



Alterações bromatológicas e fermentativas durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar com e sem milho desintegrado com palha e sabugo

Antônio Ricardo Evangelista¹, Gustavo Rezende Siqueira², Josiane Aparecida de Lima³,
Jalison Lopes⁴, Adauton Vilela de Rezende⁵

¹ Departamento de Zootecnia da UFLA. Bolsista do CNPq.

² Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (Apta) - Pólo Regional do Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana - Colina/SP.

³ Instituto de Zootecnia - IZ Nova Odessa.

⁴ Doutorando em Zootecnia da UFLA.

⁵ Departamento de Zootecnia da UNIFENAS.

RESUMO - Avaliaram-se as alterações bromatológicas e fermentativas de silagens de cana-de-açúcar com e sem milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) durante 100 dias de armazenamento. Foram determinados o pH, a capacidade tamponante e os teores matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), hemicelulose e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT). Os dados foram analisados em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 × 21, com três repetições, no qual o fator A foi constituído pela cana picada *in natura* e cana picada com milho desintegrado com palha e sabugo e o fator B, pelos 21 tempos de armazenagem. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão. Os valores de pH decresceram nos cinco primeiros dias de 5,2 para 3,5 na silagem controle e de 5,2 para 3,6 naquelas com milho desintegrado com palha e sabugo. As silagens com milho desintegrado com palha e sabugo apresentaram pH superior aos das silagens controle, em média de 0,09 unidades. A inclusão de milho desintegrado com palha e sabugo ocasionou aumento dos valores de NH₃/NT em todos os tempos. Na silagem controle, a redução do teor de MS foi de 14,1 unidades percentuais, enquanto naquelas com MDPS, foi de 8,8 unidades percentuais. O milho desintegrado com palha e sabugo reduziu em 17 unidades percentuais o teor de fibra em detergente neutro das silagens, o que está relacionado ao menor valor de FDN do aditivo. Silagens de cana-de-açúcar apresentam alterações bromatológicas até 100 dias de armazenamento, não devendo permanecer armazenadas por longos períodos.

Palavras-chave: aditivos, composição química, ensilagem

Chemical and fermentative changes during the storage period of the sugar cane silage with or without ground dried ear corn

ABSTRACT - The chemical and fermentative changes of the sugar cane ensiled without or with (control) ground dried ear corn (GDEC) were evaluated during 100 days of storage period. The pH values, buffer capacity (BC), dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose (HM) ammonia nitrogen in relation to the total nitrogen (N-NH₃/TN) were evaluated. The experiment was conducted in a complete randomized design as a factorial (2 × 21) scheme with three replications. The factor A was composed of sugar cane silage with or without GDEC, and the factor B was the 21 storage periods. The data were submitted to the regression analyses. The pH values decreased in the first five days of storage, from 5.2 to 3.5 and from 5.2 to 3.6, respectively on the silage without and with GDEC. Silages with GDEC showed higher pH values when compared to the control, on average of 0.09 units. The inclusion of GDEC resulted in higher N-NH₃/TN values in all storage periods. In the control silage, the reduction on the DM content was 14.1 units and 8.8 units for those with GDEC. The inclusion of GDEC resulted in the reduction of 17.0 units in the NDF, probably due to the low fiber content of the additive. Sugar cane silage presents chemical changes up to 100 days of storage, and should not remain stored for long periods.

Key Words: additives, chemical composition, ensilage

Introdução

Diversas forrageiras, como o milho e o sorgo, têm potencial para ensilagem, porém é necessário o estudo de volumosos

suplementares alternativos, não objetivando sua substituição, mas visando à sustentabilidade dos sistemas de produção.

Entre as alternativas, tem-se a cana-de-açúcar, que possui, no entanto, elevado teor de açúcares na época da

seca, período que coincide com o baixo crescimento das pastagens e em que ocorre maior demanda por volumosos suplementares. Esses fatores fazem com que a cana-de-açúcar seja utilizada predominantemente na forma fresca, integral, picada e fornecida aos animais, sem nenhum processo de conservação. Algumas razões relacionadas ao corte diário são apontadas pelos produtores para a não utilização da cana-de-açúcar *in natura*, entre elas: o corte diário da cana-de-açúcar; o risco de incêndio acidental ou criminoso; a dificuldade de alimentação de grandes rebanhos; e a dificuldade de realização de práticas agrônômicas no talhão.

A ensilagem da cana-de-açúcar pode em algumas situações viabilizar sua utilização, principalmente por facilitar a logística de utilização dessa forrageira. No entanto, vários autores afirmam que o processo fermentativo, principalmente decorrente da atuação de leveduras durante o armazenamento, é o principal problema relacionado à ensilagem da cana-de-açúcar (Bernardes et al., 2007; Lopes et al., 2007; Pedrosa et al., 2007; Siqueira et al., 2007).

Alli et al. (1983) avaliaram o perfil de fermentação da silagem de cana-de-açúcar e constataram redução rápida do pH nos primeiros dias de ensilagem, chegando a 3,5 aos sete dias. Esses autores relataram aumento no teor de fibra (FDA), ocasionado pela perda de carboidratos solúveis, que atingiu 97% em 42 dias. Pedrosa et al. (2005) constataram elevação dos teores de FDN, de 40,9 para 70,3%, após 120 dias de armazenamento e afirmaram que essa elevação é decorrente do desaparecimento de carboidratos solúveis, como resultado da fermentação desses carboidratos por leveduras, o que resulta na formação de etanol e gás carbônico, que é perdido em forma de gás.

Andrade et al. (2001) avaliaram a ensilagem de cana-de-açúcar tratada com uréia e com doses de 0 a 12% de milho desintegrado com palha e sabugo e concluíram que a adição do milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) melhorou o padrão de fermentação e o valor nutritivo das silagens. Bernardes et al. (2007), no entanto, não observaram controle da fermentação etanólica com a inclusão de 5 ou 10% de MDPS.

Objetivou-se com este trabalho avaliar as alterações na composição bromatológica e nos parâmetros fermentativos de silagens de cana-de-açúcar com e sem milho desintegrado com palha e sabugo durante o armazenamento.

Material e Métodos

Este experimento foi conduzido no mês de outubro de 2002 no Departamento de Zootecnia da Universidade

Federal de Lavras, Minas Gerais, utilizando-se o cultivar de cana RB-72454 com 14 meses de idade.

O material foi cortado manualmente no campo, sem sofrer despalha, picado em picadeira estacionária, em partículas de 1 cm, e ensilado em 120 silos de laboratório, confeccionados com tubos de PVC, com 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento. A inclusão do milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) foi realizada misturando-se 10% do MDPS à cana-de-açúcar, com base na matéria natural, previamente à ensilagem. No enchimento dos silos, a forragem foi compactada com bastões de ferro até a densidade de 500 kg/m³. Os silos foram fechados com tampa de PVC com válvulas tipo “Bunsen” e vedados com graxa de silicone.

No momento da ensilagem, foram retiradas três amostras do material original com MDPS e três sem MDPS. Cada amostra foi dividida em duas subamostras. Uma subamostra foi congelada em sacos plásticos para análise da capacidade tampão (CT), pelo método de Playne & McDonald (1966), do nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total (N-NH₃), segundo o método descrito por Tosi (1973), e do pH (Silva & Queiroz, 2002). A outra subamostra foi pesada, colocada em sacos de papel e seca em estufa de ventilação forçada a 60-65°C durante 72 horas. A amostra pré-seca foi novamente pesada, triturada em moinho estacionário de faca com peneira de 1 mm e acondicionada em recipientes de polietileno para posterior análise dos teores de proteína bruta (PB), segundo a AOAC (1995), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo metodologia descrita por Van Soest & Robertson (1985). A hemicelulose foi calculada como a diferença entre os valores de fibra em detergente neutro e os de fibra em detergente ácido.

A abertura dos silos foi realizada aos 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 dias após a ensilagem. Foram desprezadas as porções inicial e final de cada silo e o restante do material foi homogeneizado. Os procedimentos de coleta, processamento e análises das amostras foram os mesmos utilizados para o material original, colhido antes da ensilagem.

Os dados foram analisados em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 × 21, no qual o fator A foi constituído pela cana picada *in natura* e pela cana picada com milho desintegrado com palha e sabugo e o fator B, pelos 21 tempos de armazenagem (0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 dias após a ensilagem), cada um com três repetições. A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o programa SISVAR (Ferreira, 2000) e os resultados foram submetidos à análise de regressão.

Resultados e Discussão

Todas as variáveis avaliadas apresentaram interações significativas ($P < 0,05$), por isso, serão apresentadas as regressões com e sem milho desintegrado com palha e sabugo, de forma individualizada, em cada tempo de armazenamento (Tabela 1).

A capacidade tampão influencia a qualidade final da silagem, pois é um dos fatores que determinam a velocidade de redução do pH. Neste trabalho, a capacidade tampão apresentou valores de 1,2 no material original até 17,0 meq de HCl/100 g de MS no 60º dia de abertura nas silagens controle e naquelas com milho desintegrado com palha e sabugo 1,4 no momento da ensilagem, chegando a 17,4 meq de HCl/100 g de matéria seca, também no 60º dia de abertura (Figura 1).

A elevação da capacidade tampão ocorreu principalmente nos primeiros dez dias do processo e a estabilização somente se efetivou aos 70 dias de ensilagem. Resultado semelhante foi observado por Callieri et al. (1989), que observaram elevação intensa da capacidade tampão nos quatro primeiros dias de ensilagem, quando passou de 4 para 15 meq de HCl/100 g de MS, e estabilização entre 80 e 100 dias de ensilagem. Essa elevação provavelmente foi ocasionada pela redução do conteúdo de carboidratos solúveis, como constatado por Pedroso et al. (2005), e pela conseqüente produção de ácidos orgânicos, como o lático e o acético.

O comportamento das curvas de capacidade tampão das silagens controle e das tratadas com milho desintegrado com palha e sabugo foi semelhante (Figura 1). Não

houve efeito da inclusão do milho desintegrado com palha e sabugo sobre a capacidade tampão de silagens de cana-de-açúcar. Bernardes et al. (2007) observaram aumento da capacidade tampão de 9,2 para 33,3 meq de HCl/100 g de MS com a inclusão de milho desintegrado com palha e sabugo no material controle, o que pode estar relacionado à variação na composição desse alimento. O milho desintegrado com palha e sabugo utilizado neste estudo continha 33% de FDN e 7,5% de PB, valores semelhantes aos observados por Valadares Filho et al. (2006), mas inferiores aos descritos por Bernardes et al. (2007), que observaram 72,5% de FDN e 3,69% de PB.

O pH decresceu de 5,2 para 3,5 nos cinco primeiros dias nas silagens controle e naquelas com milho desintegrado com palha e sabugo (Figura 1). Essa redução pode ser atribuída ao alto teor de carboidratos solúveis, 47% (Alli et al., 1983), e ao baixo valor da capacidade tampão de 1,2 e 1,4 meq de HCl/100 g de MS nas silagens sem e com milho desintegrado com palha e sabugo, respectivamente. A redução intensa nos primeiros dias é fundamental para obtenção de silagem de boa qualidade.

A redução do pH, segundo McDonald et al. (1991), é um dos principais fatores para o controle de clostrídeos durante a fase fermentativa. A silagem de cana-de-açúcar, em razão da alta taxa de redução do pH, pode ser considerada uma silagem com pouca chance de fermentação butírica. No entanto, segundo Siqueira et al. (2007), na ensilagem da cana-de-açúcar, apenas a produção de ácido lático, principal responsável pela redução do pH, não representa eficiência de conservação, pois as leveduras são capazes de assimilar esse ácido e produzir

Tabela 1 - Equações de regressão e coeficientes de determinação dos parâmetros avaliados

Parâmetro	Controle	Com milho desintegrado com palha e sabugo
Carboidratos totais	$\hat{Y} = 1,166983 + 0,16005 X - 0,001856X^2 + 3,294821 X^{1/3}$ ($r^2 = 0,89$)	$\hat{Y} = 1,401295 + 0,198190X - 0,002090X^2 + 2,975925X^{1/3}$ ($r^2 = 0,92$)
pH	$\hat{Y} = 5,213084 + 0,075591X - 0,000378X^2 - 1,185353 X^{1/3}$ ($r^2 = 0,90$)	$\hat{Y} = 5,281724 + 0,075729X - 0,000382X^2 - 1,176139X^{1/3}$ ($r^2 = 0,83$)
N-NH ₃	$\hat{Y} = 0,795815 + 0,075591X - 0,001856X^2 + 0,088941X^{1/3}$ ($r^2 = 0,70$)	$\hat{Y} = 1,292896 + 0,001378X + 0,000163X^2 - 0,139026X^{1/3}$ ($r^2 = 0,74$)
Matéria seca	$\hat{Y} = 36,881823 + 0,16005X - 0,00037X^2 - 6,25363X^{1/3}$ ($r^2 = 0,85$)	$\hat{Y} = 36,429639 - 0,225516X + 0,001928X^2 - 0,718964X^{1/3}$ ($r^2 = 0,77$)
Proteína bruta	$\hat{Y} = 1,680433 - 0,001629X - 0,000043X^2 - 0,326011X^{1/3}$ ($r^2 = 0,85$)	$\hat{Y} = 3,010818 + 0,011054X - 0,000091X^2 + 0,146164X^{1/3}$ ($r^2 = 0,76$)
Fibra em detergente neutro	$\hat{Y} = 55,952343 + 0,265040X - 0,003751X^2 + 4,292430X^{1/3}$ ($r^2 = 0,79$)	$\hat{Y} = 40,863582 + 0,254748X - 0,003360X^2 + 3,422234X^{1/3}$ ($r^2 = 0,64$)
Hemicelulose	$\hat{Y} = 29,440790 + 0,153018X - 0,001780X^2 - 1,800501X^{1/3}$ ($r^2 = 0,77$)	$\hat{Y} = 17,842629 + 0,080988X - 0,001147X^2 - 0,213097X^{1/3}$ ($r^2 = 0,39$)

etanol (Walker, 1998), principal entrave na ensilagem dessa forrageira.

As silagens com milho desintegrado com palha e sabugo apresentaram pH superior aos da silagem controle, em média 0,09 unidades. Ocorreu diferença significativa ($P < 0,05$), no entanto esses valores podem ser considerados de pequena magnitude. Em trabalhos realizados por Andrade et al. (2001) e Bernardes et al. (2007), não foram observadas diferenças estatísticas no pH de silagens de cana-de-açúcar com e sem milho desintegrado com palha e sabugo.

No período entre 60 e 80 dias de armazenamento, observou-se sutil aumento do pH. Esses dados confirmam a variação nos teores de nitrogênio amoniacal (Figura 1), que, a partir de 60 dias de armazenamento, foram elevados nas silagens com e sem milho desintegrado com palha e sabugo. O aumento do pH pode ter ocorrido em virtude do consumo de ácido lático por leveduras, pois, segundo Walker (1998), várias espécies de leveduras tem capacidade de fermentar esse ácido a etanol. Este fato pode ter possibilitado a microrganismos oportunistas consumirem

compostos protéicos e elevarem o teor de nitrogênio amoniacal (Figura 1).

Apesar da elevação após 60 dias de armazenamento, os valores finais de NH_3/NT observados para as silagens de cana-de-açúcar foram baixos em comparação aos das silagens de outras culturas, como milho (10,6% do NH_3/NT , Roth et al., 2004) e capim-marandu (6% do NH_3/NT , Bernardes et al., 2005).

As silagens tratadas com milho desintegrado com palha e sabugo apresentaram valores de NH_3/NT superiores aos das silagens controle em todos os tempos, o que pode estar associado à maior disponibilidade de proteína nessas silagens, permitindo o desenvolvimento de microrganismos que degradam essa fração do alimento. No entanto, os resultados encontrados na literatura são controversos, pois, em estudo realizado por Andrade et al. (2001), não foi observado efeito do milho desintegrado com palha e sabugo sobre esse parâmetro. Bernardes et al. (2007), no entanto, observaram redução de 12 para 8% do NH_3/NT .

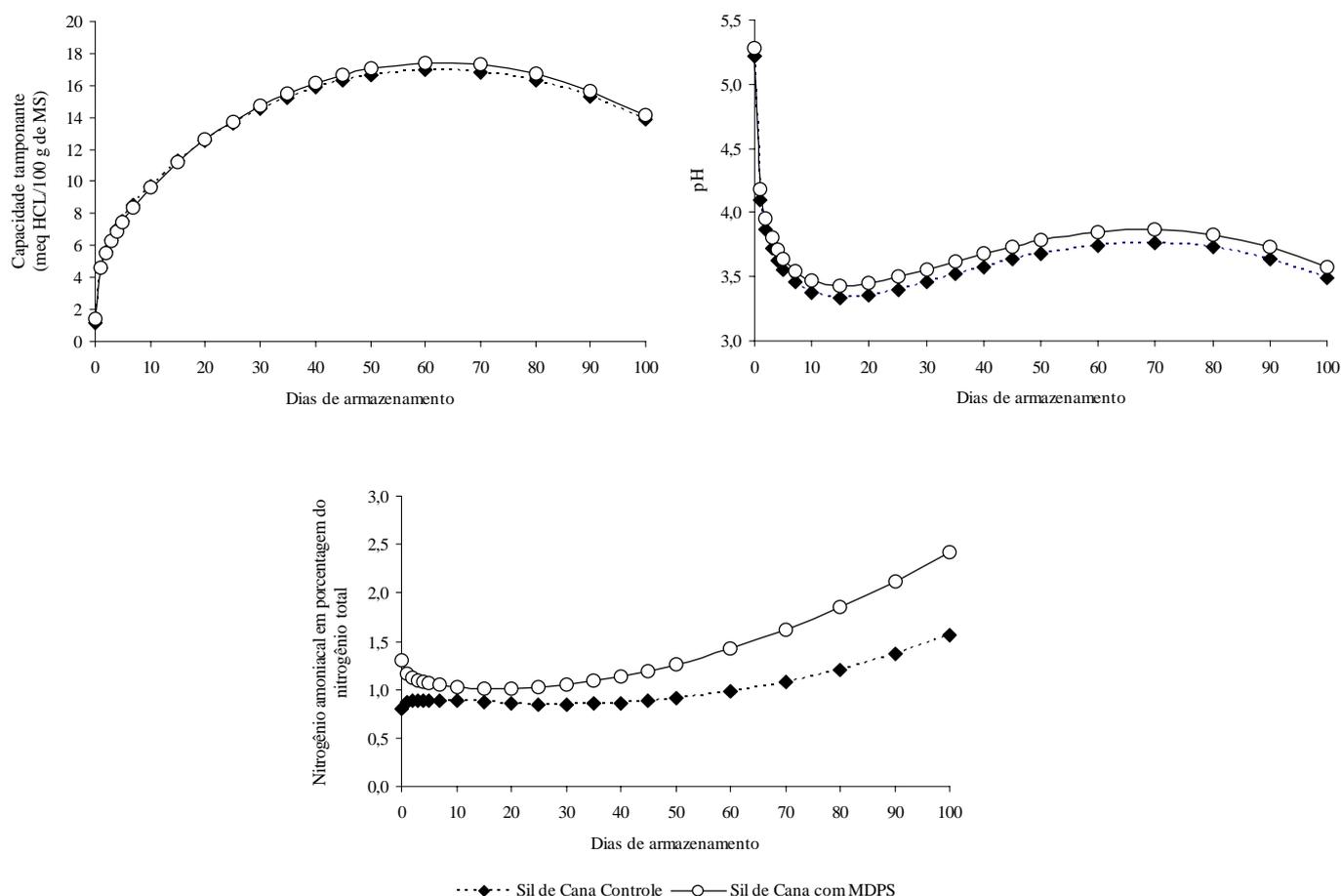


Figura 1 - Capacidade tampão, pH e nitrogênio amoniacal de silagens de cana-de-açúcar com e sem milho desintegrado com palha e sabugo.

O teor de MS nas silagens controle reduziu de 36%, material original, para 22,7% após 45 dias de armazenamento. Nas silagens com milho desintegrado com palha e sabugo, a redução foi de 36% para 27% após 60 dias (Figura 2), provavelmente em razão da perda de matéria seca, principalmente de carboidratos solúveis. Em experimento realizado por Alli et al. (1983), ocorreu redução de 46 unidades percentuais de carboidratos solúveis após 42 dias de fermentação.

Segundo Pedroso et al. (2005), um dos principais fatores responsáveis pela redução no teor de matéria seca durante o processo fermentativo da cana-de-açúcar após a ensilagem é a perda de matéria seca ocasionada pela fermentação das leveduras. Neste estudo, observou-se correlação de 0,89 entre perda de matéria seca e o teor de etanol. A fermentação de glicose por leveduras, segundo McDonald et al. (1991), gera perda de 48,9% de MS e 0,2% de energia, relacionada à produção de gás carbônico (CO₂) que é perdido para o ambiente durante o processo fermentativo.

A utilização do milho desintegrado com palha e sabugo reduziu a perda de matéria seca. Nas silagens controle, a redução foi de 14,1, enquanto naquelas com milho desintegrado com palha e sabugo, foi de 8,8 unidades percentuais. Conseqüentemente, após 100 dias de armazenamento, os teores de matéria seca foram de 23,7 e 29,8% nas silagens controle e com milho desintegrado com palha e sabugo, respectivamente. Resultados semelhantes também foram observados nos estudos de Andrade et al. (2001) e de Bernardes et al. (2007). Esse fato pode ser justificado pelo teor de matéria seca do milho desintegrado com palha e sabugo, que é superior ao da cana-de-açúcar, portanto, silagens com o aditivo apresentam maiores teores de matéria seca. Outro fato é que a inclusão de 10% de milho desintegrado com palha e sabugo na matéria natural representa 20% na matéria seca. A redução da matéria seca é decorrente do consumo de carboidratos solúveis por leveduras. As menores reduções dos teores de matéria seca nas silagens com milho desintegrado com palha e sabugo podem ser decorrentes da redução de substratos para a fermentação de leveduras.

O teor de proteína bruta nas silagens controle variou de 1,7% (material original) a 2,7% após 50 dias de armazenamento. Nas silagens tratadas com milho desintegrado com palha e sabugo, os teores de proteína bruta foram superiores aos das silagens controle, em média 1,13 unidades percentuais. Maiores valores nas silagens com milho desintegrado com palha e sabugo podem ser atribuídos à maior concentração de PB nesse alimento (7,5%) em comparação à cana-de-açúcar (1,7%) (Figura 2). O aumento do teor de proteína bruta com o prolongar do

tempo de armazenamento é conseqüência do efeito de concentração, pois, durante a fermentação por leveduras, ocorre consumo de carboidratos solúveis, proporcionando aumento das outras frações do volumoso.

Os valores de FDN nas silagens controle elevaram de 55,6% (material original) para 75,6% após 50 dias de armazenamento. Nas silagens com milho desintegrado com palha e sabugo, os valores observados no material original e com 50 dias de armazenamento foram de 40,8 e 57,8%, respectivamente (Figura 2).

Essa elevação durante o armazenamento provavelmente foi ocasionada pelas perdas de carboidratos solúveis, que são transformados em ácidos no caso da silagem de cana em etanol e CO₂. Após o 50º dia, houve redução no teor de FDN, ocasionada pelo desaparecimento de hemicelulose. Apesar dos menores valores observados nas silagens tratadas, não se pode dizer que o milho desintegrado com palha e sabugo foi eficiente no controle da elevação da FDN, pois o aumento foi de 20 e 17 unidades percentuais nas silagens controle e com milho desintegrado com palha e sabugo, respectivamente. Elevações nos teores de fibras também foram observadas nos estudos de Pedroso et al. (2005) e Alli et al. (1983).

O milho desintegrado com palha e sabugo reduziu o teor de FDN das silagens em 17 unidades percentuais, resultado relacionado ao menor teor de FDN no aditivo. A diferença entre os teores de FDN das silagens foi semelhante durante todo o período de armazenagem, portanto, a redução foi ocasionada pelo menor teor de FDN do milho desintegrado com palha e sabugo, e não por um efeito inibitório da ação de leveduras.

Os teores de hemicelulose nas silagens controle e tratadas com milho desintegrado com palha e sabugo apresentaram certa estabilidade até 50 dias de armazenamento, com redução acentuada após esse período (Figura 2).

A redução da porcentagem de hemicelulose nas silagens com milho desintegrado com palha e sabugo, pode ser atribuída à menor concentração dessa fração no aditivo. No início do período de armazenamento, a diferença entre as silagens tratadas ou não era de 10 unidades percentuais e, após 100 dias de armazenamento, foi de 5,1 unidades percentuais. Essa redução da diferença pode ser atribuída a menor quantidade de hemicelulose proveniente da cana-de-açúcar nas silagens com milho desintegrado com palha e sabugo.

Segundo McDonald et al. (1991), a metade da hemicelulose contida na forragem pode ser hidrolisada e a maior parte da hidrólise ocorre na fase inicial do processo fermentativo. No entanto, neste estudo, a redução da

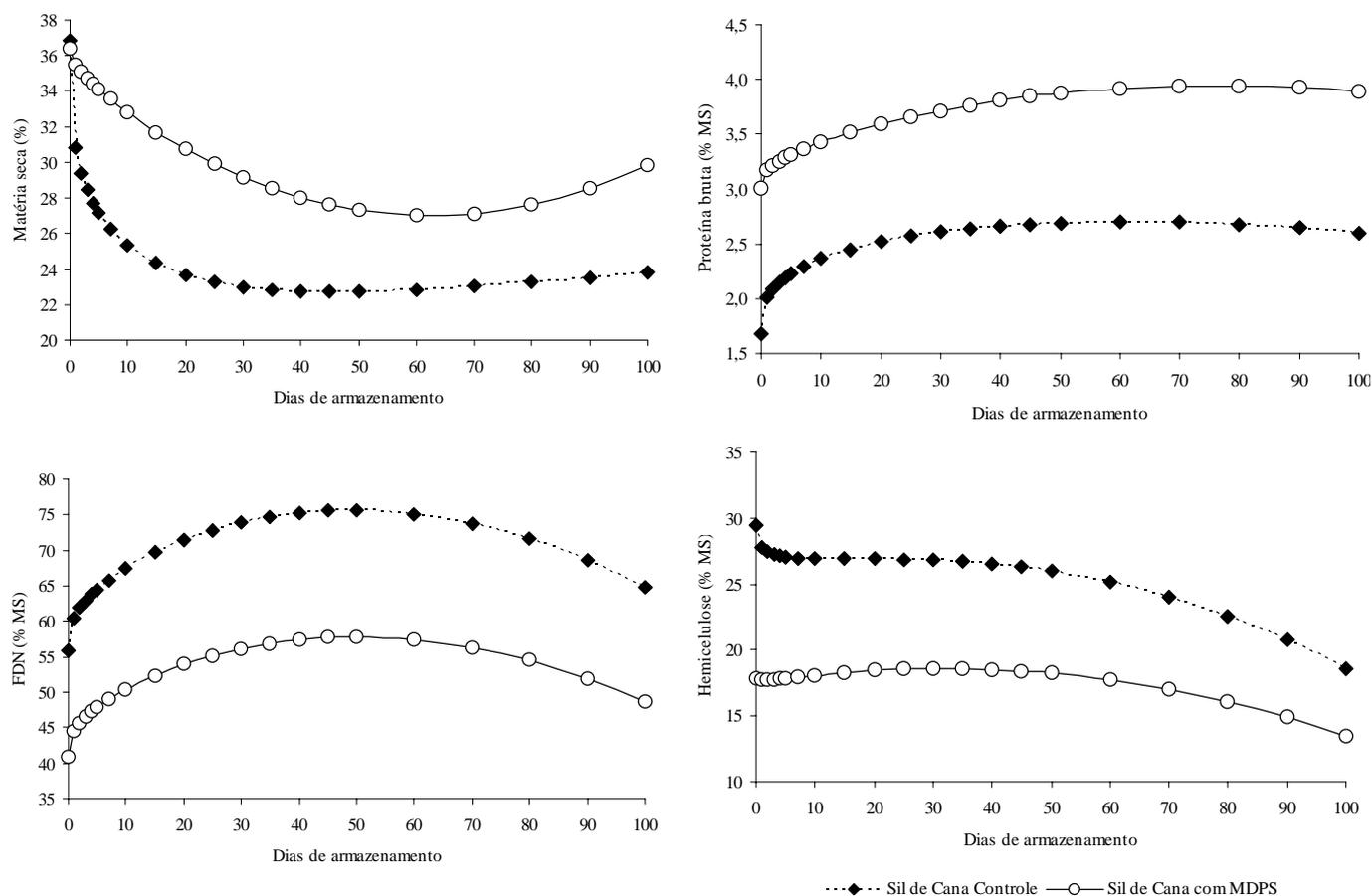


Figura 2 - Variação temporal dos teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e hemicelulose de silagens de cana-de-açúcar com e sem milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS).

hemicelulose só ocorreu na fase final de armazenamento (Figura 2). Normalmente, a hemicelulose é consumida pelos microrganismos quando há falta de carboidratos solúveis, portanto, aos 50 dias de armazenamento, provavelmente houve mudanças da disponibilidade de substratos e mudanças dos microrganismos atuantes no processo.

Conclusões

A ensilagem piora a composição bromatológica da cana-de-açúcar, pois reduz o teor de matéria seca e eleva os teores de fibra em detergente neutro dessa forrageira. A adição de milho desintegrado com palha e sabugo melhora a composição bromatológica de silagens de cana-de-açúcar, pois eleva os teores de proteína e reduz os de fibra em detergente neutro, no entanto, não contribui para a melhoria dos parâmetros fermentativos. Silagens de cana-de-açúcar com ou sem milho desintegrado com palha e sabugo apresentam alterações bromatológicas até 100 dias de armazenamento, portanto, não devem permanecer armazenadas por longos períodos.

Literatura Citada

- 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**, v.36, p.1169-1174, 2001.
- ALLI, I.; FAIRBAIRN, R.; BAKER, B.E. et al. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, v.9, p.291-299, 1983.
- BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; MOREIRA, A.L. Fermentative and microbiological profile of marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets. **Scientia Agricola**, v.62, p.214-220, 2005.
- BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R. et al. Avaliação da queima e da adição de milho desintegrado com palha e sabugo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.269-275, 2007.
- CALLIERI, D.A.; MORENO, E.I.; MOLINA, O.E. Ensilado biológico de despunte de cana de açúcar. **Revista Indústria y Agrícola de Tucumán**, v.56, p.61-71, 1989.
- FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2000. p.255-258.
- LOPES, J.; EVANGELISTA, A.R.; ROCHA, G.P. Valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar acrescida de uréia e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1155-1161, 2007.

- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340p.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v.62, p.427-432, 2005.
- 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, p.558-564, 2007.
- PLAYNE, M.J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agricultural**, v.17, p.264-268, 1966.
- ROTH, M.T.P.; REIS, R.A.; BERNARDES, T.F. et al. Valor nutritivo das plantas e das silagens de híbridos de milho (*Zea mays* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM).
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.269-275, 2007.
- TOSI, H. **Ensilagem de gramíneas tropicais sob diferentes tratamentos**. 1973. 107f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 1973.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-corte**. 1.ed. Viçosa, MG: Gráfica Suprema, 2006. 142p.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. 1.ed. Ithaca: Cornell University, 1985. 202p.
- WALKER, G.M. **Yeast physiology and biotechnology**. London: Wiley Editorial Offices, 1998. 350p.