

SILAGEM DE MILHETO (*Pennisetum americanum*) COM INCLUSÃO DE GRÃOS DE SORGO E INOCULAÇÃO MICROBIANA¹

MARIA DA GRAÇA MORAIS^{2*}, CAMILA CELESTE BRANDÃO FERREIRA ÍTAVO², LUÍS CARLOS VINHAS ÍTAVO², RAQUEL BRAGA ROSA²

¹Recebido para publicação em 23/04/14. Aceito para publicação em 08/04/15.

²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campo Grande, MS, Brasil.

*Autor correspondente: camila.itavo@ufms.br

RESUMO: Objetivou-se avaliar a qualidade de silagens de milheto, confeccionadas com o uso de aditivos, por meio da avaliação de pH, composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Os tratamentos consistiram em milheto: com ou sem grãos de sorgo e com ou sem inoculante, em esquema fatorial (2x2). Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e DIVMS aumentaram com a inclusão de sorgo. O pH das silagens com sorgo e inoculadas foi menor que o das silagens de milheto controle. O teor de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e de fibra em detergente ácido (FDA) foi menor para a silagem com sorgo. A inoculação não influenciou a MS (23,76%) e DIVMS (48,90%). Houve interação entre inclusão de sorgo e inoculante para fibra em detergente neutro (FDN). A adição de grão de sorgo melhora as características da silagem, resultado de melhor conservação. O uso de inoculante reduz o pH, inibindo fermentações indesejáveis e proporcionando maiores teores de PB.

Palavras-chave: composição química, DIVMS, inoculante microbiano, parâmetros fermentativos, pH.

SORGHUM INCLUSION AND MICROBIAL INOCULATION IN MILLET SILAGE (*Pennisetum americanum*)

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the quality of millet silage produced with additives by evaluating pH, chemical composition and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD). The treatments consisted of millet with or without sorghum grains and with or without microbial inoculant in a factorial scheme (2x2). Dry matter content, crude protein content and IVDMD increased with sorghum inclusion. The pH of silage containing sorghum and microbial inoculant was lower than that of control millet silage. Acid detergent insoluble nitrogen and acid detergent fiber content were lower in silage containing sorghum. Microbial inoculation did not influence dry matter (23.76%) or IVDMD (48.9%). There was an interaction between sorghum inclusion and microbial inoculant for neutral detergent fiber. The addition of sorghum grain and microbial inoculant improves silage characteristics as a result of better preservation. The use of microbial inoculant reduces pH, inhibiting undesirable fermentation and increasing crude protein content.

Keywords: chemical composition, IVDMD, microbial inoculant, fermentation parameters, pH.

INTRODUÇÃO

O milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) tem sido explorado como alternativa de plantio em situações em que são necessárias características como resistência a seca, ampla adaptação e alta produção de massa de forragem (GUIMARÃES JR. et al., 2008). GUIMARÃES JR. et al. (2009) afirmaram que o milheto é uma gramínea de ciclo curto, com crescimento rápido, com boa capacidade de rebrota e alto valor nutritivo, além de boa tolerância ao estresse hídrico, o que permite o plantio na época conhecida como safrinha, após a colheita da soja, nos meses de fevereiro e março. Por tais motivos, o milheto tem sido utilizado com frequência para a produção de silagem. Inoculantes compostos por bactérias ácido-láticas têm sido utilizados como aditivos em silagens para a melhoria da eficiência de preservação, sendo que em alguns casos tem sido observado o efeito da inoculação da silagem sobre o desempenho dos animais (WEINBERG et al., 2007). Aditivos nutrientes, como o sorgo, são ingredientes alimentares que, quando adicionados ao material ensilado, contribuem significativamente para o atendimento das necessidades nutricionais dos animais (McDONALD, 1981). Objetivou-se avaliar o efeito da adição de grãos de sorgo e da inoculação microbiana na ensilagem de milheto, por meio de medidas de parâmetros de fermentação, composição química e digestibilidade *in vitro* da MS.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Paquetá, em Dourados, MS, Brasil, e na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em Campo Grande, MS, Brasil. Os tratamentos consistiram na ensilagem de milheto: (1) sem aditivos, (2) com inoculante bacteriano, (3) com inclusão de 5% de sorgo, com base da matéria natural, e (4) com inoculante bacteriano e 5% de sorgo, com base na matéria natural. O milheto comum, plantado na safrinha, foi colhido com colhedeira aos 60 dias de idade e processado em desintegradora, com martelos com crivos de 10 a 30 mm, com partículas médias de 20 mm. O inoculante foi adicionado após o processamento, de forma homogênea, por aspersão, de acordo com as recomendações do fabricante (100 g de inoculante para cada 50 t de material, diluído em 100 l de água), não sendo adicionada água nas silagens controle. O inoculante utilizado foi composto por *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus acidilactici* e enzimas. O grão de sorgo, sem processamento, foi adicionado

em 5% com base na matéria natural, e misturado ao milheto processado, antes da ensilagem. O material foi ensilado em silos experimentais de PVC (50 cm de comprimento e 100 mm de diâmetro), com capacidade de 3,0 kg e válvula do tipo "Bunsen", de forma a impedir a entrada de ar e permitir o livre escape dos gases da fermentação. Foram utilizados 15 silos por tratamento, totalizando 60 silos, mantidos à sombra, em temperatura ambiente, por 83 dias. Os silos foram pesados antes, após o enchimento e no momento da abertura, para cálculo da densidade do material ensilado e da silagem e das perdas. Após a abertura, determinou-se o pH, em água (SILVA e QUEIROZ, 2002), com base na diluição de nove gramas de silagem fresca em 60 ml de água destilada e leitura do pH após 30 minutos de repouso, e amostras foram retiradas, devidamente identificadas e congeladas para análises. Posteriormente, as amostras foram descongeladas, pré-secas em estufa de ventilação forçada, à 55°C, por 72 horas e trituradas em moinho do tipo Willey com crivos de 1 mm. Determinaram-se os teores de matéria seca (MS) e de nitrogênio total para obtenção da proteína bruta (PB), de acordo com AOAC (2000), pelos métodos 930.15, 976.05, respectivamente, e de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) (LICITRA et al., 1996). Análises de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas de acordo com VAN SOEST et al. (1991). As análises de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foram realizadas segundo TILLEY e TERRY (1963), com uso de líquido ruminal de dois bovinos machos castrados com fístulas ruminais, com peso médio de 480 ± 23 kg, mantidos em pastagens de *Brachiaria brizantha*.

Os dados foram arranjados em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2 (presença e ausência de aditivo bacteriano, presença e ausência de grãos de sorgo), com quinze repetições, totalizando 60 silos. Os dados foram avaliados por meio de análises de variância, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV, 2000). As médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de significância.

O modelo estatístico adotado foi:

$Y_{ijk} = \mu + I_i + S_j + IS_{ij} + e_{ijk}$, em que: Y_{ijk} é a observação k , referente a inoculação i , a inclusão de sorgo j , as interações inoculação x sorgo e ao erro aleatório associado a cada observação; μ é a constante geral; I_i é o efeito da inoculação i (1, sem inoculante; 2, com inoculante); S_j é o efeito da inclusão do sorgo j (1, sem sorgo; 2, com sorgo); IS_{ij} é o efeito da

interação entre a inoculação i e sorgo j; eijk é o erro aleatório associado a cada observação Yijk.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sorgo atuou como aditivo nutriente e absorvente (McDONALD, 1981). O teor de MS foi superior para silagens com sorgo, devido ao maior teor de MS dos grãos, os quais contribuíram para absorção da umidade presente no milheto e no ligeiro aumento do teor protéico das silagens (5,79 versus 5,97% PB) (Tabela 1).

COSTA *et al.* (2012) avaliaram a qualidade de silagens de milheto produzidas aos 57 dias após a semeadura e verificaram 25,91% de MS, superior aos 22,15% MS da silagem controle. A inclusão de sorgo favoreceu a obtenção de teor mínimo de MS, próximo de 25% de MS, preconizado por McDONALD (1981) de modo a garantir um bom processo de ensilagem do milheto, com prevenção de fermentações secundárias, o que pode ser verificado no menor pH. Os valores de pH foram próximos da faixa 3,8 a 4,2, considerada ideal (McDONALD, 1981). As perdas no processo de ensilagem estão dentro do limite das perdas inevitáveis, como as causadas pelo processo de respiração vegetal, citadas por McDONALD (1981), entretanto, a inoculação proporcionou menores perdas de massa no processo de ensilagem (Tabela 1). O teor de NIDA foi significativamente menor para a silagem com grãos de sorgo. Provavelmente, o aumento do teor de MS, ocasionado com adição do sorgo, contribuiu para melhor compactação e menor presença de oxigênio residual e consequentemente, menor aquecimento e redução

da produção de polímeros de aminoácidos e carboidratos da parede celular (ROTZ e MUCK, 1994).

O menor teor de FDA na silagem com sorgo (38,95% FDA), próximo aos 37,74% obtidos por Costa *et al.* (2012), foi devido provavelmente à diluição proporcionada pela adição do grão, já as silagens de milheto controle apresentaram 43,27% de FDA, próximos aos 43,63% obtidos por AMARAL *et al.* (2008), que estudaram silagens de milheto colhidas aos 70 dias após a semeadura. A DIVMS das silagens com sorgo foi superior a da silagem controle (51,30 versus 46,52%), possivelmente pela maior disponibilidade de energia aos microrganismos para a fermentação. QUEIROZ *et al.* (2008) verificaram DIVMS de 71,02%, o que pode estar relacionado ao maior teor protéico do milheto utilizado (16,32% de PB), acima do teor mínimo preconizado para bom funcionamento ruminal, de 7% PB (MINSON, 1990). No presente trabalho, o teor protéico médio foi de 5,88%, abaixo do mínimo preconizado. O teor de FDA foi menor para a silagem inoculada, o que pode estar relacionado à ocorrência de hidrólise ácida da celulose (ROTZ e MUCK, 1994; ÍTAVO *et al.*, 2006), assim como o NIDA.

O menor pH das silagens inoculadas concorda com ZOPOLLATO *et al.* (2009), que verificaram que em 33,3% dos dados avaliados houve redução de 1,07% no pH, valor próximo aos 1,34% de redução obtidos neste ensaio (Tabela 1), calculado pelo valor diferencial de resposta [$\Delta\%$ = (valor do tratado - valor do controle/valor do controle) x 100] (ZOPOLLATO *et al.*, 2009). Não houve efeito do inoculante sobre MS (23,76%) e DIVMS (48,90%), como em ÍTAVO *et al.* (2009), que relataram digestibilidade semelhante de silagens de grãos úmidos de milho e sorgo inoculadas ou não. HASSANAT *et al.* (2007) também

Tabela 1. Média, valor de probabilidade e erro padrão da média para os teores de nutrientes, pH, perdas e digestibilidade de silagens de milheto em função da inclusão de sorgo e inoculação

Item ^a	Sorgo		Inoculante		Valor P ^b			EPM ^c
	0%	5%	sem	com	S	I	SxI	
MS (%)	22,15	25,38	24,38	23,14	0,0006	0,1700	0,0886	0,061
pH	3,72	3,69	3,73	3,68	0,0005	0,0001	0,4282	0,001
Perdas (g/kg)	12,09	11,63	13,56	10,13	0,4685	0,0001	0,4547	0,628
PB (% MS)	5,79	5,97	5,61	6,15	0,0466	0,0001	0,5719	0,011
NIDA(% N total)	37,38	30,30	27,98	29,7	0,0356	0,2105	0,6319	0,102
FDA (%MS)	43,27	38,95	41,82	40,41	0,0001	0,0027	0,0777	0,031
DIVMS (%MS)	46,52	51,30	48,89	48,91	0,0039	0,9906	0,2757	0,056

^aMS=materia seca, PB=proteína bruta, NIDA=nitrogênio insolúvel em detergente ácido, FDA=fibra em detergente ácido, DIVMS=digestibilidade *in vitro* da matéria seca. S, I e SxI=efeitos relativos a inclusão de sorgo, inoculação e sua interação, respectivamente, teste Tukey. ^cEPM=erro padrão da média.

não verificaram efeito do inoculante em silagens de milho sobre a composição química das silagens, sendo que a cultivar comum apresentou 20,5% de MS, 36,8% de FDA, 16,3% de PB, 75,0% de DIVMS e 62,0% de FDN.

Houve interação entre inoculante e sorgo para o teor de FDN das silagens de milho. Não houve efeito do inoculante sobre o teor de FDN (67,17%) da silagem de milho sem adição de sorgo (Tabela 2). Para a silagem com sorgo, o teor de FDN foi menor com adição de inoculante, o que sugere a ocorrência de reações de Maillard, com complexação da hemicelulose. As médias de FDN foram com a inclusão de 5% de sorgo, independente da inoculação microbiana. Houve interação entre inoculante e sorgo para a densidade no momento da ensilagem e para a densidade das silagens de milho. As maiores densidades foram obtidas com a inclusão de grãos de sorgo e com a inoculação (Tabela 2). A inoculação, quando comparada à silagem de milho controle, foi importante para o aumento da densidade na ensilagem, assim como a inclusão de grãos de sorgo.

Tabela 2. Médias e desvio padrão da média para os teores de fibra em detergente neutro, densidade do material no momento da ensilagem e densidade da silagem, em função da interação entre inclusão de sorgo e inoculação

Inclusão de Sorgo Grão	Sem inoculante	Com inoculante
	Fibra em detergente neutro (% MS)	
0%	67,60 ± 2,37 Aa	66,73 ± 2,34 Aa
5%	62,46 ± 2,19 Ba	59,17 ± 2,07 Bb
	Densidade do material no momento da ensilagem (kg/m ³)	
0%	423,11±28,44 d	526,96±45,02 c
5%	564,23±44,31 b	600,02±24,77 a
	Densidade da silagem (kg/m ³)	
0%	417,18±28,19 d	521,63±44,84 c
5%	556,76±42,46 b	593,92±24,65 a

Médias na coluna, seguidas por letras maiúsculas diferentes, ou na linha, seguidas por letras minúsculas distintas diferem pelo teste Tukey (P<0,05).

De acordo com ZOPOLLATTO *et al.* (2009), o sucesso no uso de aditivos microbiológicos em silagens depende da habilidade da bactéria inoculada em crescer rapidamente na massa ensilada, da presença de substrato e da população de bactérias inoculadas

em relação à população epífita da forragem, o que pode estar relacionado aos resultados verificados neste ensaio.

CONCLUSÃO

A adição de 5% de grãos de sorgo melhora a qualidade e a densidade da silagem de milho. O uso de inoculante bacteriano aumenta a densidade e reduz o pH da silagem, diminui perdas e proporciona maiores teores de proteína bruta.

AGRADECIMENTO

Ao CNPq pela concessão de bolsa de produtividade em pesquisa ao segundo e terceiro autores.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, P.N.C.; EVANGELISTA, A.R.; SALVADOR, F.M.; PINTO, J.C. Qualidade e valor nutritivo da silagem de três cultivares de milho. *Ciência Agrotécnica*, v.32, p.611-617, 2008.
- AOAC - ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of international*. 17th ed. Gaithersburg: AOAC, 2000.
- COSTA, K.A.P.; GUERRA FILHO, I.A.; ASSIS, R.L.; GUIMARÃES, K.C.; CRUVINEL, W.S.; EPIFÂNIO, P.S.; GOUVEIA, R.R. Silage quality of pearl millet cultivars produced in different cutting ages. *Semina: Ciências Agrárias*, v.33, p.1189-1198, 2012.
- GUIMARÃES JR., R.; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R.; TOMICH, T.R.; PIRES, D.A.A.; JAYME, D.G.; SOUSA, L.F. Cinética de fermentação ruminal de silagens de milho. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, p.1174-1180, 2008.
- GUIMARÃES JR., R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. *Utilização do milho para produção de silagem*. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2009. 30p.
- HASSANAT, F.; MUSTAFA, A.F.; SEGUIN, P. Effects of inoculation on ensiling characteristics, chemical composition and aerobic stability of regular and brown midrib millet silages. *Animal Feed Science and Technology*, v.139, p.125-140, 2007.
- ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAIS, M.G.; ÍTAVO, L.C.V.; SOUZA, A.R.D.L.; DAVY, F.C.A.; ALBERTINI, T.Z.; COSTA, C.C.; LEMPP, B.; JOBIM, C.C. Padrão de fermentação e composição química de silagens de grãos úmidos de milho e sorgo submetidas ou não a inoculação microbiana. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, p.655-664, 2006.

- ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAIS, M.G.; ÍTAVO, L.C.V.; SOUZA, A.R.D.L.; DAVY, F.C.A.; BIBERG, F.A.; ALVES, W.B.; SANTOS, M.V. Consumo e digestibilidade de nutrientes de dietas com silagens de grãos úmidos de milho ou sorgo, em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, p.452-459, 2009.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- MCDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley, 1981. 207p.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. cap.2, p.9-58.
- QUEIROZ, D.S.; SANTANA, S.S.; MURÇA, T.B.; SILVA, E.A.; VIANA, M.C.M.; RUAS, J.R.M. Cultivares e época de semeadura de milheto para produção de forragem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v 13, p 318-329, 2012.
- ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY JR., G.C.; COLLINS, M.; MERTENS, D.R. **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 828-868.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.
- UFV - UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **SAEG Sistema de análises estatísticas e genéticas: versão 8.0**. Viçosa, MG: UFRV, 2000. 150p. (Manual do usuário).
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- WEINBERG, Z.G.; SHATZ, O.; CHEN, Y.; YOSEF, E.; NIKBAHAT, M. BEN-GHEDALI, D.; MIRON, J. Effect of lactic acid bacteria inoculants on in vitro digestibility of wheat and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.4754-4762, 2007.
- ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J.L.P.; NUSSIO, L.G. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.170-189, 2009.