

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado de Pós-Graduação em Zootecnia**

THAIS FIGUEIREDO PEREIRA

**VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE SORGO REENSILADA APÓS
EXPOSIÇÃO AO AR UTILIZANDO INOCULANTE BACTERIANO**

**BELO HORIZONTE
2018**
Thais Figueiredo Pereira

THAIS FIGUEIREDO PEREIRA

**VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE SORGO REENSILADA APÓS
EXPOSIÇÃO AO AR UTILIZANDO INOCULANTE BACTERIANO**

Dissertação apresentada ao Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia

Área de Concentração: Nutrição Animal

Orientador: Prof. Diogo Gonzaga Jayme

**BELO HORIZONTE
2018**
Thais Figueiredo Pereira

P436v Pereira, Thaís Figueiredo - 1987
Valor nutritivo da silagem de sorgo reensilada após exposição ao ar utilizando inoculante bacteriano/
Thaís Figueiredo Pereira - 2018

32p.: il.


Orientador: Diogo Gonzaga Jayme

Dissertação de Mestrado apresentado a Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais.

1 - Sorgo - Teses - 2 - Reensilagem - Teses - 3- Dieta - Teses - I - Jayme, Diogo Gonzaga-
II - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária – III – Título

CDD – 636.089

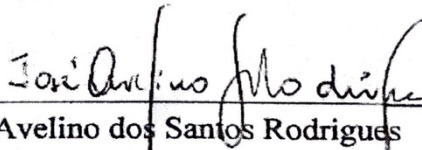
Tese defendida e aprovada em 26 de fevereiro de 2018
Comissão examinadora:



Prof. Diogo Gonzaga Jayme
Orientador



Prof. Lúcio Carlos Gonçalves



José Avelino dos Santos Rodrigues

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA

REVISÃO DE LITERATURA.....	4
Introdução.....	4
Reensilagem.....	5
Inoculantes.....	6
Consumo e Digestibilidade.....	9
REFERÊNCIAS.....	11

CAPÍTULO II – ARTIGO

VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE SORGO REENSILADA APÓS EXPOSIÇÃO AO AR UTILIZANDO INOCULANTE BACTERIANO.

INTRODUÇÃO.....	16
MATERIAL E MÉTODOS.....	17
RESULTADOS.....	18
DISCUSSÃO.....	22
CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição e características da fermentação das silagens de sorgo tratadas com inoculantes e reensiladas.....30

Tabela 2 - Consumo de matéria seca e dos nutrientes de silagens de sorgo tratadas com inoculantes e reensiladas.....31

Tabela 3 - Digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes de silagens de sorgo tratadas com inoculantes e reensiladas.....32

LISTA DE ABREVIATURAS

BAL = Bactérias ácido lácticas
CNF = Carboidratos Não Fibrosos
CV= Coeficiente de Variação
DIVMS = Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca
DNA= ácido desoxirribonucléico
EE = Extrato Etéreo
FDA = Fibra em Detergente Ácido
FDN = Fibra em Detergente Neutro
I = Inoculante
LP = *Lactobacillus plantarum*
MS = Matéria Seca
N = Nitrogênio
NS = Não Significativo
PA = *Propionobacterium acidipropionici*
PB = Proteína Bruta
RNA= ácido ribonucléico
RE = Re-ensilagem
SIL = Silagem

CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA

REVISÃO DE LITERATURA

Introdução

A estacionalidade na produção forrageira e a necessidade de se manter a produtividade animal elevada durante todo o ano justifica a adoção de práticas de conservação de forragens (Valente, 1997), estratégia que ocasiona grande impacto e viabiliza a continuidade das atividades pecuárias (Cabral et al., 2002). O principal método de preservação de volumoso no Brasil é a ensilagem (Bernardes e Rego, 2014) que é baseada na fermentação de carboidratos solúveis da forragem em ácidos orgânicos, principalmente em ácido lático, pelas bactérias epífitas, em condições de anaerobiose (Oliveira et al., 2017). O abaixamento de pH pelo acúmulo desses ácidos inibe a deterioração e o crescimento de micro-organismos patogênicos, conservando, portanto, o valor nutricional do material ensilado (Ogunade et al., 2016).

Devido à elevada capacidade de resistência à seca, fator limitante à cultura do milho, o sorgo é escolha de muitos produtores para utilização no período de estiagem (Marsalis et al. 2010). Além disso, essa cultura apresenta facilidade de cultivo, rendimentos elevados, boa qualidade e capacidade de rebrote, características favoráveis à produção de silagem.

A ensilagem presdispõe rotineiramente a perdas de nutrientes, pois eventuais erros ao longo de seu processo, como má compactação da forrageira no silo e vedação inadequada do material, ocasionam prejuízos no processo fermentativo, a exemplo do aumento da proteólise e do desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, além de fungos e leveduras. Uma vez que a compra de silagem tem se transformado em prática rotineira no país, é importante avaliar as perdas nutricionais que ocorrem durante a reensilagem, a fim de avaliar a viabilidade do processo dos pontos de vista qualitativo e econômico.

Segundo Kung Jr. (2008), outros fatores influenciam o processo de fermentação da silagem, que ocorre de maneira natural em condições anaeróbicas. A fermentação rápida está associada ao número e ao tipo de bactérias ácido lácticas (BAL) presentes na planta e também ao teor de matéria seca (MS), à capacidade tamponante da cultura e ao

35 conteúdo de açúcares fermentáveis disponíveis.
36 Dessa forma, uma das alternativas estudadas para minimizar as perdas qualitativas
37 ocorridas pela exposição ao ambiente atmosférico e à consequente fermentação
38 inadequada, é a utilização de inoculantes microbianos na silagem. As BAL
39 heterofermentativas, como a *Lactobacillus plantarum*, e as bactérias propiônicas, como
40 as do gênero *Propionibacterium* spp., têm sido alvo de pesquisas para se demonstrar o
41 efeito combinado desses agentes na preservação da forrageira (Filiya et al., 2004; Oliveira
42 et al., 2017). No entanto, alguns pesquisadores acreditam que as silagens de sorgo não
43 apresentam boa resposta quando inoculadas com BAL, uma vez que apresentam boa
44 quantidade de carboidratos solúveis, elevada concentração de bactérias epífitas e boa
45 capacidade tamponante (Carvalho et al., 2014).

46 Diante do exposto, a necessidade de maiores estudos sobre a reensilagem e o uso
47 de inoculantes nas silagens de sorgo torna-se relevante, pois contribuem para garantir
48 eficácia na produtividade e qualidade do produto final. Para se quantificar o real valor
49 nutritivo da silagem de sorgo inoculada com micro-organismos ou reensilada, porém, é
50 fundamental mensurar sua composição bromatológica bem como a taxa de consumo e de
51 digestibilidade da forrageira pelo animal.

52 **Reensilagem**

53 A reensilagem, ou realocação de silagem, consiste no descarregamento, no
54 transporte, na recompactação e na vedação do material de uma propriedade à outra. No
55 entanto, é sabido que a exposição do volumoso ao ar atmosférico ocasiona deterioração
56 aeróbica e consequentes perdas de valor nutritivo e quedas na rentabilidade (Tabacco,
57 2011). Em climas quentes, a perda de matéria seca durante esse processo pode chegar à
58 20% em silagens de milho e de sorgo (Borreani and Tabacco, 2009; Schmidt and Kung,
59 2010).

60 As maiores perdas estão relacionadas à ação de fungos e de leveduras sobre a
61 silagem. Após exposição ao oxigênio, esses micro-organismos se tornam
62 metabolicamente ativos, produzem calor, consomem ácido láctico e outros nutrientes
63 (RANJIT & KUNG Jr., 2000), além de propiciar ambiente adequado para o surgimento
64 de outros agentes deteriorantes, como os clostrídios.

65 Witlock et al., 2000, alimentaram novilhos com silagem de milho deteriorada em
66 diferentes taxas e constatou que a inclusão de apenas 5% desse volumoso à dieta foi
67 suficiente para observar diminuição na ingestão de matéria seca e nas digestibilidades de
68 matéria orgânica e de FDN em 7,4, 6,6 e 11,3%, respectivamente. Dessa forma, constatou
69 que a estabilidade aeróbica da silagem é fator contribuinte para a manutenção da
70 produtividade animal durante todo o período em que esse alimento é fornecido.

71 Estudos recentes apresentam divergências nos resultados relativos ao valor
72 nutritivo de silagens de milho e de sorgo quando expostos ao ambiente atmosférico. Lima
73 et al., 2017, não detectaram variações na composição química, na qualidade da
74 fermentação, na estabilidade aeróbia e na digestibilidade *in vitro* da matéria seca para a
75 silagem de milho reensiladas após 12, 24 e 48 horas quando comparadas ao grupo
76 controle do material não reensilado. Michel et al., 2016, no entanto, perceberam maiores
77 perdas de efluentes, aumento na concentração de ácidos acético e propiônico e diminuição
78 na de ácido lático, além de menor digestibilidade *in vitro* para silagem de sorgo reensilada
79 após 24 horas. Anjos et al., 2017, avaliaram a composição química, a DIVMS, o perfil
80 fermentativo, a contagem de microrganismos e a estabilidade aeróbia de silagem de sorgo
81 reensilada após 12 horas e não encontraram diferenças significativas quando comparada
82 ao material não submetido ao processo.

83 Diante do exposto, destaca-se a importância da estabilidade aeróbica na formação
84 da silagem de boa qualidade. No entanto, os autores citados acreditam haver necessidade
85 de maiores estudos devido à escassez de pesquisas na literatura e às variações nos
86 resultados encontrados. Alguns autores, como Borreani et al., 2007, afirmam que a
87 estabilidade aeróbica pode ser alcançada por meio do manejo adequado durante o
88 processo de ensilagem e reensilagem e pela utilização de aditivos químicos e
89 microbianos.

90 **Inoculantes**

91 As bactérias ácido-láticas constituem a população microbiana predominante na
92 superfície de muitas culturas forrageiras (Pang et al. 2011; Li Y, 2013; Ni K, 2014).
93 Algumas estão associadas às plantas e têm sido caracterizadas pelo fenótipo e pela análise
94 sequencial de RNA e de DNA. Os resultados mostram que as espécies dos gêneros
95 *Enterococcus*, *Weissella*, *Lactococcus*, *Pedicoccus*, *Leuconostoc* e *Lactobacillus* são as

96 predominantes (Pang et al. 2011). Dessa forma, fica estabelecida a importância das BAL
97 na fermentação da silagem e, conseqüentemente, na preservação de sua qualidade.

98 No entanto, durante o processo de ensilagem, fatores como respiração e atividade
99 proteolítica microbiana realizadas pela planta, fermentação clostridiana, deaminação
100 microbiana e descarboxilação de aminoácidos podem afetar negativamente a conservação
101 do volumoso. Isso pode levar ao aumento de perdas energéticas e nutricionais, além de
102 causar acúmulo de componentes antinutricionais no material (MacPherson e Violante,
103 1966; Muck, 1988). Oliveira et al., 2017, em estudo de meta-análise, relataram que esses
104 processos afetam negativamente a performance e a saúde animal, diminuindo a
105 rentabilidade do sistema produtivo. Assim, reforçam a importância do manejo adequado
106 durante todas as etapas da ensilagem para otimizar a fermentação ácido-lática. Uma das
107 alternativas comumente utilizadas para essa finalidade é o uso de inoculantes. Eles têm
108 sido empregados na silagem com o intuito de melhorar sua qualidade. Uma vez
109 adicionados à forrageira, estimulam a fermentação ácido-lática, acelerando a diminuição
110 de seu pH e, conseqüentemente, garantindo maior qualidade ao volumoso (Filyia, 2000).

111 Dentre as espécies bacterianas utilizadas para tal propósito, as do gênero
112 *Lactobacillus* spp. se destacam. Eles são divididos em três grupos: homofermentativas,
113 responsáveis por fermentar hexoses, gerando praticamente ácido lático;
114 heterofermentativas facultativas, que possuem as enzimas aldolase e fosfocetolase e,
115 portanto, são capazes de fermentar tanto hexoses como pentoses, e; heterofermentativas
116 obrigatórias, que formam produtos adicionais, como etanol, acetato e CO₂. As duas
117 primeiras são comumente utilizadas para melhorar a fermentação ácido-lática, para inibir
118 micro-organismos epífitos deletérios e para preservar a qualidade da forrageira ensilada
119 (Arriola et al., 2015; Ogunade et al., 2016; Silva et al., 2016). Entre as espécies utilizadas
120 em inoculantes comerciais, uma das mais frequentes é *Lactobacillus plantarum*.

121 Apesar disso, tem sido relatado que o uso de inoculantes com BAL homo e
122 heterofermentativas facultativas predispõe a maiores chances de deterioração da silagem
123 quando comparadas às não tratadas (Muck, 2010). Isso pode ser atribuído à baixa
124 produção de ácido acético que possui efeito antifúngico sobre os micro-organismos
125 aeróbicos (Weinberg *et al.*, 1993). O elevado teor de carboidratos solúveis residuais das
126 silagens, como encontrado no milho e no sorgo, favorece o processo de deterioração
127 aeróbia por fungos e leveduras, ocasionando perdas após abertura dos silos. Para

128 solucionar o problema, alguns autores recomendam o uso de bactérias
129 heterofermentativas, como a *Lactobacillus buchneri*, que, em caráter experimental,
130 demonstram melhorar a estabilidade aeróbica (Taylor *et al.*, 2002; Pedroso *et al.*, 2008;
131 Nkosi *et al.*, 2009). Outra alternativa apresentada na literatura é a utilização de bactérias
132 propiônicas, uma vez que o ácido propiônico também se revela efetivo no controle de
133 fungos e leveduras (Zhang *et al.*, 2010).

134 Ozduven, 2010, determinou os efeitos da aplicação de inoculantes bacterianos em
135 silagem de tritcale na fermentação, no conteúdo da parede celular, na estabilidade
136 aeróbica e nas digestibilidades das matérias orgânica e seca *in vitro*. Constatou que a
137 presença do aditivo no volumoso garantiu fermentação rápida e vigorosa, resultando em
138 acúmulo de ácido láctico mais eficiente e, portanto, em baixos valores de pH em estágios
139 iniciais da ensilagem, melhorando a conservação da forragem.

140 Nkosi *et al.*, 2012, relataram melhoria na qualidade da silagem de sorgo quando
141 inoculada com bactérias ácido-láticas fermentativas. O pH do material foi reduzido em
142 tempo menor que o do grupo controle e constatou-se que houve diminuição da
143 concentração de nitrogênio amoniacal e de ácido butírico e aumento de ácido láctico. No
144 entanto, concluíram que mais estudos são necessários para se avaliar esses efeitos nas
145 silagens em escala produtiva e na performance dos animais.

146 Zopollatto *et al.* (2009), em estudo de metanálise, detectaram limitação de
147 informações sobre o efeito de aditivos microbianos na qualidade das silagens, o que
148 impossibilitou o fornecimento de posições conclusivas a respeito dos inoculantes. Os
149 resultados documentados pelos pesquisadores sugerem que a magnitude das respostas,
150 principalmente sobre o desempenho animal, é baixa. Além disso, constataram que a
151 intensidade das respostas varia de acordo com a espécie vegetal e com o micro-organismo
152 estudado, sugerindo uma especificidade entre ambos os fatores.

153 Ao comparar silagens de sorgo com inoculante BAL, Khota *et al.*, 2017,
154 concluíram que a aplicação de *L. casei* TH₁₄ no volumoso pode melhorar a fermentação
155 da silagem e inibir degradação da proteína. Entretanto, Meeske e Basson, 1998, avaliaram
156 o efeito de inoculantes contendo *Lactobacillus acidophilus*, *L. delbruekii ssp. bulgaricus*
157 e *L. plantarum* em silagem de milho e não encontraram variações no valor do pH e na
158 produção de ácido láctico. Os autores atribuíram o resultado ao elevado teor de BAL
159 presente na planta antes da ensilagem, porém ressaltaram a necessidade de maiores

160 estudos acerca dos aditivos utilizados nas regiões tropicais, uma vez que há escassez de
161 trabalhos na área.

162 A probabilidade de se encontrar resultados positivos com o uso de inoculantes
163 microbianos é maior quando a planta ensilada não apresenta características favoráveis à
164 ensilagem, como teor adequado de MS, elevada concentração de carboidratos solúveis e
165 poder tampão, ou quando ocorrem falhas no processo de ensilagem ou de retirada da
166 forragem após a abertura dos silos (Junges, 2010).

167 **Consumo e Digestibilidade**

168 O consumo é o componente de maior influência na determinação da qualidade da
169 forragem. É definido como o resultado do produto do valor nutritivo e consumo
170 voluntário potencial (Reis et al., 2006, Reis e Da Silva, 2006).

171 Segundo o NRC (1996), as estimativas do consumo de MS em ruminantes são
172 fundamentais para obtenção dos requerimentos e para predição da taxa de ganho dos
173 animais. O consumo de MS pode ser influenciado por fatores fisiológicos, como tamanho
174 e composição corporal, demanda da produção, sexo, idade, estágio fisiológico; por efeitos
175 ambientais, como temperatura, clima, fotoperíodo, manejo alimentar e disponibilidade de
176 forragem, e; pelo efeito das dietas, como conteúdo de água do alimento, grau de
177 fermentação em silagens, teor de proteína e formas de processamento. Dessa forma, é
178 essencial avaliar as limitações relativas aos três fatores concomitantemente, a fim de
179 avaliar o desempenho animal.

180 Forbes (1995), relata que dietas a base de volumoso, caracterizadas pela elevada
181 proporção de fibra, influenciam o consumo animal, uma vez que o rúmen apresenta
182 grande capacidade física de armazenamento de alimento e este, por sua vez, permanece
183 por longo período de tempo no trato digestivo. Nesse caso, o mecanismo que regula o
184 consumo é a distensão ruminal, influenciada pelas taxas de digestão e pela passagem do
185 alimento. A determinação dos teores das frações fibrosas é, portanto, fundamental para
186 caracterizar o valor nutritivo das forragens. Tanto o teor de fibra em detergente ácido
187 (FDA) quanto o de fibra em detergente neutro (FDN) são negativamente correlacionados
188 com a digestibilidade, e com o seu consumo (Van Soest, 1994).

189 Segundo Charmley (2001), o consumo das silagens é menor que o da forragem
190 original que não passou pelo processo de fermentação. Van Soest (1994) atribui três
191 hipóteses associadas a isso: presença de substâncias tóxicas, como aminas produzidas
192 durante o processo de fermentação; elevado teor de ácidos nas silagens extensivamente
193 fermentadas, causando redução na aceitabilidade, e; redução na concentração de
194 carboidratos solúveis e, conseqüentemente, na disponibilidade de energia para o
195 crescimento de microrganismos do rúmen. Além disso, o aumento na fração de N solúvel,
196 notadamente da amônia, interfere na relação N disponível e matéria orgânica digestível
197 para otimizar a síntese de proteína microbiana (Poppi et al., 1995, 1997).

198 Associado ao consumo, tem-se o conceito de digestibilidade que, segundo Coelho
199 da Silva & Leão (1979), é característica do alimento e indica a porcentagem de cada
200 nutriente que o animal é capaz absorver. Entretanto, inúmeros fatores podem interferir
201 nos coeficientes de digestibilidade dos alimentos. A idade da forrageira, por exemplo,
202 exerce efeito negativo sobre esse fator quando há aumento da lignificação da parede
203 celular e redução no teor de proteína. O nível de consumo e a idade do animal também
204 são fatores que podem influenciar o coeficiente de digestibilidade dos alimentos pelos
205 ruminantes (Silva e Leão, 1979).

206 Para se obter a digestibilidade real do alimento, é necessário descontar as perdas
207 de matérias fecais metabólicas provenientes de secreções endógenas, dos micro-
208 organismos e das descamações do epitélio (Berchielli et al., 2011). Dado os empecilhos
209 para se avaliar esse parâmetro, calcula-se a digestibilidade aparente, exceto para as
210 frações fibrosas, pois ambos os parâmetros são correspondentes.

211 Dentre as técnicas utilizadas, a metodologia *in vivo* é a mais precisa e indicada.
212 Para seu cálculo, desconta-se do total de nutrientes ingerido a quantidade de fezes
213 excretada pelo animal, após período de adaptação (Berchielli et al., 2011). Esse método
214 é fundamental para avaliação da qualidade das forragens, pois permite identificar aquelas
215 que possibilitam aumento na produtividade animal. Uma vez que é crescente a
216 comercialização de silagem entre propriedades, justifica-se a avaliação de consumo e de
217 digestibilidade do material reensilado a fim de determinar possíveis prejuízos que podem
218 refletir negativamente na produção animal.

219

220 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 221 ARRIOLA, K. G., O. C. M. QUEIROZ, J. J. ROMERO, D. CASPER, E. MUNIZ, J.
222 HAMIE, A. T. ADESOGAN. 2015. Effect of microbial inoculants on the quality and
223 aerobic stability of bermudagrass round-bale haylage. *J. Dairy Sci.* 98:478–485.
224
- 225 BERCHIELI, T. T.; VEJA-GARCÍA, A.; OLIVEIRA, S. G. principais técnicas de
226 avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELI, T. T.; PIRES, A. V.;
227 OLIVEIRA, S. G. Nutrição de ruminantes. Jaboticabal: Funep, 2011. Cap. 14, p. 415-
228 438.
229
- 230 BERNARDES, T. F.; RÊGO, A. C. Study on the practices of silage production and
231 utilization on Brazilian dairy farms. *Journal of Dairy Science*, n. 97, p. 1852-1861, 2014.
- 232 BORREANI, G., E. TABACCO. 2009. Quantifying the extent of aerobic deterioration
233 in corn bunker and pile silages at a farm level. Pages 321–322 in Proc. 15th International
234 Silage Conference, Madison, WI. US Dairy Forage Research Centre, USDA-ARS,
235 Madison, WI.
- 236 CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Cinética ruminal das
237 frações de carboidratos, produção de gases, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e NDT
238 estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. *Revista Brasileira de*
239 *Zootecnia*, v.31, n.6, p.2332-2339, 2002.
- 240 CARVALHO, B. F., C. L. S. AVILA, J. C. PINTO, J. NERI, R. F. SCHWAN. 2014.
241 Microbiological and chemical profile of sugar cane silage fermentation inoculated with
242 wild strains of lactic acid bacteria. *Anim. Feed Sci. Technol.* 195:1–13.
- 243 CHARMLEY, E. Towards improve silage quality: A review. *Can Journal Animal*
244 *Science.* 81:157-168. 2001.
- 245 COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. Fundamentos de nutrição dos ruminantes.
246 Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
247
- 248 FILYA, I.; ASHBELL, G.; HEN, Y.; WEINBERG, Z. G. The effect of bacterial
249 inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. *Animal*
250 *feed science and technology*,v.88, p.39-46, 2000.
251
- 252 FILYA I SUCU E & KARABULUT A. The effect of *Propionibacterium*
253 *acidipropionici* , with or without *Lactobacillus plantarum* , on the fermentation and
254 aerobic stability of wheat, sorghum and maize silages. *J Appl Microbiol* 97: 818– 826,
255 2004.
- 256 FORBES, J.M. Voluntary food intake and diet selection by farm animals. Madison:
257 CAB International, 1995. 532p.

258 JUNGES, D. . Aditivo Microbiano na Silagem de Milho em Diferente s Tempos de
259 Armazenamento e Avaliação da Estabilidade Aeróbia por Termografia em
260 Infravermelho. Curitiba 2010 (Mestrado).

261 KHOTA W et al., Asian-Australas J Anim Sci. 2017 Nov;30(11):1568-1574. doi:
262 10.5713/ajas.16.0502. Epub 2017 May 14.

263 KUNG JR., L. The aerobic stability of silages. In: 2nd International Symposium on
264 Animal Production under Grazing, 2008, Viçosa, Brazil. Proceedings ... Viçosa, 2008.
265 p. 233-248.

266 LI Y., NISHINO N. Effects of ensiling fermentation and aerobic deterioration on the
267 bacterial community in italian ryegrass, guinea grass, and whole-crop maize silages
268 stored at high moisture content. Asian-Australas J Anim Sci. 2013; 26:1304–12.

269 LIMA, E. M.; GONÇALVES, L. C.; KELLER, K. M.; RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS,
270 F. P. C.; MICHEL, P. H. F.; RAPOSO, V. S.; JAYME, D. G. Re-ensiling and its effects
271 on chemical composition, in vitro digestibility, and quality of corn silage after different
272 lengths of exposure to air. Canadian Journal of Animal Science, v. 97, n. 2, p. 250-257,
273 2017
274

275 MARSALIS, M.A., ANGADI, S.V. AND CONTRERAS-GOVEA, F.E., 2010. Dry mat-
276 ter yield and nutritive value of corn, forage sorghum, and BMR forage sorghum at
277 different plant populations and nitrogen rates. Field Crops Research, 116, 52–57.

278 MACPHERSON, H. T., P. VIOLANTE. 1966. Ornithine, putrescine and cadaverine in
279 farm silage. J. Sci. Food Agric. 17:124–127.

280 MEESKE, R.; BASSON, H.M. The effect of a lactic acid bacterial inoculant on maize
281 silage. Animal Feed Science and Technology, v.70, n.3, p.239-247, 1998.
282

283 MICHEL, P.H.F.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; KELLER, K.M.;
284 RAPOSO, V.S.; LIMA, E.M.; SANTOS, F.P.C.; JAYME, D.G. Re-ensiling and
285 inoculant application with *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium*
286 *acidipropionici* on sorghum silages. Grass and Forage Science, 2016. Disponível em:
287 <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gfs.12253/full>>. Acesso em 18 de Janeiro de
288 2017.
289

290 MUCK, R. E. 1988. Factors influencing silage quality and their implica- tions for
291 management. J. Dairy Sci. 71:2992–3002.

292 MUCK, R.E., 2010. Silage additives and management issues. Proceedings of Idaho
293 Alfalfa Forage Conference, Best Western Burley Inn, Burley, Idaho, USA. 16-17
294 February, pp. 49-55.

- 295 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. National Science Education Standards.
296 Washington, DC: National Academy Press, 1996.
- 297 NKOSI, B.D., MEESKE, R., PALIC, D., LANGA, T., LEEUW, K-J. &
298 GROENEWALD, I.B., 2009. Effects of ensiling whole crop maize with bacterial
299 inoculants on the fermentation, aerobic stability, and growth performance of lambs.
300 Anim. Feed Sci. Technol.154, 193-203.
- 301 NKOSI B., VADLANI P., B RIJWANI K., NANJUNDA A., MEESKE R. (2012).
302 Effects of bacterial inoculants and an enzyme on the fermentation quality and aerobic
303 stability of ensiled whole - crop sweet sorghum. S. Afr. j. anim. sci.
- 304 NI K, WANG Y, PANG H., & CAI Y. Effect of cellulase and lactic acid bacteria on
305 fermentation quality and chemical composition of wheat straw silage. Am J Plant Sci.
306 2014; 5:1877–84.
- 307 OGUNADE, I. M., D. H. KIM, Y. JIANG, Z. G. WEINBERG, K. C. JEONG, AND A.
308 T. ADESOGAN. 2016. Control of *Escherichia coli* O157:H7 in contaminated alfalfa
309 silage: Effects of silage additives. J. Dairy Sci. 99:4427–4436.
- 310 OLIVEIRA, A. S., Z. G. WEINBERG, I. M. OGUNADE, A. A. P. CERVANTES, K.
311 G. ARRIOLA, Y. JIANG, D. KIM, X. LI, M. C. M. GONCALVEZ, D. VYAS. 2017.
312 Meta- analysis of e ects of inoculation with homofermentative and facultative
313 heterofermentative lactic acid bacteria on silage fermentation, aerobic stability, and the
314 performance of dairy cows. J. Dairy Sci. 100:4587-4603.
- 315 OZDUVEN ML, KURSUN ONAL Z, KOC F: The e ects of bacterial inoculants and/or
316 enzymes on the fermentation, aerobic stability and *in vitro* dry and organic matter
317 digestibility characteristics of triticale silages. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 16 (5): 751-
318 756, 2010.
- 319 PANG H, QIN G, TAN Z, LI Z, WANG Y, CAI Y. 2011. Natural populations of lactic
320 acid bacteria associated with silage fermenta- tion as determined by phenotype, 16S
321 ribosomal RNA and recA gene analysis. Systematic and Applied Microbiology 34, 235–
322 241.
- 323 PEDROSO, A.F., NUSSIO, L.G., LOURES, D.R.S., PAZIANI, S.F., RIBEIRO, J.L.,
324 MARI, L.J., ZOPOLLATTO, M., SCHMIDT, P., MATTOS, W.R.S. & HORII, J., 2008.
325 Fermentation, losses and aerobic stability of sugarcane.
- 326 POPPI, D.P., MCLENNAN, S.R. 1995. Protein and energy utilization by ruminants at
327 pasture. Journal. Animal. Science. 73:278-290.

- 328 POPPI, D. MCLENNAN, S.R., BEDIYE, S., VEGA, A., ZORRILLA-RIOS, J. Forage
329 quality: Strategies for increasing nutritive value of forages. In. International Grassland
330 Congress. Buchanan-Smith, J.G., Bailey, L.D., McGaughey, P. 18. Winnipeg and
331 Saskatoon, 1997. Proceedings: Canadian Forage Council, Canadian Society of
332 Agronomy, Canadian Society of Animal Science, Winnipeg and Saskatoon, 1997. p.
333 307-322.
- 334 RANJIT, N.K.; KUNG JR., L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus*
335 *plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn
336 silage. *Journal of Dairy Science*, v.83, n.3, p.526-535, 2000.
- 337 REIS, R. A., DA SILVA, S. C. Consumo de forragens In: *Nutrição de Ruminantes*.
338 Berchielli, T.T., Vaz Pires, A., Oliveira, S.G. (ed.) 1a ed. Jaboticabal : FUNEP, 2006,
339 v.1, p. 79-109.
- 340 REIS, R. A., TEIXEIRA, I. A. M. DE A., SIQUEIRA, G. R. Impacto da qualidade da
341 forragem na produção animal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, p.580 - 608, 2006.
- 342 SCHMIDT, R. J., AND L. KUNG JR.. 2010. The effects of *Lactobacillus buchneri* with
343 or without a homolactic bacterium on the fermenta- tion and aerobic stability of corn
344 silages made at different loca- tions. *J. Dairy Sci.* 93:1616–1624.
- 345 SILVA, V. P., O. G. PEREIRA, E. LEANDRO, T. DA SILVA, K. RIBEIRO, H.
346 MANTOVANI, S. SANTOS. 2016. Effects of lactic acid bacteria with bacteriocinogenic
347 potential on the fermentation profile and chemi- cal composition of alfalfa silage in
348 tropical conditions. *J. Dairy Sci.* 99:1895–1902.
349
- 350 TABACCO, E.; RIGHI, F.; QUARANTELLI, A.; BORREANI, G. Dry matter and
351 nutritional losses during aerobic deterioration of corn and sorghum silages as influenced
352 by different lactic acid bacteria inocula. *Journal of Dairy Science*, v. 94, p. 1409-1419,
353 2011.
354
- 355 TAYLOR, C.C.N., RANJIT, J., MILLS, J.A., NEYLON, J.M. & KUNG JR., L., 2002.
356 The effect of treating whole plant barley with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage
357 fermentation, aerobic stability and nutritive value for dairy cows. *J. Dairy Sci.*85, 1793-
358 1800.
- 359 VALENTE, J. O. Introdução. In: EMBRAPA. Centro Nacional
360 de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). Manejo cultural do sorgo para
361 forragem. Sete Lagoas, 1997, 66p.(EMBRAPA-CNPMS. Circular técnica, 17).
362
- 363 VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University
364 Press, 1994. p.476

- 365
366 ZHANG, C.; BRANDT, M. J.; SCHWAB, C.; GÄNZLE, M. G. Propionic acid
367 production by cofermentation of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus diolivorans*
368 in sourdough. Food Microbiology, v. 27, p. 390-395, 2010.
369
370 ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J.L.P.; NUSSIO, L.G. Aditivos microbiológicos em
371 silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais.
372 Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, p.170-189, 2009 (supl. especial).

373 WEINBERG, Z.G., ASHBELL, G, HEN, Y. & AZRIEL, A., 1993. The effect of applying
374 lactic acid bacteria on the aerobic stability of silages. J. Appl. Bacteriol. 75, 512-518.

375 WHITLOCK, L. A., T. WISTUBA, M. K. SIEFERS, R. V. POPE, B. E. BRENT, AND
376 K. K. BOLSEN. 2000. Effect of level of surface-spoiled silage on the nutritive value of
377 corn silage-based rations. J. Dairy Sci. 83(Suppl. 1)110

378

CAPÍTULO II- ARTIGO

379 **VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE SORGO REENSILADA APÓS** 380 **EXPOSIÇÃO AO AR UTILIZANDO INOCULANTE BACTERIANO**

381 **Thais Figueiredo Pereira¹, Lúcio Carlos Gonçalves¹, José Avelino Santos**
382 **Rodrigues², Fabiana Paiva Coelho Santos¹, Naiara Taís Alves da Silva¹ e Diogo**
383 **Gonzaga Jayme¹**

384

385 ¹Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas
386 Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. E-mail: phfmichel@gmail.com,
387 luciocgoncalves@gmail.com, fabianapcs@hotmail.com, nairatais@yahoo.com.br,
388 diogogj@gmail.com. ²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA –
389 Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. E-mail:
390 avelino.rodrigues@embrapa.br.

391

392 RESUMO- A reensilagem tem se mostrado alternativa viável e atrativa para a atividade
393 agropecuária no Brasil. Da mesma forma, o uso de inoculantes também tem sido
394 empregado estrategicamente durante a ensilagem. Objetivou-se determinar o efeito da
395 reensilagem e do uso de inoculante microbiano no consumo e na digestibilidade de
396 silagens de sorgo. O híbrido BRS 655 foi testado em esquema fatorial 2 x 2 para presença
397 ou ausência do inoculante microbiano (*Lactobacillus plantarum* + *Propionobacterium*
398 *acidipropionici*) e para a reensilagem ou não do material após 12 horas de exposição ao
399 ar. Distribuiu-se oito carneiros adultos em dois quadrados latinos 4x4 balanceados e
400 simultâneos. O consumo e a digestibilidade foram avaliados. O consumo de FDA para a
401 silagem inoculada foi menor quando comparada ao grupo controle. A digestibilidade da
402 MS foi menor para o grupo controle. A reensilagem não alterou a qualidade do volumoso

403 e, portanto, as taxas de consumo e de digestibilidade não foram afetados. A presença do
404 inoculante na silagem ocasionou o aumento da digestibilidade de MS do sorgo.

405 **Termos para indexação:** *Lactobacillus plantarum*, *Propionobacterium acidipropionici*,
406 volumoso, nutrição.

407

408 **Introdução**

409 A silagem é o principal alimento volumoso utilizado para conservação de
410 forragem no Brasil (Bernardes & Rêgo, 2014). Devido ao elevado valor nutritivo, aos
411 bons rendimentos por unidade de área, à boa aceitabilidade pelos animais e ao fácil
412 processo operacional para sua colheita e armazenagem, o sorgo tem sido amplamente
413 escolhido para confecção de silagem nas propriedades rurais, perdendo apenas para o
414 milho.

415 A ensilagem consiste na colheita da forrageira no momento adequado, na
416 compactação do material e na vedação eficiente dos silos. Esse procedimento propicia o
417 desenvolvimento de bactérias ácido-láticas (BAL) que fermentam os carboidratos
418 solúveis com produção final de ácido lático. Esse produto inibe o desenvolvimento de
419 micro-organismos deterioradores, como clostrídios, fungos e leveduras por meio do
420 abaixamento adequado de pH. Todo esse processo culmina na preservação da forrageira,
421 ocasionando perdas qualitativas mínimas ao volumoso (Ogunade et al., 2016).

422 Atualmente, a compra de silagem tem se mostrado alternativa viável e atrativa
423 para muitos produtores do país. Entretanto, a prática envolve a reensilagem do volumoso
424 que, por sua vez, pode acarretar perdas qualitativas do material por interromper o
425 processo anaeróbio responsável pela manutenção da qualidade da forrageira. Dessa
426 forma, estudos recentes têm se mostrado necessários para se avaliar o real impacto desse
427 processo na perda de valor nutritivo do alimento (Michel et al., 2016; Coelho et al., 2017;

428 dos Anjos et al., 2017; Lima et al. 2017).

429 Uma das alternativas estudadas para minimizar as perdas qualitativas pela
430 exposição ao ambiente atmosférico é a utilização de inoculantes microbianos na silagem.
431 As BAL heterofermentativas, como a *Lactobacillus plantarum*, e as bactérias
432 propiônicas, como as do gênero *Propionibacterium* spp., têm sido alvo de pesquisas para
433 se demonstrar o efeito combinado desses agentes na preservação da forrageira (Filiya et
434 al., 2004; Oliveira et al., 2017).

435 A mensuração do consumo e da digestibilidade constitui importante parâmetro
436 para avaliação do desempenho animal. Suas análises permitem estimar o valor nutritivo
437 do alimento com maior acurácia. Para isso, é importante associar os efeitos da
438 reensilagem e dos inoculantes na performance animal por meio do estudo dessas
439 variáveis. Objetivou-se, portanto, determinar o efeito da reensilagem e do inoculante
440 contendo *Lactobacillus plantarum* + *Propionibacterium acidipropionici* no consumo e
441 na digestibilidade *in vivo* dos nutrientes de silagens de sorgo.

442

443 **Material e Métodos**

444 A lavoura de sorgo da cultivar BRS 655 foi plantada em área experimental da
445 Embrapa Milho e Sorgo, situada em Sete Lagoas, Minas Gerais- latitude 19°28'S,
446 longitude 44°15'W, altitude de 732 metros- em novembro de 2013. O espaçamento
447 utilizado foi de 70 cm entrelinhas e a adubação de plantio realizada com 400 kg/ha de 8-
448 28-16 (NPK) + 0,5% Zn. Decorridos 35 dias após o plantio, foi aplicado 100 kg de
449 nitrogênio por hectare em cobertura.

450 A colheita ocorreu quando o grão atingiu o estágio de maturação leitoso/pastoso.

451 A lavoura foi colhida e picada entre um e dois centímetros utilizando uma colheitadeira

452 de forragem convencional. A forragem foi ensilada em tambores metálicos com
453 capacidade para armazenamento de 200L revestidos internamente com sacos plásticos.
454 Após o enchimento, os silos experimentais foram fechados com as tampas e vedados com
455 auxílio de lacres metálicos.

456 Os tratamentos compreenderam a aplicação de inoculante microbiano no
457 momento da ensilagem e a reensilagem do material após 12 horas de exposição ao ar.
458 Eles foram arrançados em esquema fatorial 2 x 2. O primeiro fator consistiu na presença
459 ou não do inoculante e o segundo, na conservação do material pelo método de silagem
460 convencional ou pela realização da reensilagem.

461 O inoculante utilizado foi composto pela bactéria heterofermentativa facultativa
462 *Lactobacillus plantarum* MA 18/5U e da bactéria propiônica *Propionibacterium*
463 *acidipropionici* MA26/4U na quantidade de $2,5 \times 10^{10}$ Unidades Formadoras de Colônia
464 por grama de produto (UFCg⁻¹) para cada microrganismo (Biomax Milho; Lallemand,
465 Saint-Simon, França). A aplicação ocorreu no momento da ensilagem. O produto foi
466 diluído em água tratada, sem cloro, na proporção de um grama por litro. Dois litros da
467 mistura, conforme recomendações do fabricante, foram pulverizados com auxílio de
468 pulverizador costal sobre o material de maneira uniforme e com mistura constante. No
469 material do grupo controle, pulverizou-se dois litros da mesma água utilizada como
470 veículo do inoculante.

471 Após 56 dias, parte dos tambores foram desensilados e reensilados no tempo de
472 12 horas, totalizando quatro tratamentos -silagem convencional, silagem convencional
473 com uso de inoculante, reensilagem de silagem sem inoculante após 12 horas de abertura
474 dos silos e reensilagem de silagem inoculada 12 horas após a abertura do silo-. O estudo
475 foi conduzido nas dependências do Laboratório de Calorimetria e Metabolismo Animal
476 (LAMCA) da EV/UFMG. Oito carneiros adultos sadios, vacinados e vermifugados, com

477 peso médio de 50 kg foram empregados nesse estudo em delineamento Quadrado Latino
478 4x4 duplo. Os animais foram distribuídos aleatoriamente, sendo dois animais por
479 tratamento por período experimental. Cada período durou 21 dias, sendo 14 dias para
480 adaptação e 7 dias de coleta. Esses animais foram pesados no início e no final de cada
481 período experimental e alojados em gaiolas metabólicas individuais confeccionadas em
482 cantoneira de ferro, piso ripado, dispendo de bebedouro, comedouro e cocho para sal.

483 A silagem foi oferecida em quantidade suficiente para que se obtivesse
484 aproximadamente 10% de sobras no cocho, caracterizando-se, dessa forma, a ingestão
485 voluntária pelos animais. O fornecimento ocorreu duas vezes ao dia, às 7:00 e às 15:00.
486 A água e a mistura mineral comercial foram administradas *ad libitum*. As quantidades de
487 alimentos oferecidos e suas respectivas sobras foram mensuradas diariamente durante
488 todo o período experimental, enquanto as produções de fezes e de urinas foram
489 mensuradas somente no período de coleta.

490 Para as silagens oferecidas aos animais, foram coletados aproximadamente 300g
491 por tratamento por dia. As sobras também foram recolhidas diariamente por cada animal
492 experimental e armazenadas. Coletou-se 20% do peso total diário das fezes.

493 As amostras de silagens, sobras, fezes obtidas diariamente, foram devidamente
494 identificadas e armazenadas em freezer com temperatura de 17°C negativos. Ao final do
495 período experimental, fez-se um *pool* de amostras por tipo de material coletado para cada
496 animal (repetição). Após, sucedeu-se o processo de pré-secagem em estufa de ventilação
497 forçada a 55°C por 72 horas e posteriormente a moagem em moinho com peneira de um
498 mm. As amostras foram utilizadas para determinação do teor de matéria seca (MS) a
499 105°C, cinzas, proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) segundo AOAC (1995). Os
500 componentes da parede celular foram obtidos pelo método sequencial (fibra em

501 detergente neutro – FDN, fibra em detergente ácido – FDA e lignina), conforme Van
502 Soest et al. (1991).

503 O peso diário das silagens oferecidas e das sobras, durante o período experimental
504 e as análises laboratoriais, foi utilizado para cálculo de consumo de matéria seca e dos
505 nutrientes.

506 O consumo de matéria seca (CMS) foi determinado segundo a equação:

$$507 \quad \text{CMS} = \text{kgOF} - \text{kgSO}$$

508 Em que: kgOF = quantidade de dieta oferecida, em kg de MS; kgSO = quantidade de
509 sobras retiradas, em kg de MS.

510 Os consumos dos nutrientes foram determinados segundo a equação:

$$511 \quad \text{Consumo} = [(\text{kgOF} \times \% \text{OF})/100] - [(\text{kgSO} \times \% \text{SO})/100]$$

512 Em que: kgOF = quantidade de dieta oferecida, em kg de MS; %OF = concentração do
513 nutriente na dieta oferecida, em % da MS; kgSO = quantidade de sobras retiradas, em kg
514 de MS; %SO = concentração do nutriente nas sobras, em % da MS.

515 Os dados de consumo e produção fecal foram utilizados para a avaliação da
516 digestibilidade aparente conforme metodologia utilizada por Maynard et al. (1984),
517 segundo a equação:

$$518 \quad \text{CD} = \frac{\text{NI (Kg de MS)} - \text{NF (kg de MS)}}{\text{NI (kg de MS)}} \times 100, \text{ em que:}$$

$$519 \quad \text{NI (kg de MS)}$$

520 NI = nutriente ingerido

521 NF = nutriente nas fezes

522 Os dados foram analisados segundo delineamento em quadrado latino 4 x 4, com
523 dois tempos de reensilagem com e sem uso de inoculante, configurando quatro
524 tratamentos com oito repetições (carneiros), conforme o seguinte modelo estatístico:

525 $Y_{ijkl} = \mu + S_i + P_j + V_{k(i)} + T_l + PT_{jl} + E_{ijkl}$

526 Y_{ijkl} = observação do quadrado i , no período j , do carneiro k , do tratamento l .

527 μ = média geral;

528 S_i = efeito do quadrado i

529 P_j = efeito do período j ,

530 $V_{k(i)}$ = efeito do carneiro k (dentro do quadrado i);

531 T_l = efeito do tratamento l ;

532 E_{ijkl} = variação aleatória atribuída ao quadrado i , no período j , do carneiro k , no
533 tratamento l .

534 Para a comparação das médias foi empregado o teste de Tukey a 5% de
535 probabilidade.

536

537

Resultados e Discussão

538 Não houve alteração para os fatores “inoculante” e “reensilagem” ou para sua
539 interação em relação às características avaliadas que, portanto, não foram influenciadas
540 pelos tratamentos (Tabela 1).

541 A concentração de MS de uma forragem é considerada o principal fator
542 determinante para a qualidade da silagem (McDonald et al., 1991). Segundo Demarquilly
543 e Dulphy, 1977, seu teor adequado varia entre 27 e 38%, pois nesse intervalo ocorre a
544 maximização do processo de ensilagem adequado. Todos as silagens do experimento
545 apresentaram teores aceitáveis, com média de 29,1%.

546 Em condições tropicais, elevado teor proteico pode ser uma característica
547 desejável para os volumosos conservados, uma vez que, normalmente, são utilizados
548 durante período seco, época em que as pastagens apresentam baixo teor desse nutriente e

549 que, portanto, pode limitar a produção de ruminantes mantidos a pasto. O teor de proteína
550 bruta (PB) das silagens analisadas apresentou média de 9,54%, valor acima do mínimo
551 de 6 a 8% recomendado por Van Soest (1994). É característico do grão de sorgo
552 apresentar composição semelhante à do milho, porém, com menor concentração de
553 energia e maior de proteína, que pode variar de 9 a 13%, dependendo da cultivar.
554 Machado et al., 2014, avaliando a composição bromatológica de diferentes híbridos de
555 sorgo, encontraram teor de 10,79% de PB para o BRS 655, o que endossa as elevadas
556 concentrações encontradas nesse estudo. Além disso, Albuquerque et al., 2010,
557 constataram que esse híbrido apresenta elevado teor de PB quando comparado a outras
558 variedades.

559 Os teores de FDN e de EE para todos os tratamentos são compatíveis com os dados
560 presentes na literatura para sorgo. Albuquerque et al, 2010, encontraram teor de 49,96%
561 de FDN para o híbrido BRS 655, valor semelhante à média de 49,85% desse estudo.
562 Oliveira et al., 2010, encontraram média de 5,2% de EE para cultivares de sorgo,
563 equivalente à concentração média de 5,13% do experimento.

564 Não houve alteração de CNF em nenhum dos tratamentos. A diminuição dessa
565 variável é comum em silagens expostas ao ar atmosférico por longo período de tempo,
566 uma vez que pode ocorrer consumo de carboidratos solúveis a medida que fungos e
567 leveduras se desenvolvem no volumoso. Isso sugere que o processo de ensilagem foi
568 realizado adequadamente e, portanto, não houve crescimento suficiente desses agentes
569 para ocasionar deterioração do material. Michel et al., 2017, ao avaliarem silagens de
570 sorgo expostas ao ar atmosférico por 24 horas, encontraram declínio de CNF naquelas
571 reensiladas. Dessa forma, deve-se também considerar a hipótese de que a exposição do
572 alimento ao ar atmosférico por 12 horas não tenha sido suficiente para romper a
573 estabilidade aeróbica do material.

574 O consumo de FDA das silagens tratadas com inoculante foi 11% menor quando
575 comparado às não tratadas. As demais variáveis não apresentaram diferenças quanto ao
576 consumo (Tabela 2).

577 Diante das mesmas condições de resposta animal, o consumo de matéria seca
578 (CMS), bem como a digestibilidade, constituem os principais fatores nutricionais
579 responsáveis pelas variações existentes na produção animal (Crampton et al., 1960).
580 Dessa forma, sua predição é fundamental para que respostas produtivas e econômicas
581 sejam corretamente previstas e impostas em qualquer modelo nutricional. Nesse estudo,
582 as silagens do grupo controle apresentaram média de 53,32%, enquanto as tratadas com
583 inoculante, 52,85%. Ambos os resultados são compatíveis com os dados encontrados na
584 literatura para ovinos adultos em manutenção (NRC, 1985), de $53,19 \text{ g kg}^{-1} \text{ PV}^{0.75} \text{ d}^{-1}$. Em
585 experimento realizado por Michel et al., 2017, a silagem de sorgo inoculada com bactérias
586 ácido-láticas e propionibactéria também não afetou o consumo de MS de ovinos
587 adultos. A média do consumo de MS para as silagens tratadas por inoculante foi $50,91 \text{ g}$
588 $\text{kg}^{-1} \text{ PV}^{0.75} \text{ d}^{-1}$, valor bem próximo ao desse estudo.

589 A concentração de FDN na dieta de ruminantes afeta diretamente o consumo do
590 volumoso pelo animal, pois proporciona degradação lenta e baixa taxa de passagem do
591 alimento. Dessa forma, alimentos que apresentam elevada concentração de FDN limitam
592 a expressão do potencial genético do animal para produção (CARVALHO, et al., 2006),
593 uma vez que a ingestão é reduzida pelo enchimento ruminal. Os teores de FDN da silagem
594 de sorgo, conforme apresentado na tabela de análise bromatológica, estão compatíveis
595 com os níveis adequados indicados na literatura. À vista disso, as semelhanças
596 observadas no consumo de MS e de FDN, em todos os tratamentos, são justificadas pelo
597 enchimento ruminal que o limitou.

598 Observou-se diminuição do consumo de FDA nas silagens inoculadas. O resultado
599 reflete o menor valor numérico encontrado para esse nutriente na análise bromatológica
600 e para o consumo de matéria seca das silagens tratadas com inoculante. A somatória dos
601 dois, possivelmente, culminou na diferença estatística observada na Tabela 2. Xing et al.,
602 2008, observaram que o teor de FDA das silagens de sorgo inoculadas foi
603 significativamente menor, resultando em diferenças estatísticas. No entanto, a
604 digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) não foi alterada quando comparadas às silagens
605 controle e inoculada.

606 A digestibilidade da matéria seca foi de 8,5% maior para as silagens inoculadas,
607 não havendo, porém, interação com a reensilagem. A digestibilidade dos demais
608 nutrientes não foi influenciada pelos tratamentos (Tabela 3).

609 O estudo da interferência do uso de inoculantes e do processo de reensilagem
610 sobre a digestibilidade ainda é relativamente recente e controverso. Nesse trabalho, a
611 digestibilidade da MS foi maior para as silagens tratadas com micro-organismos. A
612 diferença pode ser justificada pelo menor consumo de FDA, uma vez que esse nutriente
613 apresenta maior proporção de lignina na fração digestível (Rosa et al., 2004). No entanto,
614 em experimento realizado com BRS 655 para as mesmas características analisadas nesse
615 estudo, Michel et al., 2017, não encontraram diferenças significativas entre os
616 tratamentos.

617 A digestibilidade não foi alterada pelos nutrientes da silagem. Entretanto, nota-se
618 que os elevados valores de coeficiente de variação (CV) para PB, para FDN e para FDA
619 podem ter mascarado os reais resultados da análise. Numericamente, é perceptível que o
620 material reensilado no grupo controle apresentou menor digestibilidade para FDN e para
621 FDA.

622

623

Conclusões

624 1. O processo da reensilagem não afetou a qualidade nutricional do volumoso.

625 2. O uso de inoculantes ocasionou aumento da digestibilidade da MS.

626

627

Bibliografia

628 ALBUQUERQUE, C. J. B.; PARRELA, R. A. C.; TARDIN, F. D.; BRANT R. S.;

629 SIMÕES D. A.; FONSECA JR, W. B.; OLIVEIRA R. M.; JESUS, K. M. Potencial

630 Forrageiro de Cultivares de Sorgo Sacarino em Diferentes Arranjos de Plantas e

631 Localidades de Minas Gerais. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 28.; **Simpósio**

632 **Brasileiro Sobre A Lagarta Do Cartucho**, 4., 2010, Goiânia. Potencialidades, desafios

633 e sustentabilidade: resumos expandidos. Goiânia: ABMS, 2010.

634

635 AOAC INTERNATIONAL. Official Methods of Analysis. 16th ed. **AOAC**

636 **International**, Gaithersburg, MD, 1995.

637

638 BERNARDES, T. F.; RÊGO, A. C. Study on the practices of silage production and

639 utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, n. 97, p. 1852-1861, 2014.

640

641 CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, R. R.; VELOSO, C. M.; SILVA, H. G.

642 O. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas compostas de silagem de

643 capim-elefante amonizada ou não e subprodutos agroindustriais. **Revista Brasileira de**

644 **Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1805-1812, 2006.

645

646 CRAMPTON, E.W.; DONEFER, E.; LLOYD, L.E. A nutritive value index for forages.
647 **Journal of Animal Science** , v.19, p.538 - 544, 1960.
648
649 DEMARQUILLY, C. AND DULPHY, J. P. **Effect of ensiling on feed intake and**
650 **animal performance.** In: Proceedings of International Meeting on Animal Production
651 from Temperate Grasslands. Irish Grassland and Animal Production Association, Dublin,
652 p.53-61, 1977.
653
654 DOS ANJOS GVS, GONÇALVES LC, RODRIGUES JAS, KELLER KM, COELHO
655 MM, MICHEL PHF, et al. Effect of re-ensiling on the quality of sorghum silage. **J Dairy**
656 **Sci.** American Dairy Science Association; 2018.
657
658 FILYA I., SUCU E., KARABULUT A. The effect of *Propionibacterium*
659 *acidipropionici* , with or without *Lactobacillus plantarum* , on the fermentation and
660 aerobic stability of wheat, sorghum and maize silages. **J Appl Microbiol** 97: 818– 826,
661 2014.
662
663 LIMA, E. M.; GONÇALVES, L. C.; KELLER, K. M.; RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS,
664 F. P. C.; MICHEL, P. H. F.; RAPOSO, V. S.; JAYME, D. G. Re-ensiling and its effects
665 on chemical composition, in vitro digestibility, and quality of corn silage after different
666 lengths of exposure to air. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 97, n. 2, p. 250-257,
667 2017.
668
669 MACHADO, F.S.; RODRÍGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.;
670 RIBAS, M.N.; LOBATO, F.C.L.; VEIGA, I.R.F.M.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.;

671 PEREIRA, L.G.R. Valor nutricional de híbridos de sorgo em diferentes estádios de
672 maturação. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte , v. 66, n. 1, p. 244-
673 252, Feb. 2014 .
674

675 MAYNARD, L.A.; LOOSLI, B.S.; HINTZ, H.F. et al. *Nutrição animal*. 3.ed. Rio de
676 Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 726p.
677

678 McDONALD, P.; HERDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **Biochemistry of silage**. 2.ed.
679 Marlow: ChalcombePublication, 1991. 340p.
680

681 MICHEL, P.H.F.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; KELLER, K.M.;
682 RAPOSO, V.S.; LIMA, E.M.; SANTOS, F.P.C.; JAYME, D.G. Re-ensiling and
683 inoculant application with *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium*
684 *acidipropionici* on sorghum silages. **Grass and Forage Science**, 2016. Disponível em:
685 <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gfs.12253/full>>. Acesso em 18 de Janeiro de
686 2017.
687

688 NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of sheep**. 6th ed.
689 National Academy Press, Washington, DC. 1985.
690

691 OGUNADE, I. M., D. H. KIM, Y. JIANG, Z. G. WEINBERG, K. C. JEONG, A. T.
692 ADESOGAN. Control of *Escherichia coli* O157:H7 in contaminated alfalfa silage:
693 Effects of silage additives. **J. Dairy Sci.** 99:4427–4436, 2016.
694

695 OLIVEIRA, LEANDRO BARBOSA de et al. Perdas e valor nutritivo de silagens de
696 milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa , v. 39, n. 1, p.
697 61-67, Jan. 2010 .
698
699 ROSA, J.R.P.; RESTLE, J.; SILVA, J.H.S. da; PASCOAL, L.L.; PACHECO, P.S.;
700 FATURI, C.; SANTOS, A.P. dos. Avaliação da silagem de diferentes híbridos de milho
701 (*Zea mays*, L.) por meio do desempenho de bezerros confinados em fase de crescimento.
702 **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.4, p.1016-1028, Jul./Ago. 2004.
703
704 VAN SOEST P. J., J.B.ROBERTSON, B. A. LEWIS. Methods for dietary fiber, neutral
705 detergentand nonstarch polysaccharides in relation toanimal nutrition. **J. DairySci.**,
706 74:3583–3597, 1991.
707
708 VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell
709 University Press, 1994. p.476
710
711 XING L, CHEN J, HAN LJ: The effect of an inoculant and enzymes on fermentation and
712 nutritive value of sorghum straw silages. **Bioresour Technol**, 100, 488-491, 2009.

Tabela 1. Composição e características da fermentação das silagens de sorgo tratadas com inoculantes e reensiladas

Variáveis (%)	Tratamentos				Valor de P		
	Controle		LP + PA		I	R	I × R
	SIL	RE	SIL	RE			
MS	28,84	28,83	29,45	28,76	ns	ns	ns
PB	9,02	9,8	10,00	9,33	ns	ns	ns
FDN	51,48	50,99	48,06	48,88	ns	ns	ns
FDA	29,02	28,76	27,24	26,55	ns	ns	ns
EE	5,15	4,72	4,89	5,76	ns	ns	ns
CNF	30,02	29,92	32,94	31,69	ns	ns	ns

LP, *Lactobacillus plantarum*; PA, *Propionibacterium acidipropionici*; SIL, silagem; RE, reensilagem; MS, matéria seca; PB, proteína bruta; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido; EE, extrato etéreo; I, efeito do inoculante; R, efeito da reensilagem; I × R, efeito da interação.

Tabela 2. Consumo de matéria seca e dos nutrientes de silagens de sorgo tratadas com inoculantes e reensiladas

Variáveis (g kg ⁻¹ PV ^{0,75} d ⁻¹)	Tratamentos				Valor de P		
	Controle		LP + PA		I	R	I × R
	SIL	RE	SIL	RE			
MS	52,64	54,00	52,93	52,76	ns	ns	ns
PB	4,72	5,39	5,38	5,44	ns	ns	ns
FDN	27,03	27,03	24,65	25,14	ns	ns	ns
FDA	15,18	15,05	13,70	13,54	0,0401	ns	ns
EE	3,26	2,91	3,09	3,63	ns	ns	ns
CNF	62,76	62,21	64,76	63,48	ns	ns	ns

LP, *Lactobacillus plantarum*; PA, *Propionibacterium acidipropionici*; SIL, silagem; RE, reensilagem; MS, matéria seca; PB, proteína bruta; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido; EE, extrato etéreo; I, efeito do inoculante; R, efeito da reensilagem; I × R, efeito da interação.

Tabela 3. Digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes de silagens de sorgo tratadas com inoculantes e reensiladas.

Variáveis (%)	Tratamentos					Valor de P		
	Controle		LP + PA		CV	I	R	I × R
	SIL	RE	SIL	RE				
MS	53,78	53,44	59,19	58,44	9,22	0,0085	ns	ns
PB	41,62	43,31	45,58	49,11	32,01	ns	ns	ns
FDN	35,01	24,95	31,01	36,70	44,38	ns	ns	ns
FDA	26,37	19,71	27,66	28,83	52,85	ns	ns	ns
EE	99,79	99,79	99,77	99,72	0,09	ns	ns	ns

LP, *Lactobacillus plantarum*; PA, *Propionibacterium acidipropionici*; SIL, silagem; RE, reensilagem; MS, matéria seca; PB, proteína bruta; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido; EE, extrato etéreo; CV, coeficiente de variação; I, efeito do inoculante; R, efeito da reensilingem; I × R, efeito da interação.

