

Valor nutritivo da silagem de sorgo tratada com inoculantes enzimo-microbianos

Paulo Henrique Mazza Rodrigues*, Ana Lúcia Senatore, Carlos de Sousa Lucci, Stefano Juliano Tavares de Andrade, Felix Ribeiro de Lima e Laércio Melotti

Departamento de Nutrição e Produção Animal, Universidade de São Paulo/FMVZ, Av. Duque de Caxias Norte, 225, 13630-000, Pirassununga, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: pmazza@usp.br

RESUMO. Estudos com inoculação microbiana da silagem de sorgo são escassos na literatura. O experimento teve o objetivo de avaliar os efeitos da inoculação microbiana e enzimática sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo em ovinos. Distribuíu-se oito animais machos, castrados em um delineamento em "cross-over" com dois sub-períodos sucessivos (oito animais/tratamento). Os tratamentos corresponderam a silagem de sorgo (média de 28,9% de MS e 7,7% de PB) controle ou inoculada com o produto Sil-All (*S. faecium*, *P. acidilactici*, *L. plantarum*, amilase, hemicelulase e celulase) e cada sub-período experimental teve duração total de vinte e um dias, sendo os cinco últimos destinados à coleta de fezes e urina. Silagens inoculadas e controle não diferiram para a digestibilidade total da MS (inoculada = 54,1% vs. controle = 52,2%), PB (36,9% vs. 36,2%), ENN (56,7% vs. 53,9%), FB (55,8% vs. 53,7%), FDN (48,8% vs. 46,5%), FDA (48,1% vs. 44,3%), amido (93,1% vs. 93,3%), NDT (52,7% vs. 50,2%), retenção nitrogenada (-1,4 vs. -1,8 g de N/animal/dia) ou consumo de MS (1,72 vs. 1,64% do PV), mas a inoculação tendeu ($P=0,0522$) em diminuir a digestibilidade do EE (66,8% vs. 69,6%).

Palavras-chave: bactérias lácticas, digestão, ensilagem, ovinos, *Sorghum bicolor*.

ABSTRACT. Nutritive value of sorghum silage inoculated with lactic acid bacteria and enzymes. Studies about microbial inoculation of sorghum silage are scarce. The objective of the experiment was to evaluate the effects of microbial inoculated sorghum silage in total digestibility in ovines. Eight male sheep were assigned to a crossover design in two periods (8 animals/treatment). The treatments were: sorghum silage (28.9% DM and 7.7% CP, on average) control or microbial inoculated with Sill-All product (*S. faecium*, *P. acidilactici*, *L. plantarum*, amylases, hemicellulases and cellulases). Each period extended for twenty-one days, the last five used for feces and urine collection. Inoculated or control silages did not differ for total digestibility of DM (inoculated = 54.1% vs. control = 52.2%), CP (36.9% vs. 36.2%), FNE (56.7% vs. 53.9%), CF (55.8% vs. 53.7%), NDF (48.8% vs. 46.5%), ADF (48.1% vs. 44.3%), starch (93.1% vs. 93.3%), TDN (52.7% vs. 50.2%), N retention (-1.4 vs. -1.8g of N/animal/day) or DM intake (1.72% vs. 1.64% of BW), but inoculation tended ($p=0.0522$) to decrease digestibility of EE (66.8% vs. 69.6%).

Key words: lactic acid bacteria, digestion, ensiling, sheep, *Sorghum bicolor*.

Introdução

O sorgo é uma planta que pode ser comparada ao milho em relação ao seu valor agrônomico e nutritivo. Assim sendo, o sorgo aparece como uma alternativa interessante, uma vez que é mais resistente à seca, dada a sua capacidade de recuperar-se e produzir grãos após um período de estiagem. Isto reflete em maior produção de matéria seca em áreas de solo menos fértil, quando comparado ao milho. Além disso, como seu sistema radicular se conserva após a colheita para ensilagem, o sorgo é

capaz de rebrotar e produzir até 60% da matéria seca do primeiro corte (Meeske *et al.*, 1983; Zago, 1991).

Os vários aditivos existentes no mercado vêm sendo extensivamente estudados pela comunidade científica através dos resultados obtidos com seu uso, em termos de preservação e fermentação da silagem, além das respostas no desempenho animal. De maneira geral, os aditivos compostos por culturas de bactérias produtoras de ácido láctico deveriam ter capacidade comprovada para redução de perdas de matéria seca, aumento da qualidade higiênica, limitação de fermentações secundárias, aumento da

estabilidade aeróbia e do valor nutritivo da silagem (Henderson, 1993). No entanto, os efeitos do uso de aditivos microbianos, seja sobre a fermentação, composição da silagem ou desempenho animal, estão condicionados ao tipo de inoculante e sua atividade biológica, à quantidade aplicada e ao tipo de forragem em conteúdo de matéria seca e composição química (Harrison e Blauwiekel, 1994). Já o emprego de celulase, hemicelulase e amilase, através da quebra dos polissacarídeos da parede celular e do amido dos grãos, aumentam a disponibilidade de açúcares para a fermentação pelos lactobacilos, o que melhora a utilização animal das silagens (Muck, 1988; Cleale et al., 1990; Chen et al., 1994). Entretanto, nem sempre a resposta a estes aditivos, incluídos em conjunto ou isoladamente, é consistente ou os resultados estatisticamente significativos (Shockey et al., 1985; Luther, 1986; Bolsen et al., 1992; Chen et al., 1994; Eichelberger et al., 1997).

Os objetivos do presente estudo foram avaliar a influência da inoculação enzimo-bacteriana sobre a digestibilidade aparente *in vivo* e consumo voluntário da silagem da planta do sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench (Poaceae).

Material e métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Campus de Pirassununga, Estado de São Paulo).

Procedeu-se o plantio da cultura de sorgo (Agrocere 2005-E) no dia 21/01/98. Esta foi cortada aos 93 dias de crescimento, em estágio farináceo mole, e picada em fragmentos de tamanho teórico médio de partícula de 1,1 cm, segundo metodologia proposta por Heinrichs (1996). Depois de pesado, o material foi armazenado em 16 silos, confeccionados a partir de barris plásticos com capacidade de 200 litros (aproximadamente 90 cm de altura e 54 cm de diâmetro). Estes eram revestidos internamente com sacos plásticos transparentes com fim de evitar a penetração de ar que poderiam ocorrer pelas bordas da tampa. Os tratamentos foram dois, um controle e outro com adição do inoculante comercial Sil-All (Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda.). Segundo as recomendações do fabricante, o produto fornece $8,0 \cdot 10^5$ unidades formadoras de colônia (*S. faecium*, *L. plantarum* e *P. acidilactici*) por grama de forragem, além de conter hemicelulases, celulases e amilases.

Adotou-se uma densidade de compactação de 350 kg de silagem/m³ (70 kg de massa úmida por silo de 200 litros), uma vez que essa foi a máxima densidade conseguida para esta cultura, devido a

baixa densidade do material, provavelmente em virtude da baixa proporção em grãos. Os silos foram mantidos fechados por 325 dias em local abrigado.

Para avaliação da digestibilidade aparente foram utilizados oito ovinos deslanados jovens, machos castrados, da raça Santa Inês, com peso vivo médio de 33,45 quilos (desvio padrão de $\pm 0,97$) ao início do experimento. Os animais foram mantidos em gaiolas metabólicas, providas de cocho e bebedouro individuais, sendo os mesmos arreados com bolsas coletoras. Estes foram distribuídos em um delineamento em reversão simples com sequência balanceada (*cross-over*) com dois sub-períodos de coletas (oito repetições por tratamento).

As dietas foram compostas exclusivamente das silagens de sorgo testadas (Tabela 1), adicionadas de 5 g de sal branco (NaCl) e 5 g de suplemento mineral/animal/dia, fornecidas em duas refeições, às 8h e 16h. O consumo durante o período de coleta de fezes foi restrito a 80% do *ad libitum* durante o período de adaptação. O suplemento mineral apresentava a seguinte composição por kg de produto: 146 g de Ca, 90 g de P, 14 g de Mg, 15 g de S, 105 g de Na, 4.800 mg de Zn, 1.500 mg de Cu, 1.200 mg de Mn, 2.300 mg de Fe, 150 mg de Co, 180 mg de I, 18 mg de Se, 900 mg de F (máximo).

Tabela 1. Composição química das silagens de sorgo, com base na matéria seca

Silagem	MS ¹ (%)	PB (%)	EE (%)	MM (%)	FB (%)	FDN (%)	FDA (%)	Amido (%)	Ca (%)	P (%)
Controle	29,01	7,68	2,27	5,62	31,44	64,29	40,88	7,20	0,45	0,15
Inoculada	28,70	7,72	2,04	5,25	30,50	64,12	42,05	6,22	0,41	0,15

¹MS: porcentagem de matéria seca, PB: proteína bruta, EE: extrato etéreo, MM: matéria mineral, FB: fibra bruta, FDN: fibra em detergente neutro, FDA: fibra em detergente ácido, Ca: cálcio, P: fósforo

O experimento teve duração total de quarenta e dois dias, sendo que em cada sub-período a mensuração do consumo foi realizada entre o 9º e o 13º dias, a restrição alimentar instituída entre o 14º e o 21º dias e a coleta de fezes, urina e ingredientes da dieta para avaliação da digestibilidade *in vivo* e retenção nitrogenada entre o 17º e o 21º dias.

As coletas de fezes, obtidas das bolsas coletoras, foram realizadas uma vez ao dia e unidas para formar uma amostra composta. Após serem pesadas, uma amostra de 10% foi armazenada a -15°C até a realização das análises. A urina foi coletada diariamente em baldes plásticos contendo 50 mL de ácido clorídrico concentrado 1:1. Uma amostra composta referente a 5% do total produzido foi armazenada a 5°C até o momento de realização das análises. As análises bromatológicas de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e matéria mineral (MM) foram realizadas

segundo AOAC (1980) e de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) segundo Goering e Van Soest (1970). Para a análise de FDN foi omitido o sulfito de sódio, mas adicionada a α -amilase. A concentração de amido foi avaliada segundo Pereira e Rossi (1995), modificando esta metodologia para a prévia extração dos carboidratos solúveis segundo metodologia proposta por Hendrix (1993).

A análise de variância separou como causas de variação efeito de inoculante e efeito de período amostral. Adotou-se o nível de significância de 5%, exceto quando especificado.

Resultados e discussão

A digestibilidade da silagem de sorgo, bem como o valor de NDT (Tabela 2), apresentaram valores menores que o esperado para essa forrageira (NRC, 1989), uma vez que a cultura sofreu ataque de pássaros. No momento do corte, observou-se pequena quantidade de grãos, fato que é demonstrado pelos altos teores em fibra e baixos teores em amido apresentados na Tabela 1. A baixa disponibilidade de energia e baixa concentração de proteína observadas na silagem de sorgo e utilizada como alimento exclusivo no presente experimento, aliadas ao estresse do confinamento nas gaiolas, resultaram em balanço nitrogenado negativo, com perda de aproximadamente 1,6 gramas de nitrogênio/animal/dia, independentemente do tipo de silagem testada. É possível que a baixa concentração em proteína observada na dieta tenha limitado a digestão ruminal da fibra. Porcentagem de 7,7% de PB observada na silagem de sorgo aqui testada é compatível com o valor médio de 9,1% e desvio padrão igual a 2,6 unidades percentuais de PB reportados pelo NRC (2001) a partir de 1168 amostras analisadas.

A adição de inoculantes à silagem de sorgo não alterou a digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, extrativos não nitrogenados, fibra bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e amido, bem como os nutrientes digestíveis totais. A retenção nitrogenada também não foi alterada, fossem os dados expressos em gramas de N/dia ou em porcentagem do N absorvido. Observou-se apenas tendência ($p=0,0522$) da silagem inoculada apresentar menor digestibilidade do extrato etéreo, em relação à silagem controle. A diminuição da digestibilidade do extrato etéreo, da ordem de 4,0% (2,8 unidades percentuais), apresentada pela silagem inoculada não foi capaz de causar reflexos sobre os valores de NDT.

Tabela 2. Digestibilidade aparente da matéria seca da dieta e suas frações, valores de NDT e retenção nitrogenada obtidas com silagens de sorgo em ovinos

Variável ¹	Tratamentos		Média	CV	Prob.
	Controle	Inoculada			
MS (%)	52,24	54,05	53,14	7,04	NS
PB (%)	36,21	36,92	36,57	21,30	NS
EE (%)	69,59	66,79	68,19	6,78	0,0522
ENN (%)	53,93	56,69	55,31	9,71	NS
FB (%)	53,67	55,84	54,75	10,95	NS
FDN (%)	46,49	48,84	47,67	11,15	NS
FDA (%)	44,28	48,12	46,20	10,60	NS
Amido (%)	93,28	93,08	93,18	3,48	NS
NDT (%)	50,52	52,69	51,61	7,59	NS
RN (g)	-1,77	-1,41	-1,59	66,43	NS
RN (%)	-107,94	-112,32	-110,13	90,71	NS

¹MS: digestibilidade da matéria seca (%), PB: proteína bruta (%), EE: extrato etéreo (%), ENN: extrativos não nitrogenados (%), FB: fibra bruta (%), FDN: fibra em detergente neutro (%), FDA: fibra em detergente ácido (%), NDT: nutrientes digestíveis totais (%), RN(g): retenção nitrogenada (g de N/dia), RN(%): retenção nitrogenada (em porcentagem do N absorvido/dia), CV: coeficientes de variação (%), Prob: probabilidades estatísticas, NS: não significativo

Embora alguns pesquisadores (Meeske *et al.*, 1983; Sanderson, 1993) tivessem observado aumentos na produção de ácido lático, com consequente queda no pH, de silagens de sorgo tratadas com inoculantes enzimo-microbianos ou microbianos, os estudos realizados *in vivo* para avaliação dos efeitos da inoculação microbiana e/ou enzimática sobre o valor nutritivo da silagem desta forrageira encontrados na literatura são bastante escassos. Discordando dos resultados do presente experimento, Wiedwald *et al.* (1991) observaram aumento da digestibilidade aparente da MS, PB, FDN e FDA ao utilizarem bactérias lácticas para inocular silagem de sorgo oferecida a vacas holandesas submetidas a estresse calórico.

Entretanto, concordando com os resultados aqui encontrados, Sanderson (1993) também não observou efeitos da inoculação microbiana (*Lactobacillus plantarum* e *Streptococcus faecium*) sobre a digestibilidade *in vitro* da FDN e FDA da silagem de sorgo, ensilada por 30 ou 160 dias de duração. Da mesma forma, Rodriguez *et al.* (1996) também não observaram efeitos da inoculação microbiana, inoculação enzimática, ou associação da inoculação microbiana e enzimática sobre a digestibilidade *in vitro* da MS da silagem de sorgo cortada em dois diferentes estádios de crescimento.

Os dados de consumo dos animais submetidos à silagem controle e inoculada encontram-se na Tabela 3. A adição de inoculantes à silagem de sorgo não alterou o consumo de matéria seca, matéria seca digestível ou de nutrientes digestíveis totais, fossem os dados expressos em gramas/dia ou em porcentagem do peso vivo. A baixa disponibilidade de energia e baixa concentração de proteína na silagem podem explicar o baixo consumo de matéria seca, que em média foi de 1,7% do peso vivo, uma

vez que não foi possível detectar sensorialmente fermentações indesejáveis em qualquer das silagens testadas. Ambas silagens não apresentaram bolores, áreas apodrecidas ou odores indesejáveis.

Tabela 3. Consumos de matéria seca obtidos com silagens de sorgo em ovinos

Variável ¹	Tratamentos		Média	CV	Prob.
	Controle	Inoculada			
CMS (g/d)	512,28	530,90	521,59	14,77	NS
CMS (%PV)	1,64	1,72	1,68	15,42	NS
CMSD (g/d)	266,79	287,70	277,24	16,44	NS
CMSD (%PV)	0,854	0,933	0,894	17,84	NS
CNDT (g/d)	258,34	280,89	269,61	17,62	NS
CNDT (%PV)	0,826	0,913	0,870	19,52	NS

¹CMS: consumo de matéria seca, CMSD: consumo de matéria seca digestível, CNDT: consumo de nutrientes digestíveis totais, expresso em g/animal/dia (g/d) ou porcentagem do peso vivo (%PV), CV: coeficientes de variação (%), Prob: probabilidades estatísticas, NS: não significativo

A ausência de efeitos sobre o consumo ou valor nutritivo das silagens justifica a afirmação de Bolsen et al. (1989) de que os resultados alcançados com a inoculação microbiana de silagens tem sido bastante variáveis. E que além de estarem condicionados ao tipo de inoculante e sua atividade biológica, à quantidade aplicada e ao tipo de forragem em conteúdo de matéria seca e composição química, como postulado por Harrison e Blauwikel (1994), podem ainda estar ligados à contagem da população epifítica encontrada na forrageira a ser ensilada (Sanderson, 1993).

Conclusão

Conclui-se, portanto, que não é possível recomendar a utilização do inoculante Sil-All para inoculação da silagem de sorgo com baixa proporção de grãos, uma vez que a inoculação com esse produto não melhorou o valor nutritivo, nem aumentou o consumo de matéria seca, quando comparado à silagem não inoculada.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) pelo financiamento do projeto, aos funcionários Everson Lázaro e Gilmar Botteon pelo cuidado com os animais e aos técnicos Ari de Castro, Gilson de Godoy e Simi Robassini pelas análises laboratoriais.

Referências

AOAC-ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. Washington: AOAC, 1980.

BOLSEN, K.K. et al. Effect of commercial inoculants on fermentation of 1987 and 1988. *Kansas silage crops*. Des Moines: Pioneer Hi-Bred Int., 1989. p.1.

BOLSEN, K.K. et al. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfafa and corn silages. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 75, n. 11, p. 3066-3083, 1992.

CHEN, J. et al. Effects of enzyme-inoculant systems on preservation and nutritive value of haycrop and corn silage. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 77, n. 2, p. 501-512, 1994.

CLEALE, R.M. et al. Effect of inoculation of whole plant corn forage with *Pediococcus acidilactili* and *Lactobacillus xylosus* on preservation of silage and heifer growth. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 73, n. 3, p. 711-718, 1990.

EICHELBERGER, L. et al. Efeitos da inclusão de níveis crescentes de forragem de soja e uso de inoculantes na qualidade da silagem de milho. *R. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 867-874, 1997.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. *Forage fiber analysis: apparatus, reagents, procedures and some applications*. Washington: Agricultural Research Service, 1970.

HARRISON, J. H.; BLAUWIEKEL, R. Fermentation and utilization of grass silage. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 77, n. 10, p. 3209-3235, 1994.

HEINRICHS, J. *Evaluating particle size of forages and TMRs using the Penn State Particle Size Separator*. Philadelphia: The Pennsylvania State University, 1996.

HENDERSON, N. Silage additives. *Anim. Feed Sci. Tech.*, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 35-56, 1993.

HENDRIX, D.L. Rapid extraction and analysis of nonstructural carbohydrates in plant tissues. *Crop Sci.*, Madison, v. 33, n. 6, p. 1306-1311, 1993.

LUTHER, R.M. Effect of microbial inoculation of whole plant corn silage on chemical characteristics, preservation and utilization by steers. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 63, n. 5, p. 1329-1336, 1986.

MEESKE, R. et al. Ensiling forage sorghum at two stages of maturity with the addition of lactic acid bacterial inoculants. *Anim. Feed Sci. Tech.*, Amsterdam, v. 43, n. 3, p. 165-175, 1983.

MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 71, n. 13, p. 2992-3002, 1988.

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 6 ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1989.

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7 ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2001.

PEREIRA, J.R.A.; ROSSI, P. *Manual prático de avaliação nutricional de alimentos*. Piracicaba: FEALQ, 1995.

RODRIGUEZ, A.A. et al. Efecto de aditivos para ensilaje y duracion de exposicion aerobica sobre la degradabilidad *in vitro* y recuperacion de materia seca de sorgo forrajero ensilado em dos estados de madurez. *Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal*, Chapingo, v. 4, n. 2, p. 91-100, 1996.

SANDERSON, M.A. Aerobic stability and *in vitro* digestibility of microbially inoculated corn and sorghum silages. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 71, n. 2, p. 505-514, 1993.

SHOCKEY, W.L. *et al.* Effects of microbial inoculant on fermentation of alfafa and corn. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 68, n. 10, p. 3076-3080, 1985.

WIEDWALD, C. *et al.* Factors influencing utilization of sorghum silage for lactating dairy cattle under heat stress. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 74(Supl. 1), p. 148, 1991.

ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para a produção de silagem de alto valor nutritivo. *In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS*, 4, 1991, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1991. p.169-213.

Received on December 21, 2001.

Accepted on April 26, 2002.