

AVALIAÇÃO DAS PERDAS FERMENTATIVAS DA SILAGEM DE SORGO FORRAGEIRO ADITIVADA COM UREIA E/OU INOCULANTE MICROBIANO

Alberto Jefferson da Silva Macêdo¹; Gabriel Ferreira de Lima Cruz²; Ana Cecilia Souza Muniz³; Edson Mauro Santos⁴

1 Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias. E-mail: albertomacedo.100@gmail.com

2 Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias. E-mail: g_ferreira_dm@hotmail.com

3 Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias. E-mail: anaceciliamunizcb1@gmail.com

4 Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias. E-mail: edson@cca.ufpb.br

Introdução

Conforme Jobim (2002), a sazonalidade da produção de forragem nas pastagens e o aumento nas exigências nutricionais dos animais torna imprescindível o uso de forragens conservadas para atender a demanda de volumosos no período crítico de produção dos pastos. Tanto a ensilagem como a fenação são tecnologias que podem ser utilizadas como estratégia para armazenar forragens com pequena redução no valor nutritivo em relação à planta fresca.

Dentre as diversas gramíneas utilizadas para produção de silagem encontra-se o sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], uma vez que apresenta as principais características desejáveis de uma forrageira para ensilagem como o teor de matéria seca entre 30 a 40%, a capacidade tampão relativamente baixa e o adequado teor de carboidratos solúveis, características essas que favorecem a adequada fermentação da silagem (FERNANDES et al., 2009; McDONALDS et al., 1991). De acordo com Ribas et al. (2010), o sorgo forrageiro apresenta-se como um recurso forrageiro para a produção de silagem ou forragem verde tornando-se uma alternativa para alimentação animal, especialmente em regiões de baixa disponibilidade de água por possuir sistemas de ajustes fisiológicos sobre estresse hídrico e que apresentam tolerância à seca e à altas temperaturas.

Embora possua os principais atributos desejáveis para o processo de ensilagem, o sorgo forrageiro apresenta elevado teor de carboidratos solúveis, o que favorece o crescimento de leveduras, mofos e enterobactérias, pelo excesso de substratos para seu desenvolvimento, pois de acordo com vários estudos sabe-se que teores de 6 a 8% de carboidratos solúveis são suficientes para que ocorra uma adequada fermentação microbiana (RODRIGUES et al., 2002). A elevada quantidade de açúcares solúveis pode resultar em elevados teores de ácido lático como também por elevados teores de carboidratos solúveis residuais, podendo promover abaixamento demasiado do pH, com valores próximos de 3,0 (OLIVEIRA et al., 2010), podendo haver predominância de leveduras, que resulta em fermentação alcoólica, podendo ocorrer elevadas perdas de matéria seca.

Devido às particularidades que o sorgo forrageiro apresenta, buscam-se através do uso de aditivos, melhorias na qualidade da fermentação e diminuição nas perdas durante e após o processo fermentativo. Vários estudos foram realizados para amenizar essa situação onde a utilização de aditivos químicos ou oriundos de culturas lácticas tem ocorrido no intuito de amenizar essa situação. Pesquisas anteriores destacam bactérias lácticas heterofermentativas como *Lactobacillus buchneri*, como sendo de grande valia para amenizar problemas fermentativos de silagens.

A ureia pode ser classificada como um aditivo químico da classe dos nutrientes, pois quando adicionada à silagem promove elevação do teor de proteína bruta, promovendo aumento da estabilidade aeróbia devido à ação antifúngica da amônia. Como também a ureia é capaz de diminuir as perdas de MS e de açúcares solúveis do material (NUSSIO et al., 2006).

No processo de ensilagem há perdas através da produção de água, gás, CO₂ e calor, durante a fase fermentativa, além de efluentes (VAN SOEST, 1994). Quando se retira o alimento para ofertar ao animal também pode ocorrer deterioração aeróbia (GUIM et al., 2002). Vários autores, como (NEUMANN et al., 2010), ressaltam a importância da quantificação das perdas na ensilagem e a necessidade da utilização de técnicas que visem sua redução.

Objetivou-se avaliar as perdas fermentativas, bem como o teor de matéria seca e pH da silagem de sorgo forrageiro aditivada com uréia e/ou inoculante microbiano.

Metodologia

A ensilagem do sorgo ocorreu no CPATSA (EMBRAPA Semiárido) e a avaliação das silagens no Laboratório de Forragicultura do Centro de Ciências Agrárias (CCA), Campus II, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) Areia-PB. Utilizou-se o sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] BRS Ponta Negra, que foi ensilado quando seus grãos apresentaram consistência leitosa/pastosa.

Para as variáveis associadas às perdas fermentativas das silagens por ocasião da abertura dos silos, o delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos sem e com adição de ureia na ensilagem de sorgo com base na MS e/ou inoculante microbiano (*Lactobacillus buchneri*) que foram Silagem de Sorgo sem aditivo (SS sem aditivo), Silagem de Sorgo + Inoculante (SSI), Silagem de Sorgo + Ureia (SSU) e Silagem de Sorgo + Inoculante + Ureia (SSIU) e três repetições.

Para o cálculo de predição de matéria seca (MS) do sorgo e inclusão da ureia foi coletado, anteriormente à colheita para ensilagem, amostras de plantas, que foram picadas em máquina forrageira estacionária, e posteriormente uma amostra de 500g foi analisada para se determinar o teor de MS segundo metodologia preconizada por Silva e Queiroz (2002).

O sorgo foi picado em máquina forrageira estacionária regulada para cortar a forragem em partículas de, aproximadamente, 2 cm. Sobre lona plástica, ocorreu a adição de ureia no material picado nas proporções já definidas. A ureia foi pesada na sua respectiva concentração com base na MS e distribuída sobre a camada de forragem.

O inoculante foi aplicado objetivando-se aplicar 5×10^5 unidades formadoras de colônia por grama de matéria natural. Para tanto, a partir de um inoculante comercial, realizou-se a multiplicação do mesmo em meio MRS (De Man Rogosa and Sharpe), através de três ativações sucessivas, em meio líquido a uma temperatura de 37°C. Após a última ativação, realizou-se o plaqueamento em meio MRS sólido para verificar a concentração de inoculante presente no meio. Com base nessa informação se estabeleceu a quantidade de inoculante aplicada.

Foram confeccionados 12 silos, de material de PVC, com 15 cm de diâmetro e 40 cm de altura. A quantidade de forragem adicionada foi padronizada pela pesagem dos silos, objetivando-se estimar a massa de forragem em cada silo, de modo a obter uma densidade média de 500 kg de forragem/m³.

As variáveis avaliadas da silagem foram: pH e teor de matéria seca. A determinação do pH realizou-se de acordo com a metodologia de Bolsen et al. (1992), com potenciômetro. A determinação de MS foi realizada conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Um total de 12 silos de PVC foram confeccionados com areia no fundo para absorção de efluentes, separados por um tecido de algodão impedindo a mistura do material ensilado com areia e continuamente o sorgo picado com as dosagens de ureia que foram avaliadas, bem como a adição de inoculante. O fechamento dos silos procedeu-se com tampa dotada de bico de Bunsen, para emissão de gases. Com isso, para avaliar as perdas por gases e efluentes.

Para estimativa de perdas por gases e efluentes, assim como para se estimar a recuperação da MS durante a ensilagem, utilizaram-se as equações descritas por Zanine et al. (2010).

Pela Equação (1) – abaixo, foram obtidas as perdas por gases (PG), com base na diferença de peso da massa de forragem seca: Equação (1) – $G = (PCI - PCf)/(MFi \times MSi) \times 100$.

As perdas por efluentes (PE) foram calculadas pela Eq. (2) – abaixo, baseadas na diferença de peso da areia e relacionadas com a massa de forragem fresca no fechamento: Equação (2) – $E = [(Pvf - Tb) - (PVi - Tb)]/MFi \times 100$.

A recuperação de MS (RMS) foi estimada pela seguinte Eq. (3): Equação (3) – $RMS (\%) = [(MVfo \times MSfo)/(MSi \times MSsi)] \times 100$.

Após um período de 110 dias de armazenamento, as amostras de cada tratamento foram submetidas à análise de matéria seca (MS) de acordo com metodologia de Silva & Queiroz (2002).

Os dados foram submetidos à análise de variância para avaliar os efeitos sem e com adição de ureia e/ou inoculante microbiano contendo *Lactobacillus buchneri*. O efeito da adição de ureia e/ou inoculante foram submetidas à análise de variância seguida pelo teste de Tukey. Sendo utilizado o “PROC GLM – General Linear Models”, do software Statistical Analysis System – SAS (SAS, 2010), considerando como valores significativos de probabilidade inferiores a 5% ($P < 0,05$).

Resultados e Discussão

De acordo com a (Tab. 1) pode-se inferir que não houve efeito ($P > 0,05$) para as PG, PE e RMS. Os resultados demonstraram que houve perdas, entretanto, não foram significativas. As perdas por gases que ocorrem no interior do silo são principalmente devido a fermentações secundárias, no presente estudo observa-se baixas perdas por gases indicando que as fermentações secundárias que ocorreram foram insignificantes. França et al. (2011), verificaram perdas por gases média de 1,9% da MS, sendo inferiores aos valores de presente estudo que variaram de 2 a 5% sendo também estas consideradas baixas e que não afetaram a qualidade das silagens experimentais, em avaliação de quatro cultivares que foram: [BR 700 (porte médio, com tanino), 1F 305, 0369 267 e 0369 255 (porte alto, sem tanino)].

O volume do efluente produzido em um silo é influenciado principalmente pelo conteúdo de matéria seca da espécie forrageira ensilada e pelo grau de compactação, além de outros fatores (CASTLE & WATSON, 1973). O material que foi ensilado apresentava adequados teores de MS 372,90 (g/kg de MS), esse adequado teor de MS advindo com uma adequada compactação e vedação do silo proporcionou ambiente anaeróbico satisfatório para a ocorrência do processo fermentativo, apresentando qualidade de fermentação desse material. No caso as perdas por efluentes foram baixas com perda média de 4%, não acarretando prejuízos para o material ensilado. Segundo Ribeiro et al. (2010) as perdas por efluentes são devido a lixiviação de componentes solúveis, sendo direcionados para o interior do silo ocasionando perdas significativas de MS, PB e demais nutrientes quando estas ultrapassam 15% o que se é tolerável em média.

A RMS obtida nesse estudo apresentou valor médio de 96,53% considerados excelentes, pois quanto maior for esse valor maior será a quantidade de silagem aproveitável após a abertura do silo e que estão associados à baixa perda por gases. Segundo Pedroso et al. (2005), estas perdas podem representar até 98,4% da perda de MS, pois em casos de fermentações indesejáveis ocorrem perdas significativas através da produção de calor no interior do silo, CO_2 e produção de ácidos como butírico e o etanol que não conservam o material ensilado (SANTOS et al., 2008).

De acordo com a (Tab. 1), houve efeito ($P < 0,05$) para MS. Provavelmente, durante o processo de ensilagem, ocorreram perdas de água, mesmo não sendo significativo (VAN SOEST, 1994), o que pode explicar os valores maiores dos teores de MS nas silagens experimentais, devido a uma questão de concentração e pela própria inclusão do aditivo, este quando incluso ao material somou-se ao teor de MS do material juntamente com o teor de MS dos aditivos, nesse caso o inoculante microbiano e a ureia promoveram um pequeno aumento no teor de MS em relação ao teor de MS no

material original 372,90 (g/kg de MS) e conforme se adicionava os aditivos em separado ou associados esse teor também aumentava em comparação a silagem controle 385,74 (g/kg de MS).

Tabela 1 – Quantificação das perdas por gases (PG), perdas por efluentes (PE), recuperação da matéria seca (RMS) e matéria seca (MS) das silagens experimentais (% MS)

Variáveis	Tratamentos ¹				Média	CV (%)
	SS sem aditivo	SSI	SSU	SSIU		
PG	2,541a	2,086a	3,298a	4,390a	3,071	50,17
PE	5,202a	3,558a	4,960a	3,928a	3,403	63,44
RMS	96,938a	97,799a	96,205a	95,216a	96,535	1,71
MS	385,74b	395,34ab	408,92ab	410,75a	400,18	2,26

^{a, b, c} Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$); ¹Tratamentos: SS sem aditivo = Silagem de Sorgo sem aditivo; SSI = Silagem de Sorgo + Inoculante; SSU = Silagem de Sorgo + Ureia; SSIU = Silagem de Sorgo + Inoculante + Ureia; CV (%) = coeficiente de variação.

De acordo com os resultados dispostos na (Tab. 2) houve efeito ($P < 0,05$) sobre os valores de pH das silagens experimentais. As silagens controle e aditivadas com inoculante permaneceram com valores de pH semelhantes. O maior valor de pH apresentado de 4,21 pela silagem aditivada com ureia pode ser devido a ação tamponante deste aditivo que ao ser inserido no material ensilado a ureia é convertida em amônia formando o hidróxido de amônio que é considerado um ácido fraco, essa conversão ocorre pela enzima urease, que segundo Buettner et al. (1982) libera íons de amônio que ficam retidos na massa ensilada, causando um efeito tampão mesmo na presença de grande quantidade de ácido lático. Os resultados obtidos no presente estudo estão ligeiramente abaixo da faixa recomendada por McDonald (1991), que é entre 3,8 a 4,2, o que indicaria uma silagem de boa qualidade e processo fermentativo adequado.

Tabela 2 – Valores médios de pH de silagens de sorgo forrageiro tratadas com inoculante e ureia

Tratamentos ¹	pH	CV (%) ²
SS sem aditivo	3,78b	2,91
SSI	3,75b	2,95
SSU	4,21a	2,98
SSIU	3,71b	2,90
Média	3,86	ND ³

^{a, b, c} Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$). ¹Tratamentos: SS sem aditivo = Silagem de Sorgo sem aditivo; SSI = Silagem de Sorgo + Inoculante; SSU = Silagem de Sorgo + Ureia; SSIU = Silagem de Sorgo + Inoculante + Ureia; ²CV (%) = coeficiente de variação; ³ND = não determinado.

Conclusões

A utilização dos aditivos em conjunto e separadamente não promoveram benefícios com relação às perdas fermentativas das silagens. A aplicação do inoculante bacteriano não teve efeito consistente sobre as perdas e sobre a qualidade das silagens, em comparação a silagem sem aditivo.

Referências Bibliográficas

BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, C.R.; FEYERHERM, A.M.; URBAN, J.E.; AIMUTIS, W.R. Effects of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfafa and corn silages. *Journal of Dairy Science*, v. 75, p. 3066-3083, 1992.

BUETTNER, M.R.; LECHTENBERG, V.L.; HENDRIX, K.S. et al. Composition and digestion of ammoniated tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb) hay. **Journal of Animal Science**, v. 54, n. 1, p. 173-178, 1982.

CASTLE, M.E.; WATSON, J.N. The relationship between the M.D. content of herbage for silage making and effluent production. **Journal of the British Grassland Society**, v. 28, p. 135-138, 1973.

FERNANDES, F.E.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. et al. Ensilagem de sorgo forrageiro com adição de ureia em dois períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n.11, p. 2111-2115, 2009.

FRANÇA, A.F. DE S.; OLIVEIRA, R. DE P.; RODRIGUES, J. A.S. et al. Características fermentativas da silagem de híbridos de sorgo sob doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 3, 2011.

GUIM, A.; ANDRADE, P.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Estabilidade aeróbica de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) emurchecido e tratado com inoculante microbiano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2176-2185, 2002.

JOBIM, C.C. Produção e conservação de forragens. In: *I Curso de Atualização por Tutoria à Distância. Atualização da produção de bovinos de corte, 2002, Maringá. Anais...* Maringá: Universidade Estadual de Maringá/UEM, 2002. p.427-485.

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

NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, R.M. et al. Aditivos químicos utilizados em silagens. **Pesquisa aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, n. 2, 2010.

NUSSIO, L.G; SANTOS, M.C. Aditivos químicos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Leite DPA**, Goiânia, n. 63, p. 8-12, 2006.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C.A.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 61-67, 2010.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agrícola**, v. 62, p. 427-432, 2005.

RIBAS, M.N.; MACHADO, F.S. Produção de forragem utilizando híbridos de sorgo com capim Sudão (*S. bicolor* x *S. sudanense*). Embrapa Milho e Sorgo. **Sistema de Produção**, 2 ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 6ª edição, 2010.

RIBEIRO, L.S.O. **Torta de algodão e de mamona na ensilagem de capim-elefante**. 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado) apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB / Campus de Itapetinga – BA, 2010.

RODRIGUES, P.H.M.; SENATORE, A.L.; ANDRADE, J.J.T. et al. Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre a composição bromatológica e perfil fermentativo da silagem de sorgo produzida em silos experimentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n.6, p. 2372-2379, 2002.

SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B.; SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; RIBEIRO, J.L. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação, no valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 1555-1563, 2008.

SAS, 2010. SAS® User's guide: Statistics, Version 9.1 Edition. **SAS Institute Inc.**, Cary NC, USA.

SILVA, D.J. & QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3 ed. Viçosa-UFV, Imprensa Universitária, 2002. 235p.

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

ZANINE, A.M., SANTOS, E.M., DOREA, J.R.R. et al. Evaluation of elephant grass with addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2611-2616, 2010.