

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

**EFEITO DA REENSILAGEM E DO USO DE
INOCULANTE MICROBIANO NA SILAGEM DE SORGO**

GUSTAVO VINÍCIUS DE SOUZA DOS ANJOS

BELO HORIZONTE
2017

Gustavo Vinícius de Souza dos Anjos

Efeito da reensilagem e do uso de inoculante microbiano na silagem de sorgo

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
Escola de Veterinária da UFMG
2017

A599e Anjos, Gustavo Vinicius de Souza dos, 1990-
Efeito da reensilagem e do uso de inoculante microbiano na silagem de sorgo / Gustavo
Vinicius de Souza dos Anjos. – 2017.
40 p. : il.

Orientador: Diogo Gonzaga Jayme
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de
Zootecnia
Inclui bibliografia

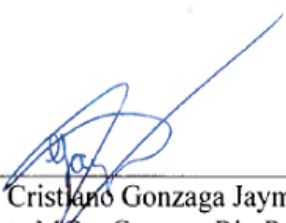
1. Sorgo – Silagem – Teses. 2. Silagem – Qualidade – Teses. 3. Valor nutricional –
Teses. I. Jayme, Diogo Gonzaga. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento
de Zootecnia. III. Título.

CDD – 633. 2

Dissertação defendida e aprovada em 24 de fevereiro de 2017
pela comissão examinadora constituída por:



Prof. Diogo Gonzaga Jayme
Orientador
(Escola de veterinária da UFMG)



Prof. Cristiano Gonzaga Jayme
(IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba)



Dr. José Avelino Santos Rodrigues
(Embrapa Milho e Sorgo)

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA

RESUMO.....	8
INTRODUÇÃO.....	9
REVISÃO DE LITERATURA.....	9
1. A planta de sorgo.....	9
2. O processo de ensilagem.....	11
3. A reensilagem.....	12
4. Microrganismos da silagem.....	13
5. O uso de inoculantes microbianos em silagens.....	14
6. Estabilidade aeróbia de silagens.....	15
REFERÊNCIAS.....	16

CAPÍTULO II – ARTIGO

EFEITO DA REENSILAGEM E DO USO DE INOCULANTE MICROBIANO NA SILAGEM DE SORGO

RESUMO.....	21
INTRODUÇÃO.....	22
MATERIAL E MÉTODOS.....	23
1. Plantio, colheita e ensilagem.....	23
2. Desenho experimental.....	24
3. Análises químicas e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca.....	25
4. Análises dos parâmetros da fermentação.....	25
5. Análises de perdas.....	26
6. Teste de estabilidade aeróbia.....	27
7. Análises microbiológicas.....	27
8. Análises estatísticas.....	28
RESULTADOS.....	29
DISCUSSÃO.....	31
CONCLUSÕES.....	33
REFERÊNCIAS.....	34

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Composição química da silagem de sorgo reensilada e tratada com inoculante.....37
- Tabela 2** - Qualidade da fermentação da silagem de sorgo reensilada tratada com inoculante.....38
- Tabela 3** - Estabilidade aeróbia, pH durante o teste de estabilidade e contagem de microrganismos total no momento da abertura e após a perda de estabilidade aeróbia da silagem de sorgo reensilada e tratada com inoculante.....39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Variação no pH durante o teste de estabilidade aeróbia após período de exposição ao ar.....	40
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

BAL = Bactérias ácido lácticas
CNF = Carboidratos Não Fibrosos
DIVMS = Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca
DRBC = Dicloram Rosa de Bengala Cloranfenicol Ágar
EE = Extrato Etéreo
EPM = Erro Padrão da Média
ESTABIL = Estabilidade
FDA = Fibra em Detergente Ácido
FDAcp = Fibra em Detergente Ácido corrigida pra cinzas e proteína
FDN = Fibra em Detergente Neutro
FDNcp = Fibra em Detergente Neutro corrigida pra cinzas e proteína
G = Perdas por gases
I = Inoculante
INMET = Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil
LP = *Lactobacillus plantarum*
MS = Matéria Seca
MVi = Massa verde de forragem ensilada
N = Nitrogênio
NH₃ = Nitrogênio Amoniacal
NPK = Nitrogênio, Fósforo, Potássio
NS = Não Significativo
NT = Nitrogênio Total
PA = *Propionobacterium acidipropionici*
PB = Proteína Bruta
PCA = Ágar Contagem Padrão
PE = Perdas por efluente
Pef = Peso de efluente
PEREFLU = Perdas por Efluentes
PERGAS = Perdas por Gases
PERTOT = Perdas Totais
PIDA = Proteína Insolúvel em Detergente Ácido
PIDN = Proteína Insolúvel em Detergente Neutro
PMS = Perda total de MS
RE = Reensilagem
SIL = Silagem
TGY = Triptona Glicose Extrato de Levedura Ágar

RESUMO

O processo de ensilagem é uma das técnicas mais utilizadas no mundo para conservação de forragens destinada a alimentação de bovinos. Durante os últimos anos vêm-se aumentando a comercialização de silagens entre os produtores rurais, o que faz com que o material que estava armazenado sobre condições anaeróbias, seja exposto ao ar para posteriormente ser compacto e vedado. A fim de melhorar o processo fermentativo durante a fase anaeróbia e aumentar a estabilidade da silagem após exposição ao ar, aditivos microbianos vem sendo utilizados para acelerar o processo fermentativo e/ou produzir ácidos que agem no controle do crescimento de microrganismos indesejáveis. Objetivou-se avaliar o efeito da reensilagem e do uso de inoculante microbiano contendo *Lactobacillus plantarum* e *Propionobacterium acidipropionici* sobre a qualidade da silagem de sorgo. Os tratamentos foram constituídos de silagem de sorgo convencional, silagem de sorgo reensilada após 12 horas de exposição ao ar, silagem de sorgo convencional inoculada com aditivo microbiano e silagem de sorgo reensilada e inoculada com aditivo microbiano. O processo de reensilagem não afetou a composição química das silagens de sorgo, entretanto o uso de inoculante elevou os teores de FDN, FDNcp e reduziu os teores de CNF e a DIVMS. Quanto aos parâmetros fermentativos, as silagens reensiladas apresentaram menores teores de ácido láctico e maiores teores de ácido propiônico que silagens convencionais. Já o uso de inoculante provocou a redução dos teores de ácido láctico, aumento dos teores de ácido propiônico e elevou o pH do material inoculado. Os materiais reensilados apresentaram maiores perdas de efluentes que as silagens convencionais. Já o uso de inoculante proporcionou maiores perdas de efluentes, gases e de matéria seca total que as silagens não inoculadas. Não houve diferença entre os tratamentos durante o teste de estabilidade aeróbia dos materiais, entretanto silagens inoculadas apresentaram maior pH ao final do teste e menor crescimento de levedura que as silagens não inoculadas. Portanto, a reensilagem de sorgo após 12 horas de exposição ao ar, não afetou a qualidade da silagem de sorgo. Já o uso de inoculante não representou melhorias no processo fermentativo do material.

Palavras chave: estabilidade aeróbia, *Propionibacterium acidipropionici*, *Lactobacillus plantarum*, realocação, qualidade da silagem

ABSTRACT

The silage process is one of the most used techniques in the world for the conservation of fodder destined to feed cattle. During the last years the commercialization of silages among the farmers has been increasing, which means that the material that was stored on anaerobic conditions, is exposed to the air to later be compact and sealed. In order to improve the fermentation process during the anaerobic phase and increase the stability of the silage upon exposure to the air, microbial additives have been used to accelerate the fermentation process and / or to produce acids which act to control the growth of undesirable microorganisms. The objective of this study was to evaluate the effect of re-

ensiling and the use of microbial inoculant containing *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium acidipropionici* on sorghum silage quality. The treatments consisted of conventional sorghum silage, re-ensiled sorghum silage after 12 hours of exposure to air, conventional sorghum silage inoculated with microbial additive and sorghum silage re-ensiled and inoculated with microbial additive. The re-ensiling process did not affect the chemical composition of the sorghum silages, however the use of inoculant increased the levels of NFD, NFDcp and reduced the contents of NFC and IVDMD. Regarding the fermentation parameters, re-ensiled silages had lower levels of lactic acid and higher contents of propionic acid than conventional silages. On the other hand, the use of inoculant in addition to reducing lactic acid contents and increasing propionic acid contents, increased the pH of the inoculated material. The re-ensiled materials showed higher effluent losses than conventional silages. The use of inoculant provided higher losses of effluents, gases and total dry matter than non-inoculated silages. There was no difference between the treatments during the aerobic stability test of the materials, however, inoculated silages showed higher pH at the end of the test and lower yeast growth than the non-inoculated silages. Sorghum re-ensiling after 12 hours of exposure to air did not affect sorghum silage quality. However the use of inoculant did not represent improvements in the fermentative process of the material.

Key words: aerobic stability, *Propionibacterium acidipropionici*, *Lactobacillus plantarum*, relocation, quality of silage

CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA

INTRODUÇÃO

A conservação de forragem pode ser realizada de diversas formas, porém a ensilagem tem sido preferida pelos produtores, devido à facilidade de produção, à possibilidade de obtenção de grande quantidade de alimento, por ser totalmente mecanizável e pela viabilidade econômica em relação a outras formas de conservação, como a fenação (Ribas et al., 2007).

No Brasil, devido a estacionalidade de produção das pastagens e a intensificação dos sistemas de produção, o uso de silagem de sorgo vem crescendo a cada ano, principalmente em regiões áridas e semi-áridas, onde a cultura se sobressai, por sua maior resistência ao estresse hídrico. Além disso, a planta de sorgo destaca-se por ser um alimento de alto valor nutritivo, com elevada concentração de carboidratos solúveis, essencial para adequada fermentação láctica, e pelos seus altos rendimentos de matéria seca por unidade de área (Neumann et al., 2002), características importantes na produção de silagem.

Devido ao planejamento inadequado da produção de volumosos na fazenda, ou escassez de chuvas durante a época de produção de forragem, alguns produtores vêm recorrendo à compra de silagem para complementar a demanda por volumoso nas propriedades. Atendendo a essa demanda, algumas fazendas vêm se especializando na produção de silagem para comercialização. Durante esse processo, a silagem é “desensilada” para posteriormente ser “reensilada” na propriedade de destino, ficando por tempo indeterminado sob exposição ao ar.

A silagem sem a presença de oxigênio e com acúmulo de ácido láctico resulta na diminuição do pH, na inibição do metabolismo microbiano e na preservação dos nutrientes. Entretanto, quando exposta ao ar, certos microrganismos oportunistas se tornam metabolicamente ativos, produzem calor e consomem nutrientes da silagem (Ranjit & Kung Jr., 2000), o que pode interferir no seu valor nutritivo.

Diante disso, vem à necessidade de estudos que visem quantificar as consequências dos processos de reensilagem de gramíneas forrageiras sobre a qualidade da silagem, para que se possa mensurar até quanto tempo esse material pode ficar exposto ao ar sem que haja alterações em seu valor nutritivo, suficientes para interferir na produção dos animais afetando o desempenho técnico e econômico das propriedades.

REVISÃO DE LITERATURA

A planta de sorgo

O sorgo é uma cultura muito antiga que tem como origem o continente Africano. A domesticação do sorgo, segundo registros arqueológicos, aconteceu por volta de 3000 A.C, ao tempo em que a prática da domesticação e cultivo de outros cereais era introduzida no

Egito Antigo, a partir da Etiópia. As primeiras introduções do sorgo na América ocorreram no Caribe, trazidos por escravos africanos, e dessa região o sorgo atingiu o Sudoeste dos Estados Unidos, por volta da metade do século XIX (Ribas, 2003). O cultivo do sorgo se difundiu para o restante do continente, chegando ao Brasil provavelmente pela mesma forma que chegou aos Estados Unidos, através dos escravos africanos.

A ensilagem do sorgo vem ganhando papel de destaque, principalmente em regiões áridas e semiáridas, onde a cultura se sobressai por sua maior resistência ao estresse hídrico. O sorgo possui sistema radicular bem desenvolvido, o que permite obtenção de água nas camadas mais profundas do solo; possui, ainda, menor superfície foliar que o milho, apresentando menor perda de água por transpiração (Botelho et al., 2010).

No Brasil, a expansão da área cultivada de sorgo como planta forrageira tem sido lenta, principalmente pelas práticas incorretas de cultivo, o que compromete a sua produtividade. Fatores tais como solos de baixa fertilidade, adubações inadequadas, escolha imprópria da semente impedem à cultura de expressar o seu potencial de produção (Rodrigues Filho et al., 2006).

Agronomicamente, os sorgos são classificados em quatro grupos: granífero; forrageiro para silagem e/ou sacarino; forrageiro para pastejo/corte verde/fenação/cobertura morta e vassoura. O primeiro grupo inclui tipos de porte baixo (híbridos e variedades) adaptados à colheita mecânica. O segundo grupo inclui tipos de porte alto (híbridos e variedades) apropriados para confecção de silagem e/ou produção de açúcar e álcool. O terceiro grupo inclui tipos utilizados principalmente para pastejo, corte verde, fenação e cobertura morta (variedades de capim sudão ou híbridos inter-específicos de *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*). O quarto grupo inclui tipos de cujas panículas são confeccionado vassouras (Ribas, 2003).

O sorgo é um dos cultivos agrícolas mais sensíveis a baixas temperaturas noturnas. A temperatura ótima para crescimento está por volta de 33 a 34°C. Acima de 38°C e abaixo de 16°C, a produtividade decresce. Quando comparado ao milho, o sorgo é mais tolerante a temperaturas altas e menos tolerante a temperaturas baixas. As baixas temperaturas afetam o desenvolvimento da panícula, principalmente por seu efeito sobre a esterilidade das espiguetas (Magalhães et al., 2000). Em relação à necessidade pluviométrica de água pelo sorgo, esta varia entre 380 e 600 mm durante o ciclo da cultura, dependendo principalmente das condições climáticas dominantes (Landau e Sans, 2012).

Quanto ao solo, o sorgo é uma cultura tolerante a diversas condições de solo, podendo ser cultivado satisfatoriamente em solos que variam de argilosos a ligeiramente arenosos. Embora sobreviva melhor que outros cereais em solos arenosos e de baixa fertilidade, tem preferência por solos bem preparados, com acidez corrigida, ricos em matéria orgânica, pH entre 5,5 e 6,5, topografia plana e sem excesso de umidade (Landau e Sans, 2012).

O uso da cultura de sorgo para silagem no Brasil surgiu a partir da introdução de variedades de porte alto, com alta produtividade de massa verde. Preocupava-se naquele momento apenas com a redução do custo da tonelada de matéria verde de silagem produzida, sem considerar a qualidade deste material. Entretanto, com o passar do tempo,

os produtores passaram a exigir um material com maior produção de nutrientes por unidade de área (Souza et al., 2003).

Em situações experimentais tem-se conseguido produções com sorgo forrageiro que podem chegar a mais de 16 t/ha de matéria seca (Gontijo Neto et al., 2002; Rodrigues Filho et al., 2006) dependendo do híbrido. Silva et al. (2007) trabalhando com 4 híbridos de sorgo forrageiro durante o período de safrinha, no estado de Goiás, encontrou produção média entre os híbridos de 5,9 toneladas de MS/ha. Gomes et al. (2006) trabalhando com 11 cultivares de sorgo forrageiro na região do semiárido brasileiro, obteve produtividade de MS variando de 6,9 a 14,8 t/ha, com média entre os cultivares de 11,9 t/ha. Trabalho realizado no Rio Grande do Sul avaliando o desempenho produtivo de 23 genótipos de sorgo forrageiro no ano safra 2011/2012 encontrou produção média de MS de 13 t/ha, com teor médio de MS na época do corte de 36% (Chielle et al., 2013). Em Minas Gerais, em condições adequadas de clima e adubação a produção de sorgo forrageiro pode superar 17 t/ha de MS (Botelho et al., 2010). Cabe ressaltar que a produção de massa seca/ha é uma importante característica na avaliação da viabilidade econômica de uma forrageira destinada à produção de silagem.

A variabilidade genética desta espécie permitiu o desenvolvimento de um grande número de híbridos, cada um destes materiais apresenta características agrônomicas e valor nutritivo diferentes, com consequentes variações quanto à produtividade e padrões de fermentação, resultando em silagens com diferentes qualidades. Esses fatores podem afetar diretamente o desempenho de, tornando evidente a necessidade de estudos que conduzam a seleção de híbridos mais adequados aos diversos sistemas de produção animal (Pedreira et al., 2003)

Dentre os vários híbridos de sorgo desenvolvidos com objetivo de produzir volumoso para animais de produção, está o híbrido BRS 655. Este se destaca pela sua estabilidade de produção, alta resistência a estiagem, alta qualidade de forragem com baixo custo de produção e alto potencial de produção de massa verde (média de 50 t/ha) (Rodrigues et al., 2008). Em situações experimentais tem-se conseguido produção de matéria seca para esse híbrido superior a 12 t/ha (Chielle et al., 2013).

Além da alta produtividade o sorgo BRS 655 possui outras características de interesse econômico como a resistência ao acamamento, o que confere altas produtividades de massa com um custo de produção significativamente reduzido (Rodrigues et al., 2008).

O processo de ensilagem

É chamada silagem a forragem verde conservada por meio de um processo de fermentação anaeróbia. Chama-se ensilagem o processo de cortar a forragem, colocá-la no silo, compactá-la e protegê-la com a vedação do silo para que haja a fermentação. O principal objetivo da ensilagem é a preservação da forragem durante o ótimo estágio de crescimento, para que esta seja fornecida aos animais no período de escassez.

O processo de ensilagem é dividido em quatro fases (Collins e Owens, 2003), sendo a primeira fase, denominada fase aeróbia, quando os carboidratos solúveis são oxidados a CO₂, água e calor. A segunda fase a fase fermentativa, onde carboidratos são fermentados de forma anaeróbia principalmente a ácido lático. A fase de estabilidade, mantida até a

abertura do silo. E por último a fase de alimentação, quando a silagem é fornecida aos animais. Nessas circunstâncias, o contato com o oxigênio promove o desenvolvimento de microrganismos aeróbios que utilizam o ácido lático, acético e carboidratos solúveis remanescentes, produzindo CO₂, água e calor, podendo levar a deterioração do material.

No processo de ensilagem o princípio de conservação da forragem é a redução do pH (aumento da acidez) pela fermentação dos açúcares solúveis da planta. Assim sendo, as melhores forrageiras para ensilagem são aquelas com elevado teor de açúcares solúveis. Nesse contexto, o sorgo é uma das culturas que mais se destacam na produção de silagens, em razão de suas características intrínsecas (alta quantidade de carboidratos solúveis, baixo poder tampão, teor de matéria seca acima de 25% no momento da ensilagem e estrutura física que permite boa compactação nos silos), enquadrando-se perfeitamente entre as forrageiras desejadas para confecção de silagens de boa qualidade (McDonald et al., 1991).

Oliveira et al., (2010) em estudo comparando silagem de diversas gramíneas tropicais encontrou valores para a silagem de milho 29,2% de MS, 6,1% de PB, 60,7% de FDN, 40,3% de FDA e 5,9% de lignina, e para silagem de sorgo forrageiro 24,1% de MS, 6,1% de PB, 65% de FDN e 48% de FDA e 6,1% de lignina. Mostrando que a silagem de sorgo pode ter valor nutritivo muito próximo à silagem de milho.

Além de ter custo de instalação inferior ao da lavoura do milho, a lavoura de sorgo ainda pode permitir mais de um corte, tornando-se excelente opção para alimentação de ruminantes em qualquer manejo agropecuário (Neumann et al., 2004).

A reensilagem

Devido ao dimensionamento inadequado de silos, perdas no processo de ensilagem, escassez de pastagens no período seco do ano, além da falta de planejamento nas propriedades, faz com que os produtores não consigam suprir a demanda de alimentos para seus animais durante os períodos críticos do ano e, recorra à aquisição de silagem de outros produtores, necessitando desta forma reensilarem o material adquirido. Com isso a forrageira é desensilada, ficando exposta ao ar um período de tempo até serem reensiladas na propriedade que adquiriu a silagem.

Durante essa operação, a silagem é inevitavelmente exposta ao ar, permitindo que microrganismos aeróbios deteriorantes possam proliferar (Chen e Weinberg, 2014). A presença de ar permite a respiração de células da planta e de microrganismos aeróbios e anaeróbios facultativos presentes na forragem, ambos utilizando oxigênio para a degradação de substratos, notadamente açúcares, a dióxido de carbono (CO₂) e água. A respiração é prejudicial à qualidade da silagem, por causar perdas de matéria seca e de energia e reduzir a quantidade de carboidratos solúveis disponíveis para a fermentação das bactérias produtoras de ácido lático (Velho et al., 2006).

Durante o período em que a silagem fica exposta ao ar, alguns nutrientes passam por processos oxidativos e por fermentação aeróbia devido ao crescimento de microrganismos indesejáveis como as leveduras, o que leva a deterioração do material. Segundo Velho et al. (2006), a exposição de silagem ao ar pode levar a aumento do pH, FDN, lignina e redução nos teores de carboidratos não estruturais. O aumento nos

componentes de parede celular pode levar a redução da digestibilidade das silagens alterando o seu valor nutritivo.

Contudo, a literatura sobre processos de reensilagem de plantas forrageiras é escassa em todo mundo, sendo muito limitado o número de trabalhos que avaliam as consequências do processo de reensilagem sobre os aspectos nutritivos, de consumo e desempenho de animais. Por isso não existe uma definição precisa de quanto tempo uma silagem pode ficar exposta ao ar até ser reensilada. Devido o aumento da prática de compra de silagem por produtores no Brasil aumentar a cada ano, estudos são necessários para determinar com qual velocidade deve ocorrer o processo de reensilagem nas fazendas desde a desensilagem até a vedação do material adquirido.

Microrganismos da silagem

O ecossistema microbiano da silagem é dominado por bactérias como o *Lactobacillus plantarum*, sendo a espécie mais frequentemente isolada de silagens em geral. Mas bactérias heterofermentativas, como o, *Lactobacillus buchneri* e *Lactobacillus brevis*, são encontrados (McDonald et al., 1991). Muito frequentemente, as leveduras e os fungos filamentosos também estão presentes na silagem. Os fungos filamentosos muitas vezes ocorrem na silagem como placas com camadas de 20-50 cm a partir da superfície (Auerbach et al., 1998). O crescimento de fungos filamentosos podem estar associado com a produção de micotoxinas, levando a contaminação das silagens (Storm et al., 2010) e, portanto, ser prejudicial para os animais que a ingerem, trabalhadores rurais e consumidores de produtos lácteos (Fink-Gremmels, 2008). Storm et al., (2010) avaliando a microbiologia de silagens de milho armazenadas entre três e onze meses após a ensilagem, observaram que os fungos filamentosos mais frequentemente isolados foram *Penicillium roqueforti*, espécies de Zygomycetes (principalmente *Mucor* spp.), *Penicillium paneum* e *Aspergillus fumigatus*.

Borreani e Tabaco (2010) relataram que a contagem de bolores em silagens de milho com mofos visíveis, que tinham sido recolhidas em fazendas, variou 5,7-9,4 log ufc / g de silagem, com um valor médio de 8,0 log ufc / g. Os mesmos autores também relataram que a contagem de bolores poderia exceder 6 log ufc / g de silagem nas áreas periféricas de silos banca, mesmo quando não havia quaisquer manchas de mofo visíveis.

Com o processo de reensilagem, devido a exposição ao ar, pode ocorrer alterações no perfil microbiológico das silagens, principalmente devido ao desenvolvimento de leveduras e fungos indesejáveis que levam a deterioração do material. A respiração dos microrganismos aeróbios pode ser considerada como um dos principais agentes que influenciam a qualidade das silagens. Entretanto, o substrato utilizado para a respiração depende do tipo do microrganismo; por exemplo, as leveduras consomem apenas compostos solúveis (açúcares e produtos da fermentação), enquanto os bolores degradam uma ampla variedade de nutrientes, inclusive carboidratos estruturais e lignina (McDonald et al., 1991).

O uso de inoculantes microbianos em silagens

O uso de aditivos microbiológicos em silagens tem o objetivo de inibir o crescimento de microrganismos aeróbios (especialmente aqueles associados com estabilidade aeróbia, inibir o crescimento de organismos anaeróbios indesejáveis como enterobactérias e clostrídeos, inibir a atividade de proteases e deaminases da planta e de microrganismos, adicionar microrganismos benéficos para dominar a fermentação, formar produtos finais benéficos para estimular o consumo e a produção do animal e melhorar a recuperação de matéria seca da forragem conservada (Kung et al., 2003).

Inoculantes microbianos usados como aditivos incluem bactérias homofermentativas, heterofermentativas, ou a combinação destas. Os microrganismos homofermentativos caracterizam-se pela taxa de fermentação mais rápida, menor proteólise, maior concentração de ácido lático, menores teores de ácido acético e butírico, menor teor de etanol, e maior recuperação de energia e matéria seca. Bactérias heterofermentativas utilizam ácido lático e glicose como substrato para produção de ácido acético e propiônico, os quais são efetivos no controle de fungos e leveduras, sob baixo pH (Zopollatto et al., 2009).

Os inoculantes, compreendendo bactérias homofermentativas do ácido lático, tais como *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium* e espécies de *Pediococcus*, são muitas vezes utilizados para controlar a fermentação da ensilagem pela rápida produção de ácido lático e a consequente diminuição do pH (Filya et al., 2006). Entretanto, Zopollatto, et al. (2009) em revisão de literatura sobre o uso de aditivos microbianos em silagens no Brasil, indicam que não há vantagens expressivas na utilização de bactérias homofermentativas no processo de ensilagem de sorgo em comparação a silagens convencionais. Outros trabalhos, porém, demonstram efeitos positivos do uso de inoculantes bacterianos em silagens (Gimenes et al., 2006; Mendes et al., 2008, indicando que esses inoculantes podem inclusive melhorar a estabilidade aeróbia do material quando exposto a presença de O₂.

Sob condições anaeróbias, os inoculantes formados por BAL homofermentativas produzem principalmente ácido lático, o que pode servir como um substrato para as leveduras assimiladoras de lactato utilizarem após exposição aeróbia (Filya et al., 2000). Além disso, inoculantes de bactérias ácido lácticas homofermentativas não produzem suficiente AGV na silagem, que inibem leveduras e bolores (Weinberg et al., 1993), podendo inclusive prejudicar a estabilidade aeróbia de cereais como o sorgo e milho (Filya et al., 2000). As variações nas repostas frente ao uso de inoculantes com bactérias homofermentativas podem estar relacionadas à variação na eficiência da fermentação de forragens inoculadas, pois, esta depende em grande medida as interações das espécies microbianas no inoculante com populações microbianas epífitas e componentes químicos dentro da forragem (McAllister e Hristov 2000, apud Addah et al., 2011).

Devido aos problemas com a estabilidade aeróbia de silagens inoculadas com bactérias homofermentativas, outras fontes de bactérias como as produtoras de ácido propiônico, tem sido estudadas (Filya et al, 2006). Bactérias ácido-propiônicas como o *Propionibacterium acidipropionici* podem fermentar açúcares e lactato a acetato e propionato, estes ácidos alifáticos de cadeia curta inibem o crescimento de leveduras e

fungos. (Moon, 1983). Resultados de pesquisas apontam que silagens inoculadas com propionibactérias tem menor contagem de leveduras e fungos e maior a estabilidade aeróbia (Filya et al, 2004).

No geral, inoculantes são aditivos que podem ser utilizados para melhorar a qualidade da silagem, quando utilizado adequadamente, juntamente com bom manejo da silagem (Muck, 2010). Os diferentes resultados encontrados na literatura indicam a necessidade de mais estudos, em relação ao uso de inoculantes em silagens. Principalmente no caso de materiais reensilados que passam muito tempo expostos ao ar e também pelo fato de que em muitas fazendas as silagens passam por vários graus de deterioração antes e durante o fornecimento no cocho.

Estabilidade aeróbia de silagens

A estabilidade aeróbia é definida como o tempo que decorre da abertura do silo até a silagem mostrar evidência clara de aquecimento, isto é, quando a temperatura da silagem excede a do ambiente por 2° C (Ranjit e Kung, 2000). A exposição da silagem ao ar durante o desabastecimento dos silos pode iniciar o processo de deterioração aeróbia da massa e da atividade de leveduras assimiladoras de lactato, que metabolizam carboidratos solúveis e fermentam produtos finais em dióxido de carbono e água (Tabacco et al., 2011).

As leveduras são talvez os microrganismos aeróbios mais significativos sobre a cultura em relação à qualidade da silagem. As leveduras crescem em substratos solúveis, açúcares e o ácido láctico, sendo o mais importante em relação à silagem. Na maioria das circunstâncias, as leveduras são o primeiro grupo de microrganismos a se desenvolver em contato com o oxigênio. A razão para isto é que muitas leveduras são capazes de crescer a pH 3,5, bem abaixo do pH da maior parte das silagens. Bactérias produtoras de ácido acético e fungos são capazes de crescer em tais condições ácidas, mas as bactérias produtoras de ácido acético são raramente presentes e fungos crescem muito mais lentamente do que as leveduras. Como espécies de leveduras que podem utilizar o ácido láctico aerobicamente para desenvolver, aumentos de pH da silagem acontecem. Isso abre o caminho para o crescimento de outros microrganismos (aeróbios), particularmente se pH estiver acima de 4,5 (Muck, 2010).

Embora as leveduras e fungos sejam os microrganismos mais constantemente citados como responsáveis pela deterioração aeróbia, Muck (2010) relata que bactérias produtoras de ácido acético também podem ser iniciadoras do processo de deterioração aeróbia, metabolizando etanol e produzindo ácido acético, e em situações de baixa quantidade de etanol elas podem metabolizar ácido acético e produzir CO₂. Nussio (2005) citado por Liu et al., (2013) relatou que as bactérias aeróbias em silagens tropicais eram os principais microrganismos causadores do aumento do conteúdo de N-amoniaco (N-NH₃) e do pH em condições aeróbias.

Quando a temperatura da silagem começa a aumentar devido à atividade dos microrganismos aeróbios, o seu valor nutritivo pode diminuir em até 16% em relação à silagem na abertura do silo, antes dos fungos começarem a ser visíveis. Esta diminuição do valor nutritivo pode ser atribuída principalmente ao esgotamento de produtos finais da fermentação e oxidação de carboidratos solúveis, que se tornam disponíveis

progressivamente a partir da degradação do amido e da hemicelulose (Tabacco et al., 2011). O consumo destes compostos orgânicos e de outros nutrientes solúveis resulta em perdas de matéria seca altamente digestível, possível produção de micotoxinas, crescimento de espécies patogênicas e produção de calor (Filya e Sucu, 2007). Além disso, o desenvolvimento de fungos também pode causar descoloração e mudanças de textura da forragem, que são frequentemente associados com uma diminuição da palatabilidade e consumo pelos animais (Tangni et al., 2013).

Savoie e Jofriet (2003) demonstram que a perda de matéria seca de silagens armazenadas em silos bags depende da densidade da silagem, permeabilidade e porosidade e também da concentração de MS da cultura ensilada. Sendo estas perdas de MS normalmente variando entre 0,5 e 1,5% por mês de armazenamento. Tangni et al. (2013), relataram que nas áreas afetadas pela deterioração aeróbia, as perdas de MS podem ser de 1,5 a 4,5% por dia. Já para Velho et al. (2006), as perdas de matéria seca decorrentes da infiltração de ar durante o enchimento do silo variam de 1 a 2%, enquanto que as decorrentes da aeração no desabastecimento do silo variam de 2 a 19%.

Embora a exposição de silagem ao oxigênio pode levar a alterações na composição da silagem, alguns autores sugerem que a intensidade da deterioração esta relacionada a qualidade do material ensilado (Mahana e Chase, 2003). Assim, um estudo realizado por Chen e Weinberg (2014), não encontraram diferenças na composição química de silagens de milho e trigo reensiladas após 40 horas de exposição ao ar, exceto para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Os autores ainda sugerem que matérias que necessitam ser transferidos de silo, deveriam passar por análise de qualidade, para garantir o sucesso da operação.

REFERÊNCIAS

ADDAH, W.; BAAH, J.; GROENEWEGEN, E.K. et al. Comparison of the fermentation characteristics, aerobic stability and nutritive value of barley and corn silages ensiled with or without a mixed bacterial inoculant. *Canadian Journal Animal Science*. V.91, p. 133-146, 2011.

AUERBACH, H.; OLDENBURG, E.; WEISSBACH, F. Incidence of *Penicillium roqueforti*, and Roquefortine C in silages. *Journal Science of Food and Agriculture*, v,76. P.565-572, 1998.

BORREANI, G.; TABACCO, E. The relationship of silage temperature with the microbiological status of the face of corn silage bunkers. *Journal of Dairy Science*, v.93, n.6, p.2620-2629, 2010.

BOTELHO, P.R.F.; PIRES, D.A.A.; SALES, E.C.J. et al. Avaliação de genótipos de sorgo em primeiro corte e rebrota para produção de silagem. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.9, n.3, p.287-297, 2010.

CHEN, Y.; WEINBERG, G. The effect of relocation of whole-crop wheat corn silages on their quality. *Journal of Dairy Science*, v. 97, p. 406-410, 2014.

CHIELLE, Z.G.; GOMES, J.F.; ZUCHI, J. et al., Desempenho de genótipos de sorgo silageiro no Rio Grande do Sul na safra 2011/2012. *Revista Brasileira Milho e Sorgo*, v.12, n.3, p.260-269, 2013.

COLLINS, M.; OWENS V.N. Preservation of Forage as Hay and Silage. In: BARNES, R., et al. **Forages: An Introduction to Grassland Agriculture**. v. 1. 6. ed. Ames: Blackwell Publishing, 2003. Cap. 19, p. 443– 471.

FILYA, I.; ASHBELL, G.; HEN, Y.; WEINBERG, Z. G. The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. *Animal feed science and technology*, v.88, p.39-46, 2000.

FILYA, I.; SUCU, E. The effect of bacterial inoculants and a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of whole-crop cereal silages. *Asian-Aust. J. Anim. Sci*, v.20, p-378-384, 2007.

FILYA, I.; SUCU, E.; KARABULUT, A. The effects of *Propionibacterium acidipropionici* with or without *Lactobacillus plantarum*, on the fermentation and aerobic stability of wheat, sorghum and maize silages. *Journal of Applied Microbiology*, v.97, p.818-826, 2004.

FILYA, I.; SUCU, E.; KARABULUT, A. The effects of *Propionibacterium acidipropionici* and *Lactobacillus plantarum*, applied at ensiling, on the fermentation and aerobic stability of low dry matter corn and sorghum silages. *Journal Industrial Microbiology Biotechnology*, v.33, p. 353-358, 2006.

FINK-GREMMELS, J. Mycotoxins in cattle feeds and carry-over to dairy milk: A review. *Food Additives & Contaminants*, v.25, n.2 p.172-180, 2008.

GIMENES, A.L.G.; MIZUBUTI, I.Y.; MOREIRA, F.B. et al. Composição química e estabilidade aeróbia em silagens de milho preparadas com inoculantes bacteriano e/ou enzimático. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.28, n.2, p.153-158, 2006.

GOMES, S.O.; PITOMBEIRA, J.B.; NEIVA, J.N.M. et al. Comportamento agrônômico e composição químico-bromatológico de cultivares de sorgo forrageiro no estado do Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, v.37, n.2, p.221-227, 2006.

GONTIJO NETO, M.M.; OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G. et al. Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivado sob níveis crescentes de adubação. Rendimento,

proteína bruta e digestibilidade *in Vitro*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.4, p.1640-1647, 2002.

KUNG JR, L.ROBINSON, J.R.; RANJIT, N.K. et al. Microbial populations, fermentation end-products, and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or a propionic acid-based preservative. *Journal of Dairy Science*, v.83, p.1479-1486, 2000.

KUNG JR, L.; TAYLOR, C.C.; LYNCH, M.P.; NEYLON, J.M. The effect of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.86, p.336-343, 2003.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. Cultivo do sorgo- clima. *Embrapa Milho e Sorgo*. Sistema de Produção, Sete Lagoas, 2, 8º edição. Out./2012. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo_8ed/cli ma.htm

LIU, Q.H.; SHAO, T.; J.G. ZHANG. Determination of aerobic deterioration of corn stalk silage caused by aerobic bacteria. *Animal feed science and technology*, v. 183, p.124-131, 2013.

MAHANA, B.; CHASE. Practical applications and solutions to silage problems. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. **Silage Science and Technology**. 42. ed. Madison: Agronomy Monograph, 2003. cap. 19, p. 855-895.

MAGALHÃES, P. C.; DUFERT, F. O. M.; SCHAFRÃES, R. E. Fisiologia da planta do sorgo. **Embrapa Milho e Sorgo**. Circular Técnico 3. Sete Lagoas, 2000. P.46 Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/484470/1/circ31.pdf>

MENDES, C.Q.; SUSIN, I.; NUSSIO, L.G. et al. Efeito do *Lactobacillus buchneri* na fermentação, estabilidade aeróbia e no valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.12, p.-2191-2198, 2008.

McDONALD, P.; HERDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **Biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publication, 1991. 340p.

MOON, N.J. Inhibition of the growth of acid-tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. *J. Appl. Bacteriol.*, v.55, p.454-460, 1983.

MUCK R. E. Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p.183-191, 2010.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C. et al. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.1, p.293-301, 2002.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L. Avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) ou milho (*Zeamays*, L.) na produção do novilho superprecoce. *Revista Brasileira Milho e Sorgo*, v.3, n.3, p.438-452, 2004.

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

PEDREIRA, M.S.P. REIS, R.A.; BERCHIELLI, T.T. et al. Características agronômicas e composição química de oito híbridos de sorgo [*Sorghumbicolor*(L.)Moench]. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.5, p.1083-1092, 2003.

RANJIT, N. K.; KUNG, L. Jr. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum* or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*, v.83, p.526-535, 2000.

RIBAS, P. M. Sorgo: introdução e importância econômica. **Embrapa Milho e Sorgo. Documento, 26**, Sete Lagoas, 2003. 16p.

RIBAS, M.N. GONÇALVES, L.C.; IBRAHIM, G.H.F. et al. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de milho com diferentes graus de vitreosidade no grão. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.6, n.1, p.104-115, 2007.

RODRIGUES, J.A.S.; SANTOS, F.G.; SHAFFERT, R.E. et.al. BRS 655 – Híbrido de sorgo forrageiro para produção de silagem de alta qualidade. *Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnico 107*. Sete Lagoas 2008. 2p. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2008/circular/Circ_107.pdf

RODRIGUES FILHO, O.; FRANÇA, A.F.S.; OLIVEIRA, R.P. et al. Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos a três doses de nitrogênio. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v.7, n.1, p.37-48, 2006.

SANS, L. M. A.; A. V. de C. DE MORAIS; D. P. GUIMARÃES. Época de plantio de sorgo. *Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnico*. Sete Lagoas. 2003. Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/16159/1/Com_80.pdf

SAVOIE, P.; JOFRIET, J.C. Silage storage. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. **Silage Science and Technology**. 42. ed. Madison: Agronomy Monograph, 2003. cap.9, p. 405-467

SILVA, A. G.; BARROS, A. S.; TEIXEIRA, I. R. Avaliação agrônômica de cultivares de sorgo forrageiro no sudoeste do estado de Goiás em 2005. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.6, n.1, p.116-127, 2007.

SOUZA, V.G.; PEREIRA, O. G.; MORAES, S.A. et al. Valor nutritivo de silagens de sorgo. *Revista Brasileira de Zootecnia*,v.32, n.3, p.753-759, 2003.

STORM, I. M.L.D.; KRISTENSEN, N.B.; RAUN, B.M.L. et al. Dynamics in the microbiology of maize silage during whole-season storage. *Journal of Applied Microbiology*, v.109, n.3, p.1017-1026, 2010.

TABACCO, E.; RIGHI, F.; QUARANTELLI, A.; BORREANI, G. Dry matter and nutritional losses during aerobic deterioration of corn and sorghum silages as influenced by different acid bacteria inocula. *Journal of Dairy Science*, v.94, p.1409-1418, 2011.

TANGNI E. K.; PUSSEMIER, L.; VAN HOVE, F. Mycotoxin contaminating maize and grass silages for dairy cattle feeding: current state and challenges. *Journal of Animal Science Advances*, v.3, p.492-511, 2013.

VELHO, J.P. MUHLBACH, P.R.F.; GENRO, T.C.M. et al. Alterações bromatológicas nas silagens de milho submetidas a crescentes tempos de exposição ao ar após “desensilagem”. *Ciência Rural*,v.36, n.3, p.916-923, 2006.

WEINBERG, Z. G.; ASHBELL, G.; HEN, Y.; AZRIELI, A. The effect of applying lactic acid bacteria at ensiling on the aerobic stability of silages. *Journal of Applied Bacteriology*, v.75, p.512–518, 1993.

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.

Efeito da Reensilagem sobre a qualidade da silagem de sorgo

G. V. S. dos Anjos,* L. C. Gonçalves,* J. A. S. Rodrigues,† K. M. Keller,‡ M. M. Coelho,* P. H. F. Michel,* D. Ottoni e D. G. Jayme*

*Departamento de Zootecnia, Escola de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 30161-970, Brasil

†Embrapa Milho e Sorgo, Minas Gerais, 35701-970, Brasil

‡Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Escola de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 30161-970, Brasil

RESUMO

A comercialização de silagem é uma prática que vêm aumentando no Brasil nos últimos anos. A reensilagem do material faz com que uma silagem armazenada em uma propriedade seja transportada a outra propriedade onde será novamente compactada e vedada. Essa prática faz com que o material fique exposto ao ar até que seja armazenado novamente, podendo levar a perda da qualidade do material devido o contato com o ar. Dessa forma, silagem de sorgo foi exposta ao ar por 0 ou 12 h durante a fase de armazenamento anaeróbico para simular a comercialização de silagens entre fazendas. Os tratamentos constituíram em controle (sem aditivo) e outro com utilização de uma mistura de *Lactobacillus plantarum* e bactérias propiônicas *Propionibacterium acidipropionici* (Biomax milho; Lallemand, Saint-Simon, França). Foram avaliadas a composição química, digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), perfil fermentativo, contagem de microrganismos e estabilidade aeróbia do material. O processo de reensilagem, por 12 h, não afeta de forma significativa a qualidade das silagens de sorgo que passam por adequado processo de fermentação, sendo que uso de aditivos microbianos não implica em melhorias no processo.

Palavras chave: estabilidade aeróbia, *Propionibacterium acidipropionici*, *Lactobacillus plantarum*, realocação, qualidade da silagem

INTRODUÇÃO

O processo de conservação de forragem na forma de silagem, se dá sob condições anaeróbias, em que os carboidratos solúveis são fermentados a ácidos orgânicos que reduzem o pH do meio, inibindo o crescimento de microrganismos indesejáveis e conservando o material. Quando exposta ao ar as silagens podem perder valor nutritivo devido ao crescimento de microrganismos indesejáveis como leveduras, que levam o material à deterioração (Pahlow et al., 2003).

No Brasil, a comercialização de silagem entre fazendas é cada vez mais frequente, principalmente devido a falhas no planejamento de produção de volumosos, variações climáticas durante a estação chuvosa que reduzem a produtividade das lavouras, entre outros fatores como disponibilidade de máquinas e mão de obra e a topografia de algumas regiões que fazem com que os produtores necessitem adquirir fontes de volumosos de outras propriedades (Lima et al., 2016). Além disso, para atender este mercado cada vez maior, alguns produtores vêm se especializando na produção de silagem para comercialização. Isso faz com que o material ensilado em uma propriedade seja descompactado, e transportado a outro local, onde será novamente compactado e vedado. Durante este processo o material fica exposto ao ar por um período de tempo indeterminado, que pode prejudicar a qualidade da silagem. A literatura sobre este processo de reensilagem é muito escassa, e normalmente não reflete as condições climáticas características de países tropicais, gerando muitas incertezas aos produtores e extensionistas sobre os possíveis malefícios dessa movimentação de silagem entre fazendas.

Sendo a estabilidade da silagem na presença de oxigênio um fator muito importante para determinar a qualidade e valor nutricional do material (Filya et al., 2004), o uso de

inoculantes bacterianos pode contribuir para que as perdas recorrentes da movimentação de silagens entre fazendas sejam atenuadas.

Objetivou-se avaliar o efeito da reensilagem e do uso de inoculante microbiano contendo *Lactobacillus plantarum* e *Propionibacterium acidipropionici* sobre a qualidade da silagem de sorgo.

MATERIAL E MÉTODOS

Plantio, colheita e ensilagem

A lavoura de sorgo BRS 655 foi plantada em novembro de 2013 na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, localizada em Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil (19°28'S, 44°15'W e altitude de 732 metros). O sorgo foi plantado em 5 parcelas de campo. O espaço entre linhas foi de 70 cm e foi aplicado 400 kg ha⁻¹ de fertilizante 8-28-16 (NPK) + 0,5% Zn. Uma aplicação em cobertura de adubo com 100 kg de N ha⁻¹ foi feita 35 dias após o plantio.

Quando os grãos estavam na fase leitosa/pastosa a cultura foi colhida e picada em comprimentos entre 1 e 2 cm, utilizando uma colheitadeira de forragem convencional. A forragem picada foi amostrada (uma amostra por bloco), antes de aplicar o inoculante, para a análise de material fresco e foi então compactada manualmente em silos experimentais. Foi feito um silo por bloco para cada um dos quatro tratamentos, dando um total de vinte silos experimentais. Cada silo consistiu de um balde de plástico de 20 L equipado com uma válvula de Bunsen na tampa para permitir apenas a saída do gás. Um saco de algodão foi colocado dentro de cada balde com cerca de 2 kg de areia seca para permitir a medição dos efluentes produzidos.

Desenho Experimental

Avaliou-se o processo de reensilagem e uso de um inoculante microbiano durante a ensilagem e reensilagem do material após 12 h de exposição ao ar, sendo este o tempo mínimo em que o processo ocorre no Brasil. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 2×2 . O primeiro fator foi a conservação através da ensilagem convencional ou reensilagem. E o segundo fator foi a utilização, ou não, do inoculante.

O inóculo utilizado era composto de bactérias heterofermentativas facultativas do ácido láctico *Lactobacillus plantarum* MA18 / 5U e bactérias propiônicas *Propionibacterium acidipropionici* MA26 / 4 U (Biomax milho; Lallemand, Saint-Simon, França). A aplicação (1×10^6 UFC g⁻¹ de forragem) foi feita no momento da ensilagem. O produto foi diluído com água, pulverizado uniformemente sobre o material por meio de um pulverizador costal, e a forrageira foi submetida à mistura constante. A quantidade total de silagem tratada foi de 89,3 kg.

A reensilagem foi feita 56 dias após a ensilagem. Os silos foram abertos em um galpão, o material foi removido e reensilado após 12 h de exposição ao ar. Durante o período de exposição aeróbia, a temperatura variou de 20,0 a 26,0 °C e a umidade relativa variou entre 61 e 92 % (dados obtidos a partir da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil, localizado a 2,4 km do local).

Após 240 dias de fermentação do material reensilado, os silos foram abertos. Amostras foram colhidas para determinação da composição química, digestibilidade in vitro, parâmetros de qualidade de silagem (pH, N-NH₃, ácido láctico, acético, propiônico e butírico), gás, efluentes, perdas totais de matéria seca, estabilidade aeróbia e contagem total de fungos, leveduras e bactérias.

Análises químicas e digestibilidade in vitro da matéria seca

Amostras da forragem fresca foram secas em estufa ventilação forçada a 55 ° C durante 72 h e subsequentemente processadas num moinho equipado com uma peneira de 1 mm (moinho Thomas Wiley Modelo 4, Thomas Scientific, Swedesboro, NJ). A matéria seca (MS), a 105 ° C, e os teores de proteína bruta (PB), cinzas e extrato etéreo (EE) foram determinados de acordo com a AOAC (1995).

Os componentes da parede celular foram determinados pelo método sequencial [fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), e lignina] de acordo com Van Soest et al. (1991).

Os resíduos das análises de FDN e FDA foram submetidos a análises de cinzas e proteína bruta para determinação dos valores de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA). Estes valores foram utilizados para corrigir FDN e FDA para cinzas e proteínas (FDNcp e FDAcp). Níveis de carboidratos não fibrosos foram calculados utilizando a equação proposta pelo NRC (2001), $CNF = 100 - (\% \text{ FDN} + \% \text{ PB} + \% \text{ EE} + \text{MM})$, onde, FDN, é quantidade de fibra insolúvel em detergente neutro, PB é a quantidade de proteína bruta, EE é a quantidade de extrato etéreo e MM é a quantidade de matéria mineral ou cinzas. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada de acordo com Tilley e Terry (1963) e adaptada por Holden (1999) com a utilização de um dispositivo simulador de rúmen DAISYII (ANKON Tecnologia, Faiport, NY, EUA). O fluido ruminal foi coletado de um bovino fistulado que foi alimentado com uma dieta composta de 10 kg (MS) de silagem de sorgo e 3 kg (MS) ração comercial.

Análises dos parâmetros fermentativos

O extrato da silagem foi obtido utilizando uma prensa hidráulica ($2,5 \text{ Kgf cm}^{-3}$) e foram determinados pH, nitrogênio amoniacal e ácidos orgânicos. O pH foi medido utilizando um potenciômetro digital (HI 221, Hanna Instruments, Woonsocket, Rhode Island, EUA). Os níveis de N-NH₃ foram obtidos pelo método de Kjeldahl, sem a etapa da digestão. A destilação foi feita com óxido de magnésio e cloreto de cálcio, usando uma solução de ácido bórico como receptor e a titulação feita com ácido clorídrico 0,1 M. Os níveis de ácidos orgânicos (ácido acético, láctico, propiônico e butírico) foram determinados por cromatografia líquido-gás, Waters Alliance com um PDA Detector 2998 (Waters, Milford, MA, EUA).

A determinação do pH das amostras do ensaio de estabilidade aeróbia foi feita com base na diluição de 9 g de silagem fresca em 60 ml de água destilada, e a leitura de pH foi feita após repouso de 30 minutos (Silva e Queiroz, 2002).

Análises de perdas

O peso dos silos experimentais vazios, com a tampa e os sacos de areia seca foi gravado antes da confecção da silagem. A seguir, os silos foram preenchidos com as forragens, compactados, cobertos e selados com fita adesiva, e depois pesados.

Após a abertura, aos 56 dias após a ensilagem, os silos pertencentes ao tratamento “reensilagem” foram pesados quando cheio e, após a retirada da forragem, quando vazio para determinar a produção de gases e efluentes, respectivamente. A forragem foi amostrada para determinar o teor de MS. A areia depositada na parte inferior de cada silo foi substituída, o conjunto vazio foi pesado e o volumoso foi reensilado após 12 h de exposição ao ar. Após o enchimento e vedação, os silos experimentais foram pesados para determinação do seu peso total.

Após 240 dias de reensilagem, todos os silos cheios foram pesados para determinar a perda de gases. Os silos foram abertos, a silagens retiradas e então foram pesados para quantificar o efluente produzido. A perda total de MS foi estimada como a diferença entre o peso bruto da massa seca inicial e final dos silos experimentais em relação ao peso da silagem seca, menos o peso do conjunto da ensilagem antes da abertura dos silos (Jobim et al., 2007). Perdas de gás, de efluentes e de MS total para as silagens reensiladas foram obtidos a partir da soma das perdas durante a abertura para reensilagem e a abertura final.

Teste de estabilidade aeróbia

Baldes de plástico contendo 1,5 kg de ensilagem foram colocadas numa sala com uma temperatura de 25 ± 1 ° C, para avaliar a estabilidade aeróbia. A temperatura da silagem foi monitorada a cada 10 minutos, com a ajuda de um termômetro registrador de dados inserido no centro da massa. Além disso, 1,5 kg de silagem foi colocado em outro conjunto de baldes para acompanhar as alterações nas contagens microbianas e de pH. Amostras desses baldes foram tomadas nos dias 0, 2, 6 e 10 após abertura dos silos. A estabilidade aeróbia foi calculada como o tempo em horas para as silagens apresentarem um aumento de 2 ° C acima da temperatura ambiente (Ranjit e Kung, 2000). Quando a silagem perdeu a sua estabilidade aeróbia, foi coletada uma amostra para contagem de microrganismos.

Análises microbiológicas

As amostras foram coletadas para a contagem total de microrganismos aeróbios (leveduras, fungos e bactérias aeróbias). Análise da microbiota foi feita usando um método de dispersão padrão de placa. A contagem total de bactérias foi realizada aerobicamente utilizando ágar de contagem de placas (PCA - BD TM Difco, Sparks, MD, EUA) após incubação durante 1-3 dias a 36 ± 1 ° C. A contagem total de leveduras foi feito utilizando

ágar triptona glucose extrato de levedura (TGY, feito de acordo com Pitt e Hocking, 2009) após incubação aeróbia durante 1-3 dias a 30 ± 1 ° C, e a contagem total de fungos foi feita utilizando ágar dicloran rosa de bengala cloranfenicol (DRBC de acordo com Pitt e Hocking, 2009) após incubação aeróbia a 25 ± 1 ° C por 5-7 dias. Todas as placas foram examinadas diariamente para colônias típicas e características morfológicas associadas com cada meio de crescimento. As contagens totais de microrganismos foram expressas como unidades formadoras de colônias por grama (UFC g⁻¹).

Todas as contagens microbianas foram transformadas em log₁₀ para obter a distribuição log-normal dos dados para análises estatísticas.

Análises estatísticas

Os resultados da composição química, digestibilidade *in vitro*, parâmetros da qualidade da silagem, perdas, estabilidade aeróbia e contagem total de fungos, leveduras e bactérias foram analisados em esquema fatorial 2 x 2 com blocos ao acaso e cinco repetições.

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + I_j + D_1 + N_{ij} + O_{il} + P_{jl} + Q_{ijl} + B_k + e_{ijk},$$

Onde,

Y_{ijk} = valor da observação

μ = média geral;

R_i = efeito do nível i do fator reensilagem (0 ou 12 horas);

I_j = efeito do nível j do fator inoculante (com ou sem aplicação);

D_1 = Efeito fixo de 1 dias de avaliação (0, 2, 6 e 10)

N_{ij} = efeito da interação reensilagem e inoculante;

O_{il} = Interação entre reensilagem i e o l dias de avaliação;

P_{jl} = Interação entre inoculante j presente e o dias de avaliação l ;

B_k = efeito fixo do bloco k (1, 2, 3, 4, 5);

e_{ijk} = erro aleatório

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando os dados de interações foram significativos houve desdobramento. Quando as interações não foram significativas, os efeitos de reensilagem e do inoculante foram comparados separadamente pelo teste F a 5% de significância. No que diz respeito aos dados do período de avaliação da estabilidade aeróbia sobre o pH da silagem, as regressões foram ajustadas a 5% de significância. A análise foi realizada utilizando PROC GLM do SAS (SAS Institute Inc., Cary, NY).

RESULTADOS

A matéria seca do material antes da ensilagem e da aplicação do inoculante foi de 273,12 g kg⁻¹, a composição química foi de 66,5 g kg⁻¹ de proteína bruta, 42,1 g kg⁻¹ de cinzas, 23,7 g kg⁻¹ de extrato etéreo, 558,7 g kg⁻¹ de FDN, 301,9 g kg⁻¹ de FDA e 47,93 g kg⁻¹ de lignina.

O processo de reensilagem não afetou a composição química do material (tabela 1). No entanto, as silagens em que foi utilizado aditivo microbiano apresentaram maior teor de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) que as silagens que não foram inoculadas (23,3 vs 20,2 g/ Kg MS). Além disso, o teor de FDN e FDN corrigidos para cinzas e proteínas (FDN_{cp}) também foram maior nos matérias que receberam inoculante. Quanto ao CNF, as silagens tratadas com inoculante apresentaram menor teor de carboidratos não fibrosos que as silagens que não tiveram uso de inoculante.

Não houve diferença na DIVMS entre as silagens convencionais e reensiladas. A utilização de inoculante microbiano resultou redução de 3% na DIVMS quando comparada a silagens não inoculadas (616,6 vs 635,2 g/ Kg MS).

Quanto aos parâmetros fermentativos (tabela 2), a reensilagem reduziu o teor de N-NH₃ do material quando comparado a silagem convencional. Além disso, os materiais que passaram por este processo apresentaram menores produções de ácido lático e maiores teores de ácido propiônico que as silagens convencionais (26,9 vs 33,2 e 34,4 vs 20,8 g/ kg de MS, respectivamente). Já o uso de inoculante elevou o pH do material e reduziu o teor de ácido lático das silagens, além de elevar a concentração de ácido propiônico.

As perdas por produção de gás foram cinquenta por cento maiores nas silagens inoculadas, quando comparadas as silagens não tratadas com aditivo (tabela 2). Efeito também observado em relação as perdas por efluente que foram superiores nos materiais que passaram pela reensilagem e nos matérias que receberam aditivo (201,19 vs 456,42 e 366,30 vs 300,31 g kg⁻¹, respectivamente). As perdas de matéria seca no material tratado com inoculante foram 6 pontos percentuais, superior a silagem não inoculada (14,05 vs 7,82%).

A estabilidade aeróbia da silagem não foi afetada pela reensilagem e pelo uso de inoculante (tabela 3). Durante o período do teste de estabilidade (240 horas) o material praticamente não apresentou aumento de temperatura que caracterizasse perda da estabilidade aeróbia. Entretanto a contagem de microrganismos que embora não tivesse apresentado diferenças significativas ($p > 0,05$) na abertura dos silos (tabela 3), após o teste de estabilidade houve uma menor contagem de leveduras nas silagens inoculadas em comparação às não inoculadas (2,07 vs 5,89 log UFC g⁻¹, respectivamente).

Com o avanço do tempo do teste de estabilidade, houve um aumento de pH para todos os tratamentos (figura 1). Porém a elevação do pH foi superior para as silagens inoculadas em relação as silagens em que não foi utilizado inoculante (4,2 vs 4,6) (Tabela 3). Entretanto o processo de reensilagem não afetou de forma significativa o pH durante o teste de estabilidade aeróbia, quando comparado a silagem convencional.

DISCUSSÃO

Silagens expostas ao ar podem apresentar deterioração aeróbia do material, com perda de valor nutritivo (Filya et al., 2006). Entretanto o processo deteriorante depende da qualidade do material ensilado e do tempo de permanência em contato com o ar (Chen e Weinberg, 2014; Lima et al., 2016). No estudo não foi observado alterações na composição química do material exposto ao ar por um período de 12 horas antes da reensilagem, em comparação com a silagem convencional.

O sucesso da utilização de inoculantes depende de vários fatores relacionados as propriedades das plantas e dos inoculantes utilizados (Kristensen et al., 2010; Muck, 2010;). Quando utilizou-se inoculante microbiano houve diminuição da qualidade da silagem (diminuição do CNF e da DIVMS). Como os CNF são compostos orgânicos de alta digestibilidade, a diminuição de sua concentração na silagem pode ter como consequência a redução da digestibilidade do material (McDonald et al., 2001), como observado nas silagens que receberam inoculante microbiano. Filya et al (2000), encontraram menor conteúdo de CNF em silagens inoculadas com aditivos microbianos em comparação às não inoculadas. Segundo o autor menores teores de CNF em silagens representam maior extensão da fermentação do material.

A eficiência do processo de ensilagem pode ser observada em função dos produtos da fermentação gerados. Assim, silagens bem conservadas são aquelas que apresentam

baixo pH, em função de elevados teores de ácido lático e baixos teores de ácido acético, propiônico e butírico, além de baixa produção de nitrogênio amoniacal (McDonald, 2001). Os principais fatores que podem interferir na qualidade da fermentação de silagem são o gerenciamento do processo como a adequada compactação e vedação rápida, permitindo o menor tempo de contato com o ar, o abaixamento rápido do pH entre outros fatores. Os resultados obtidos demonstram que a reensilagem do material reduziu os teores de ácido lático e aumentou os teores de ácido propiônico. Isto é de certa forma esperado uma vez que a exposição da silagem ao ar permite o crescimento de microrganismos aeróbios deterioradores da silagem, como fungos, leveduras e algumas bactérias, que podem utilizar os ácidos graxos voláteis em seu metabolismo. Assim um dos principais produtos consumidos é o ácido lático, que pode ser utilizado por leveduras resultando em produção de CO₂ e água (Tabacco, 2011).

É possível notar que o uso de inoculantes com cultura de bactérias formadas por *L. plantarum* e *P. acidipropionici*, afetou a concentração de ácido lático e propiônico no material. Isto porque o inoculante proporcionou maior consumo de ácido lático, que pode ser transformado em ácido propiônico devido a ação da *P. acidipropionici* que utiliza além de carboidratos, ácido lático como substratos durante o processo de fermentação (Filya et al, 2004).

O processo de fermentação do silo produz compostos voláteis que podem levar a redução da MS do material ensilado (Kristensen et al., 2010). As silagens reensiladas apresentaram maiores perdas por efluentes e por produção de gases que as silagens convencionais, não havendo diferença nas perdas de matéria seca total. Trabalho publicado por Chen e Weinberg (2014) também não encontrou diferença para perda de matéria seca de silagens de milho reensiladas após até 48 horas de exposição ao ar. Já as silagens

inoculadas apresentaram maiores perdas por efluentes e de matéria seca total. Resultado semelhante foi encontrado por Tabacco et al., 2011, que também encontraram maiores perdas de matéria seca em silagens inoculadas com aditivos microbianos em comparação as silagens convencionais.

A estabilidade aeróbia é fator determinante na qualidade da silagem. O processo de reensilagem e o uso de inoculante não afetou a estabilidade aeróbia das silagens. Entretanto foi observado que o uso de inoculante microbiano reduziu a concentração de leveduras do material. Isso pode estar relacionado à maior produção de ácido propiônico na silagem inoculada, que age como um importante inibidor do crescimento de leveduras (Filya et al, 2004). Tabacco et al., (2009) observaram que acima de $5 \log_{10}$ UFC por g^{-1} de levedura é capaz de reduzir a estabilidade aeróbia do material, porém no estudo foram encontrados valores superiores, sem que alterasse a estabilidade do material.

Com a abertura do silo algumas leveduras que utilizam ácido lático em condições aeróbias começam a se desenvolver, elevando o pH da silagem (Muck, 2010). Em todos os tratamentos foi observado aumento do pH com o aumento do tempo de estabilidade aeróbia. Entretanto este aumento foi maior nas silagens inoculadas com aditivos microbianos. O motivo pode estar relacionado ao maior pH da silagem inoculada na abertura do silo o que pode promover o crescimento mais rápido de microrganismos indesejáveis, que não são tolerantes ao pH muito baixo.

CONCLUSÃO

Silagens de sorgo bem conservadas podem ser realocadas por um tempo de até 12 horas de exposição ao ar sem perda de valor nutritivo. Nos casos em que o processo de fermentação do material ocorra de forma adequada o uso de inoculante microbiano não é necessário para garantir o sucesso da operação de reensilagem.

Referências

- AOAC International. 2005. Official Methods of Analysis. 16th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
- Chen, Y., and Z. G. Weinberg, 2014. The effect of relocation of whole-crop wheat and corn silages on their quality. *J. Dairy Sci.* 97:406-410.
- Filya, I. G. Ashbell, Y. Hen, and Z. G. Weinberg. 2000. The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 88:39-46.
- Filya, I., E. Sucu, and A. Karabulut. 2004. The effect of *Propionibacterium acidipropionici*, with or without *Lactobacillus plantarum*, on the fermentation and aerobic stability of wheat, sorghum and maize silages. *J. App. Microbiol.* 97:818-826.
- Filya, I., E. Sucu, and A. Karabulut. 2006. The effects of *Propionibacterium acidipropionici* and *Lactobacillus plantarum*, applied at ensiling, on the fermentation and aerobic stability of low dry matter corn and sorghum silages. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 33:353-358.
- Holden L. A. 1999 Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. *J. Anim.Sci.* 68:3832–3842.
- Jobim, C.C., L. G. Nussio, R. A. Reis, and P. Shimidt. 2007. Methodological advances in evaluation of preserved forage quality. *R. Bras. Zootec.* 36:101–119.
- Kristensen, N. B., K. H. Sloth, O. Hojberg, N. H. Spliid, C. Jensesn, and R. Thogersen. 2010. Effects of microbial inoculants on corn silage fermentation, microbial contents, aerobic stability, and milk production under field conditions. *J. Dairy. Sci.* 93:3764-3774.

- Lima, E. M., L. C. Gonçalves, K. M. Keller, J. A. V. Rodrigues, F. P. C. Santos, P. H. F. Michel, V. S. Raposo, and D. G. Jayme. 2016. Re-ensiling and its effects on chemical composition, *in vitro* digestibility, and quality of corn silage after different lengths of exposure to air. *Can. J. Anim. Sci.* 0:1-26.
- McDonald, P., A. R. Henderson, and S. J. E. Heron. 1991. *The Biochemistry of Silage*. 2nd ed. Chalcombe Publications, Bucks, UK.
- Muck, R. E. 2010. Silage microbiology and its control through additives. *R. Bras. Zootec.* 39:183-191.
- National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Pahlow, G., R. E. Muck, F. Driehuis, S. J. W. H. Oude Elferink, and S. F. Spoelstra. 2003. Chapter 2: Microbiology. Pages 31–93 in *Silage Science and Technology*. Agronomy Monograph 42. D. R. Buxton, R. E. Muck, and J. H. Harrison, ed. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Pitt, J.I. and A. D. HOCKING. 2009. *Fungi and Food Spoilage* 3rd ed. New York: Springer.
- Ranjit, N. K., and L. Kung Jr.. 2000. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *J. Dairy Sci.* 83:526–535.
- Van Soest P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74:3583–3597.
- Silva, D. J. and A. C. Queiroz A. C. 2002. *Análise de Alimentos; métodos químicos e biológicos* 3th ed. Viçosa, Minas Gerais, Brazil. UFV.

- Tabacco, E., S. Piano, L. Cavallarin, T. F. Bernardes, and G. Borreani. 2009. Clostridia spore formation during aerobic deterioration of maize and sorghum silages as influenced by *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* inoculants. *J. App. Microbiol.* 107:1632-1641
- Tabacco, E., F. Righi, A. Quarantelli, and G. Borreani. 2011. Dry matter and nutritional losses during aerobic deterioration of corn and sorghum silages as influenced by different lactic acid bacteria inocula. *J. Dairy Sci.* 94:1409-1419.
- Tilley J. M. A., and R. A. TERRY. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass Forage Sci.* 18:104–111.

Tabela 1. Composição química da silagem de sorgo reensilada e tratada com inoculante

Parâmetro (g kg ⁻¹ MS)	Tratamentos				EPM	P-valor		
	Controle		Inoculante			I	R	I x R
	SIL	RE	SIL	RE				
MS	263,9	264,3	245,8	259,2	0,37	NS	NS	NS
Cinzas	41,8	45,1	46,6	43,7	0,08	NS	NS	*
PB	83,2	90,2	84,6	91,7	0,17	NS	NS	NS
PIDN	18,9	21,6	23,9	22,7	0,06	*	NS	NS
PIDA	12,9	13,8	13,5	13,1	0,03	NS	NS	NS
EE	27,7	24,5	25,8	25,4	0,08	NS	NS	NS
FDN	600,7	619,5	634,0	648,9	0,65	**	NS	NS
FDNcp	568,4	584,5	613,2	611,7	0,73	**	NS	NS
FDA	337,9	334,0	325,4	349,0	0,54	NS	NS	NS
FDAcp	324,3	318,9	310,9	334,8	0,54	NS	NS	*
CNF	246,7	220,6	202,6	190,3	0,72	**	NS	NS
Lignina	40,9	37,9	37,9	38,5	0,10	NS	NS	NS
DIVMS	636,8	633,5	628,3	604,8	0,52	*	NS	NS

SIL, silagem; RE, reensilagem; MS, matéria seca; PB, proteína bruta; PIDN, proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA, proteína insolúvel em detergente ácido; EE, extrato etéreo; FDN, fibra insolúvel em detergente neutro; FDN, fibra insolúvel em detergente neutro corrigida pra cinzas e proteína; FDA, fibra insolúvel em detergente ácido; FDAcp, fibra insolúvel em detergente ácido; CNF, carboidratos não fibrosos; DIVMS, digestibilidade *in vitro* da matéria seca; EPM, erro padrão da média; I, efeito do inoculante; R, efeito da reensilagem; I x R, efeito da interação; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; NS, não significativo.

Tabela 2. Qualidade da fermentação da silagem de sorgo reensilada tratada com inoculante

Parâmetro (g kg ⁻¹ MS)	Tratamentos				EPM	P-valor		
	Controle		Inoculante			I	R	I x R
	SIL	RE	SIL	RE				
pH	3,98	3,98	4,05	4,42	0,07	**	NS	NS
NH ₃ -N/NT (g kg ⁻¹)	31,5	25,7	34,9	28,0	0,14	NS	*	NS
Ácido lático (g kg ⁻¹ MS)	75,65	42,74	17,82	15,23	0,70	**	*	NS
Ácido acético (g kg ⁻¹ MS)	11,66	38,45	29,91	30,38	0,46	NS	NS	NS
Ácido propiônico (g kg ⁻¹ MS)	1,46	4,68	3,97	12,78	0,14	*	**	NS
Ácido butírico (g kg ⁻¹ MS)	4,15	1,14	7,20	7,17	0,11	NS	NS	NS
Gás (%)	5,47	6,37	11,08	12,55	1,13	*	NS	NS
Efluente (g kg ⁻¹)	184,64	415,97	235,74	496,86	3,05	**	**	NS
Total (%)	6,60	13,09	14,21	13,90	1,50	*	NS	NS

SIL, silagem; RE, reensilagem; NH₃, nitrogênio amoniacal; NT, nitrogênio total, EPM, erro padrão da média; I, efeito do inoculante; R, efeito da reensilagem; I x R, efeito da interação; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; NS, não significativo.

Tabela 3. Estabilidade aeróbia, pH durante o teste de estabilidade e contagem de microrganismos total no momento da abertura e após a perda de estabilidade aeróbia da silagem de sorgo reensilada e tratada com inoculante.

Parâmetros	Controle		Inoculante		EPM	P-valor		
	SIL	RE	SIL	RE		I	R	I x R
Estabilidade aeróbia	240	225.6	240	206.4	8.49	NS	NS	NS
ph	4.12	4.29	4.50	4.82	0.06	*	NS	NS
Contagem microbiana abertura								
Bactéria (Log10 UFC g-1)	5.40	5.82	6.04	5.69	0.15	NS	NS	NS
Levedura (Log10 UFC g-1)	2.89	2.53	3.11	3.09	0.17	NS	NS	NS
Fungo (Log10 UFC g-1)	2.90	2.54	2.25	3.02	0.18	NS	NS	NS
Contagem microbiana após perda de estabilidade								
Bactéria (Log10 UFC g-1)	5.86	6.92	6.09	5.45	0.18	NS	NS	NS
Levedura (Log10 UFC g-1)	5.76	6.03	1.99	2.15	0.54	*	NS	NS
Fungo (Log10 UFC g-1)	4.01	6.31	3.88	2.14	0.43	NS	NS	NS

SIL, silagem; RE, reensilagem; EPM, erro padrão da média; I, efeito do inoculante; R, efeito da reensilagem; I x R, efeito da interação; * $P < 0.05$; NS, não significativo.

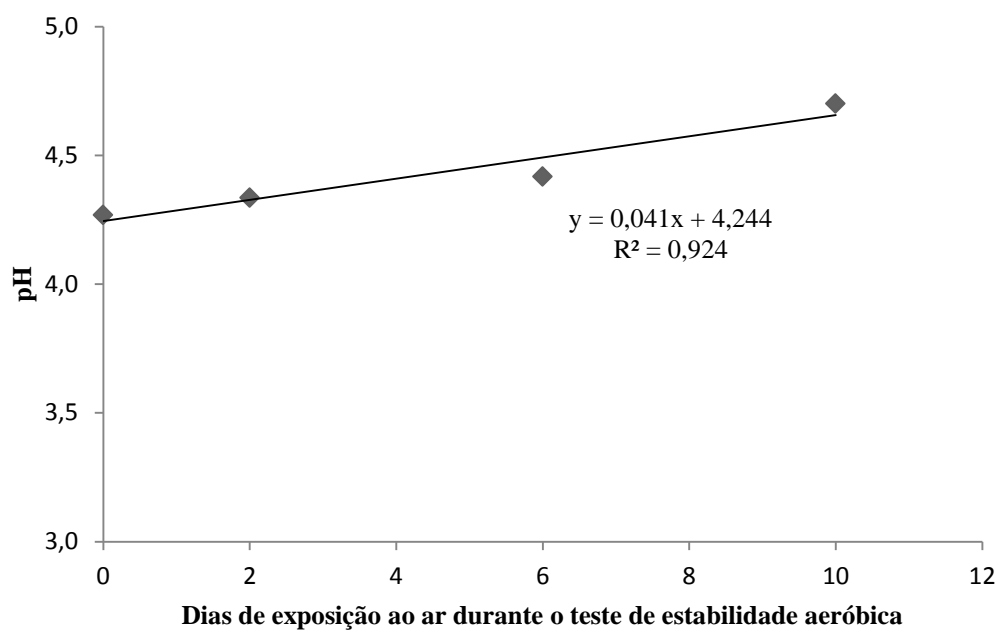


Figura 1. Variação no pH durante o teste de estabilidade aeróbica após período de exposição ao ar.