of better quality.

Keywords: nutritional value, production of effluent, silage.

¹ UNIPAM - Centro Universitário de Patos de Minas, MG. heliohv@unipam.edu.br

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas, Rio Pomba, MG.



1. INTRODUÇÃO

A produção de forragem durante o período seco do ano, principalmente nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, é drasticamente reduzida em função das condições climáticas restritivas decorrentes da redução da pluviosidade, temperatura e fotoperíodo. Neste período, onde ocorre escassez de forragem, há necessidade de suplementar os animais, principalmente os ruminantes, sendo necessária a utilização de alguma fonte de volumoso. A cana-de-açúcar representa uma cultura com elevada produção de matéria seca e de nutrientes digestíveis totais (NDT), de fácil manejo e que possui seu melhor valor nutritivo justamente na época em que os pastos se encontram na entressafra.

Tradicionalmente, a cana-de-açúcar é utilizada *in natura* na alimentação dos animais. No entanto, essa prática exige operações diárias para corte, transporte e desintegração da cana, o que de certa forma passa a ser uma limitação em termos de logística operacional, representando um entrave na sua utilização *in natura*, principalmente em grandes rebanhos (Nussio et al., 2003). Várias revisões apontam que o corte diário da cana-de-açúcar é a principal justificativa para a ensilagem desta forrageira (Nussio et al., 2003; Resende et al., 2005; Siqueira et al., 2008). Nesse sentido, a partir da década de 90, houve no Brasil, um aumento considerável na utilização da cana-de-açúcar para ensilagem.

Todavia, a fermentação alcoólica que ocorre predominantemente na ensilagem da cana-de-açúcar representa um problema. Isso ocorre em função da intensa atividade de leveduras, as quais convertem os açúcares solúveis em etanol, CO₂ e água (McDonald et al., 1991), ocasionando perdas de matéria seca e carboidratos solúveis (Alli et al., 1982) e, conseqüentemente, aumento nos teores de fibra da silagem. Nesse sentido, o uso de aditivos, químicos e/ou biológicos, com objetivo de controlar a fermentação alcoólica é praticamente indispensável na ensilagem da cana-de-açúcar, conforme relatado por Siqueira et al. (2007) e Pedroso et al. (2007). Dentre esses aditivos, destacam-se os estudos realizados utilizando hidróxido de sódio (Pedroso et al., 2002; Siqueira et al., 2010), óxido de cálcio e cloreto de sódio (Balieiro Neto et al., 2007; Amaral et al., 2009; Rezende et al., 2011), ureia (Sousa et al., 2008; Siqueira et al., 2010), entre outros.

A utilização de ureia na ensilagem da cana-de-açúcar vem sendo estudada há mais tempo e alguns

autores relataram redução nas perdas de matéria seca nas silagens aditivadas com ureia (Pedroso, 2003), redução nos teores de FDN e FDA (Lima et al., 2002; Molina et al., 2002), menor produção de etanol (Andrade et al., 2001) e aumento nos teores de proteína (Roth et al., 2005), indicando que este aditivo possui potencial de utilização, produzindo silagens de melhor valor nutritivo.

O sal apresenta-se como uma alternativa para contribuir e melhorar a qualidade das silagens, pois, dependendo da concentração em que é utilizado, se torna antisséptico para a maioria dos microrganismos (Gava, 1984) por atuar na redução da atividade da água nos alimentos, limitar a solubilidade do oxigênio e modificar o pH. No entanto, o uso do sal na conservação de alimentos tem limitações, uma vez que reflete diretamente sobre a aceitabilidade dos alimentos (Araújo, 1990). A vantagem da utilização do sal está na sua fácil aquisição pelos produtores rurais, por apresentar custo relativamente baixo (Rezende et al., 2011). Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a utilização de doses de sal ou ureia na ensilagem da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) com intuito de reduzir a ação das leveduras e, conseqüentemente, produzir silagens de melhor valor nutritivo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, em Patos de Minas, MG, utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado, com sete tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram na utilização de diferentes doses de cloreto de sódio (sal comum) e ureia na ensilagem da cana-de-açúcar, a saber: tratamento controle (cana-de-açúcar ensilada sem aditivo) e cana-de-açúcar ensilada com 0,5; 1,0 e 1,5% de sal ou ureia. A cana-de-açúcar foi ensilada no dia 07 de outubro de 2011 com 31,8% de matéria seca. Inicialmente a cana-de-açúcar foi cortada e imediatamente desintegrada em desintegradora estacional. Posteriormente, foram pesados 30 kg de cana-de-açúcar desintegrada, nos quais foram misturadas e homogeneizadas as diferentes quantidades de sal ou ureia – 0,15 kg, 0,30 kg e 0,45 kg para as respectivas doses de 0,5; 1,0 e 1,5%.

A silagem foi confeccionada em silos de PVC dotados de válvulas tipo Bünsen para permitir a saída de gases. Antes da ensilagem, foram colocados



0,40 kg de areia seca e duas telas de sombrite no fundo de cada silo para separar a cana-de-açúcar da areia e o conjunto silo + tampa + tela + areia foi pesado. Após a ensilagem, os silos foram novamente pesados. Esse procedimento se fez necessário para posterior determinação da produção de efluentes. Os silos permaneceram fechados por 202 dias e, antes da abertura, eles foram novamente pesados. Após essa pesagem, a silagem presente nos 10 cm superiores e inferiores do silo foi descartada e a massa da parte central utilizada para determinação das seguintes variáveis:

- Porcentagem de MS: determinada por secagem em estufa a 105°C, até peso constante, após a secagem em estufa a 65°C (AACC, 1976);

- pH: determinado pelo método descrito por Silva & Queiroz (2002);

- Porcentagem de PB: foi determinado o teor de nitrogênio utilizando-se o aparelho de destilação a vapor micro-Kjeldahl, conforme a AOAC (1970). Posteriormente, a porcentagem de PB foi calculada utilizando-se o fator de conversão 6,25.

- Porcentagem de FDN e FDA: determinadas segundo metodologia proposta por Van Soest (1967);

- Porcentagem de lignina: determinada por meio de hidrólise ácida, de acordo com Van Soest et al. (1991).

Essas análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, em Patos de Minas, MG.

A porcentagem de hemicelulose foi obtida por meio da subtração entre a porcentagem de FDN e FDA ($\% \text{Hemicelulose} = \% \text{FDN} - \% \text{FDA}$).

Para determinação da produção de efluente foi utilizada a seguinte fórmula: $E = (Pab - Pen) / MVfe * 1000$, conforme descrita por Jobim et al. (2007), na qual: E = produção de efluente (kg/t de matéria natural), Pab = peso do conjunto silo, areia e tela após a abertura (kg), Pen = peso do conjunto silo, areia e tela antes da ensilagem (kg), MVfe = massa verde de forragem ensilada (kg).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5% de significância utilizando-se o software computacional Análise de Variância para Dados

Balanceados - SISVAR (Ferreira, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porcentagem de MS (29,5% – CV: 4,2%), de lignina (9,9% – CV: 20,8%) e a produção de efluente (43,8 kg/t de matéria natural – CV: 42,2%) não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos tratamentos. A variação desses parâmetros foi de 27,9 a 30,2% de MS, 7,8 a 12,6% de lignina e de 30,7 a 65,2 kg/t de matéria natural.

Ao compararmos o teor médio de MS das silagens (29,5%) com o teor de MS da cana-de-açúcar no momento da ensilagem (31,8%), podemos observar que houve perdas de MS durante o processo de fermentação, o que é comum na ensilagem de cana-de-açúcar. A redução de MS, segundo Woolford (1984) está relacionada à diminuição do conteúdo celular, principalmente de carboidratos solúveis, durante o processo fermentativo. Adicionalmente, McDonald et al. (1991) relataram que outras vias comuns de perdas de MS são a produção de efluentes e de etanol pelas leveduras, a qual é acompanhada pela perda acentuada de MS dos substratos na forma de CO_2 e água. Considerando que a porcentagem de MS do efluente seja de 6,0%, conforme sugerido por Schmidt (2006), as perdas devido ao efluente normalmente produzido nas silagens de cana-de-açúcar (15 a 40 kg/t de forragem ensilada) não representariam mais do que 1,0% da MS. Ao contrário, a perda de gases durante a fermentação pode acarretar em altas perdas de MS. Foi o que Rezende et al. (2011) observaram nas silagens produzidas com sal. Embora neste experimento esta variável não tenha sido mensurada, pode ser que ela tenha contribuído com a redução observada no teor de MS das silagens.

Em relação aos teores de lignina, Roth et al. (2005) também não observaram efeito da inclusão de quantidades crescentes de ureia (0 a 2% da matéria natural) na ensilagem de cana-de-açúcar sobre os teores dessa fração. No entanto, na literatura é amplamente discutida a inconsistência do efeito da ureia sobre a fração lignina (Reis et al., 1990).

Quanto a produção de efluentes, o valor observado encontra-se dentro da variação constatada na literatura que vai de 7,0 kg/t matéria natural (Pedroso et al., 2007) a 76,2 kg/t matéria natural (Siqueira et al., 2007). Rezende et al. (2011), utilizando doses de sal de 0,5; 1,0 e 2,0% na ensilagem da cana-de-açúcar, também não encontraram diferenças na produção de efluente em relação a silagem

controle, porém com resultados superiores (53,5 kg/t de matéria natural) ao observado nesta pesquisa. De acordo com Woolford (1978), alguns aditivos podem alterar a integridade estrutural das células da planta e sua capacidade em reter água, levando à ruptura e ao vazamento de conteúdo celular. No entanto esse não parece ser o caso do sal, uma vez que sua adição na ensilagem não causou aumento na produção de efluentes.

As demais variáveis—pH, PB, FDN, FDA e hemicelulose foram afetadas pelos tratamentos ($P < 0,05$) (Tabela 1).

Observando os valores de pH, podemos inferir que o sal possui menor efeito inibidor da fermentação quando comparado à ureia. Com a utilização de sal, possivelmente houve maior produção de ácidos, resultando em menores valores de pH. Esses resultados se assemelham àqueles observados por Rezende et al. (2011), utilizando doses de sal de 0,5; 1,0 e 2,0%, cuja média foi de 3,23.

Ao contrário, forragem tratada com aditivos alcalinizantes apresenta capacidade tampão superior àquelas não tratadas (Santos et al., 2008; Siqueira et al., 2010), ou seja, apresenta uma maior resistência à variação do pH. Nesse sentido, ao ser transformada em hidróxido de amônio, substância alcalinizante, a ureia exerce um efeito tampão, aumentando o tempo para que ocorra redução do pH. Isso pode ter permitido a maior colonização de microrganismos indesejáveis e que produzem ácidos com menor potencial de redução do pH, o que pode ter contribuído para que as silagens produzidas com esse aditivo apresentassem maiores valores de pH. Sabe-se que a redução do pH não inibe totalmente a fermentação causada por leveduras, porém a maioria das espécies se desenvolve

melhor em pH variando de 3,5 a 6,5. Nesse sentido, quanto menor o pH na silagem, possivelmente menor será a ação das leveduras, o que por sua vez, contribui para a manutenção do valor nutritivo da silagem.

Logicamente, silagens tratadas com 1,5% de ureia apresentaram maior porcentagem de PB. Isso ocorre porque a ureia é um aditivo com alta concentração de nitrogênio (45%), cuja recuperação é alta (acima de 70%) nas silagens aditivadas, o que também deve ser considerado como benefício na escolha desse aditivo (Nussio & Schmidt, 2005). Nesse sentido, maior quantidade de ureia utilizada na ensilagem determina maior teor de nitrogênio nas amostras de silagem, o que por sua vez foi responsável pela maior porcentagem de PB nas silagens. Roth et al. (2005) avaliaram doses crescentes de ureia na ensilagem de cana-de-açúcar e também observaram elevação nos teores de PB das silagens tratadas com ureia.

Maiores valores de FDN e FDA foram observados nas silagens controle. Conforme relatos de McDonald et al. (1991), a elevação no teor de FDN é relativa e ocorre devido à perda de conteúdo celular durante o período de fermentação. Nesse sentido, as silagens produzidas sem aditivos resultaram em materiais com elevados teores de fibra, provavelmente devido a ação das leveduras, as quais são as principais responsáveis pela redução do conteúdo celular nessas silagens.

Ao contrário, trabalhos publicados no Brasil relatam que silagens de cana-de-açúcar tratadas com 0,5 a 1,5% de ureia apresentam teores mais baixos de FDN e FDA em comparação a silagens de cana sem ureia (Lima et al., 2002; Molina et al., 2002). Esse efeito também

Tabela 1 - Potencial hidrogeniônico (pH) e porcentagens de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose (HEM), em silagens de cana de açúcar aditivadas ou não com sal ou ureia

Tratamentos	Parâmetros				
	pH	PB (% MS)	FDN (% MS)	FDA (% MS)	HEM (% MS)
Controle	3,25 B	5,02 C	74,13 A	45,49 A	30,31 A
Ureia 0,5%	3,65 A	6,12 C	61,10 C	38,54 B	22,56 B
Ureia 1,0%	3,64 A	9,69 B	60,14 C	38,42 B	21,72 B
Ureia 1,5%	3,74 A	18,51 A	57,30 C	36,56 B	20,74 B
Sal 0,5%	3,19 B	4,56 C	68,59 B	40,30 B	28,29 A
Sal 1,0%	3,23 B	4,52 C	66,85 B	40,07 B	26,78 A
Sal 1,5%	3,29 B	5,13 C	65,38 B	39,93 B	25,45 A
Média	3,43	7,65	64,78	39,90	25,12
CV (%)	1,71	17,37	3,99	5,60	10,51

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P > 0,05$).



foi observado nesta pesquisa e, analisando os teores de hemicelulose, os quais foram menores nas silagens tratadas com ureia, podemos dizer que a redução dessa fração foi a principal responsável pelos menores teores de FDN. Sabe-se que a ureia age sobre os constituintes celulares, solubilizando, principalmente a hemicelulose. Como essa fração é um dos componentes da parede celular, sua solubilização implica em redução da FDN, conforme observado.

Segundo Van Soest (1982), teores de FDN acima de 55% reduzem a ingestão de MS. Nesse sentido, silagens com menores teores de FDN são mais interessantes, proporcionando maior ingestão de MS. Adicionalmente, menores teores de FDN caracterizam silagens de melhor qualidade, pois este componente da parede celular é inversamente correlacionado à digestibilidade da MS (Mertens, 1982).

4. CONCLUSÃO

A utilização de 1,5% de ureia na ensilagem de cana-de-açúcar proporcionou parâmetros indicativos de uma silagem de melhor qualidade.

5. LITERATURA CITADA

- ALLI, I.; BAKER, B.E.; GARCIA, G. Studies on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, v.7, p.411-417, 1982.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. A.A.C.C. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 7.ed. St. Paul, 1976. 256p.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI JR., E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia e acrescida de rolão de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.9, p.1169-1174, 2001.
- ARAÚJO, J.M.A. Conservadores químicos em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.3/4, p.192-210, 1990.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. A.O.A.C. **Official Methods of Analyses of the Association of Official Analytical Chemists**. 11 ed. Washington, 1970. v.1, 1015p.
- AMARAL, R.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I. et al. Cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada com e sem aditivos químicos: estabilidade aeróbia dos volumosos e das rações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.1857-1864, 2009.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.
- FERREIRA, D.F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2000. 66p.
- GAVA, A.J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984. 284p.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, A.R. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007 (supl.).
- LIMA, J.A.; EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G. et al. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com ureia ou farelo de soja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. (CD-ROM).
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publication, 1991. 340p.
- MERTENS, D.R. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations. In: NUTRITION CONFERENCE PROCESS GANT CONFERENCE FOR THE FEED INDUSTRY, 1982, Athens. **Proceedings...** Athens: University of Georgia, 1982. p.116-126.
- MOLINA, L.R.; FERREIRA, D.A.; GONÇALVES, L.C. et al. Padrão de fermentação da silagem de cana-de-açúcar submetida a diferentes tratamentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. (CD-ROM).
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. Silagens de cana-de-açúcar para bovinos leiteiros: aspectos agrônômicos e nutricionais. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5., 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005, p.193-218.



- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: EVANGELISTA, A.R.; REIS, S.T.; GOMIDE, E.M. (Ed.) **Forragicultura e pastagens: Temas em evidência - Sustentabilidade**. Lavras: Editora UFLA, 2003. p.49-72.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S. et al. 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, p.558-564, 2007.
- PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos e microbianos como inibidores da produção de etanol em silagens de cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagem). Piracicaba, SP: USP/ESALQ, 2003. 120p.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. et al. Bacterial inoculants and chemical additives to improve fermentation in sugar cane (*Saccharum officinarum*) silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 13., Auchincruive, 2002. **Anais...** Auchincruive: SAC, 2002. p.66.
- REIS, R.A.; GARCIA, R.; SILVA, D.J. Efeito da aplicação de amônia anidra sobre a composição química e digestibilidade in vitro de fenos de três gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.3, p.219-224, 1990.
- RESENDE, F.D.; SIGNORETTI, R.D.; COAN, R.M. et al. Terminação de bovinos de corte com ênfase na utilização de alimentos conservados. In: REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; BERTIPAGLIA, L.M.A. (Eds). **Volumosos na produção de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2005. p.83-104.
- REZENDE, A.V.; RABELO, C.H.S.; RABELO, F.H.S. et al. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar tratadas com cal virgem e cloreto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.739-746, 2011.
- ROTH, M.T.P.; SIQUEIRA, G.R.; RICARDO, R.A. et al. Ensilagem da cana-de-açúcar ("*Saccharum officinarum*" L.) tratada com doses de ureia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. (CD-ROM).
- SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B. et al. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação, no valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1555-1563, 2008.
- SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagem), Piracicaba, SP: USP/ESALQ, 2006. 228p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, Imprensa Universitária, 2002. 235p.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Queima e aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.103-112, 2010.
- SIQUEIRA, G.R.; RESENDE, F.D.; ROMAN, J. et al. Uso estratégico de forragens conservadas em sistemas de produção de carne. In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W. (Eds) **Produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: Masson, 2008. p.41-89.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2000-2009, 2007 (suplemento).
- SOUSA, D.P.; MATTOS, W.R.S.; NUSSIO, L.G. et al. Efeito de aditivo químico e inoculantes microbianos na fermentação e no controle da produção de álcool em silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1564-1572, 2008.
- VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. **Journal of Animal Science**, v.26, p.119-128, 1967.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. Corvallis: O & Books, 1982. 373p.



VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

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

WOOLFORD, M.K. The problem of silage effluent. **Herbage Abstracts**, v.48, p.397-403, 1978.

Recebido para publicação em 30/04/2014 e aprovado em 30/07/2014.

