



**Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

**ESTABILIDADE E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE  
SILAGEM DE GRÃOS DE SORGO EM FUNÇÃO DE  
REIDRATAÇÃO E USO DE INOCULANTE**

**MÔNICA ROMANA MARTINS**

**2022**

**MÔNICA ROMANA MARTINS**

**ESTABILIDADE E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE SILAGEM DE GRÃOS DE SORGO EM  
FUNÇÃO DE REIDRATAÇÃO E USO DE INOCULANTE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Zootecnia no Semiárido, para obtenção do título de Mestre.

**Orientador**  
**Prof. Dr. Ignacio Aspiazú**

**Janaúba**  
**2022**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de  
Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Martins, Mônica Romana

M379e Estabilidade e composição bromatológica de silagem de grãos de sorgo em função  
de reidratação e uso de inoculante [manuscrito] / Mônica Romana Martins. – 2022.  
41 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,  
Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2022.

Orientador: Prof. D. Sc. Ignácio Aspiazú.

1. Grãos. 2. Sorgo. 3. Sorgo Silagem. I. Aspiazú, Ignácio. II. Universidade  
Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 633.62



**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**  
**Universidade Estadual de Montes Claros**  
**Mestrado em Zootecnia**

Declaração - UNIMONTES/PRPG/PPGZ - 2022

Montes Claros, 17 de fevereiro de 2022.

**MÔNICA ROMANA MARTINS**

**ESTABILIDADE E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE SILAGEM DE GRÃOS DE SORGO  
EM FUNÇÃO DE REIDRATAÇÃO E USO DE INOCULANTE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Zootecnia no Semiárido, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

**APROVADA em 17 de fevereiro de 2022.**

Dr. Ignacio Aspiazú/ Presidente/ UNIMONTES

Dr. Daniel Ananias Assis Pires/ Membro Interno/UNIMONTES

Dr. Flávio Pinto Monção/ Membro Interno/ UNIMONTES

Dra. Leidy Darmony de Almeida Rufino/ Membro Externo/ EPAMIG NORTE

JANAÚBA, MINAS GERAIS – BRASIL/2022



Documento assinado eletronicamente por **Ignacio Aspiazú, Professor(a)**, em 17/02/2022, às 11:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Daniel Ananias de Assis Pires, Professor de Educação Superior**, em 25/02/2022, às 11:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#)



Documento assinado eletronicamente por **Leidy Darmony de Almeida Rufino, Chefe Geral**, em 28/04/2022, às 13:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Flávio Pinto Monção, Usuário Externo**, em 02/05/2022, às 11:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.mg.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **42410400e** e o código CRC **03B8F262**.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me amparar em cada momento desta etapa e me mostrar que seguir em frente é sempre a chave para o crescimento.

Aos meus pais Sebastião Pereira Martins (*in memoriam*) e Eugênia Romana Martins (*in memoriam*), pela minha formação pessoal e por todos os ensinamentos, em especial à minha linda e amada madrinha Júlia Francisca de Jesus (*in memoriam*), por todo cuidado que sempre teve comigo, e por não medir esforços para minha felicidade; agradeço o amor incondicional.

Ao meu esposo, Márcio Adriano Santos, por toda a ajuda em todas as etapas do experimento, pelos ensinamentos, paciência e companheirismo. Meu exemplo de dedicação. Ao meu filho, Enzo Gabriel Martins dos Santos, por compreender as minhas ausências, pelo amor e pela alegria.

Aos meus irmãos (Somos nove, com Deus, dez!), por todo apoio e carinho, e a toda minha família que sempre esteve comigo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ignacio Aspiazú, e ao coorientador Prof. Dr. Daniel Ananias de Assis Pires por todos ensinamentos e dúvidas esclarecidas. Obrigada, pelas palavras de incentivo e contribuições para a conclusão deste trabalho.

Ao professor Dr. Flávio Monção, por sempre estar disponível, pela ajuda na condução do experimento e nas análises estatísticas.

Aos colegas da Pós-graduação, pela amizade, pela ajuda no experimento e por compartilharem conhecimentos.

À Universidade Estadual de Montes Claros, em especial ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, por fornecer o aporte necessário para o desenvolvimento deste trabalho.

Enfim, a todos aqueles que de alguma forma colaboraram para que este trabalho se tornasse uma realidade.

Muito obrigada!

## Sumário

<b>NORMAS DA REVISTA CIENTÍFICA</b> .....	7
<b>RESUMO GERAL</b> .....	8
<b>GENERAL ABSTRACT</b> .....	9
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	9
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	10
2.1 Cultura do sorgo .....	10
2.2 Características dos grãos de Sorgo.....	11
2.3 Técnica de ensilagem de grãos reconstituídos .....	12
2.4 Uso de inoculantes em silagens reidratadas.....	13
<b>3 REFERÊNCIAS</b> .....	15
<b>4 CAPÍTULO 1 – Silagem de grãos de sorgo em função da reidratação e uso de inoculante</b>	20
<b>RESUMO</b> .....	20
4.1 INTRODUÇÃO .....	21
4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	22
4.3 RESULTADOS .....	25
4.4 DISCUSSÃO .....	27
4.5 CONCLUSÕES.....	29
4.6 REFERÊNCIAS.....	30
4.7 TABELAS.....	33
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	41

## **NORMAS DA REVISTA CIENTÍFICA**

Esta dissertação segue as premissas básicas da Revista Brasileira de Zootecnia. Link:  
<https://www.rbz.org.br/pt-br/>

## RESUMO GERAL

MARTINS, Mônica Romana. **Estabilidade e composição bromatológica de silagem de grãos de sorgo em função de reidratação e uso de inoculante**. 2022. 41p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brasil.<sup>1</sup>

A pecuária brasileira, com destaque para os animais ruminantes, é uma das atividades de maior importância econômica e social. Contudo, a alimentação desses depende de estratégias capazes de melhorar a eficiência nutricional. Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos de diferentes níveis de reidratação e o uso de inoculante enzimático-bacteriano na ensilagem de grãos de sorgo sobre a estabilidade aeróbia e a composição bromatológica. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em fatorial 4 x 2, com oito repetições. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de umidade (25; 30; 35 e 40 %), sem e com o uso de um inoculante. As silagens com 30, 35 e 40 % de umidade apresentaram maior estabilidade. Todos os tratamentos apresentaram temperaturas constantes até as 48 h de exposição aeróbica. Após esse período, houve elevação nos níveis de umidade de 25 e 40 %, com quebra da estabilidade aeróbia após 96 horas. As silagens com 25 % de umidade apresentaram os maiores valores de pH (sem e com inoculação). Para matéria seca, os aumentos dos níveis de umidade a cada 1% promoveram redução nessa variável de 0,87 %. Para fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas, houve efeito quadrático com ponto de mínima de 7,66 % na umidade de 38,21 %. Para nutrientes digestíveis totais e carboidratos não-fibrosos os melhores níveis de inclusão de água foram de 39,71 e 39,41 %. O uso do inoculante aumentou os níveis de proteína bruta em todos os níveis de umidade e reduziu a digestibilidade in vitro da matéria seca na umidade de 25 %. A produção de uma boa silagem de grão de sorgo reidratado é possível com níveis de umidade entre 30 e 40 %. O uso do inoculante enzimático-bacteriano não melhora a estabilidade das silagens de grãos reconstituídos de sorgo.

**Palavras-chave:** pH, proteína, temperatura, umidade

<sup>1</sup>**Comitê de Orientação:** Prof. Ignacio Aspiazú – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMOTES (Orientador); Prof. Daniel Ananias de Assis Pires – Departamento de Ciências Agrárias /UNIMOTES (Co-Orientador).



## GENERAL ABSTRACT

MARTINS, Mônica Romana. **Stability and chemical composition of sorghum grain silage as a function of rehydration and inoculant use.** 2022. 41p. Dissertation (Master's degree in Animal Science) - State University of Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil.<sup>1</sup>

Brazilian livestock, with emphasis on ruminant animals, is one of the most important economic and social activities. However, the feeding of these depends on strategies capable of improving nutritional efficiency. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effects of different levels of rehydration and the use of enzymatic-bacterial inoculant in sorghum grain silage on aerobic stability and chemical composition. The design used was completely randomized, in a 4 x 2 factorial, with eight replications. The treatments consisted of four levels of humidity (25; 30; 35 and 40 %), without and with the use of an inoculant. The silages with 30, 35 and 40 % moisture showed greater stability. All treatments showed constant temperatures up to 48 h of aerobic exposure. After this period, there was an increase in humidity levels of 25 and 40 %, with a break in aerobic stability after 96 hours. The silages with 25% moisture had the highest pH values (without and with inoculation). For dry matter, increases in moisture levels every 1 % promoted a reduction in this variable of 0.87 %. For neutral detergent fiber corrected for ash and proteins, there was a quadratic effect with a minimum point of 7.66 % in humidity of 38.21 %. For total digestible nutrients and non-fibrous carbohydrates the best levels of water inclusion were 39.71 and 39.41%. The use of the inoculant increased crude protein levels at all moisture levels and reduced in vitro dry matter digestibility at 25 % moisture. The production of good rehydrated sorghum grain silage is possible with moisture levels between 30 and 40 %. The use of bacterial-enzymatic inoculant does not improve the stability of reconstituted sorghum grain silages.

Keywords: pH, protein, temperature, moisture

<sup>1</sup>Guidance committee: Prof. Ignácio Aspiazú – Department of Agrarian Sciences/UNIMOTES (Adviser); Prof. Daniel Ananias de Assis Pires – Department of Agrarian Sciences /UNIMONTES (Co-adviser).

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o principal país produtor de bovinos do mundo. Possui o maior plantel comercial global, estimado em 218 milhões de cabeças, o que representa cerca de 14,3% de todo o rebanho produzido no planeta (FAOSTAT, 2020). Diante da importância econômica deste setor, a adequada alimentação destes animais torna-se de fundamental importância para garantir ganhos em produtividade, qualidade e lucratividade.

A nutrição animal adequada depende de estratégias capazes de garantir alimentos de qualidade durante todo o ano. Sabe-se que no Brasil, devido às sazonalidades climáticas, ocorre escassez da produção de forragens em algumas épocas. Diante disso, o uso de silagens de plantas forrageiras ou de grãos são fundamentais para suprir as necessidades nutricionais dos animais nesse período. A ensilagem consiste na conservação dos alimentos mediante a fermentação em condições de anaerobiose, com o intuito de manter a qualidade por longos períodos (Silva et al., 2015).

No processo de ensilagem, diversos cereais podem ser utilizados. Contudo, o sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) tornou-se de grande interesse devido às características fenotípicas, as quais determinam facilidade de cultivo e elevada produtividade em ambientes pouco favoráveis. E isso está aliado ao bom valor nutritivo e à concentração de carboidratos solúveis, principalmente nos grãos, essenciais para uma adequada fermentação láctica (Neumann et al., 2002; Chieza et al., 2008). Esse cereal é o quinto mais importante do mundo (FAOSTAT, 2020). No Brasil, a produção de sorgo do tipo granífero está concentrada nos estados de Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso, Bahia e Tocantins que representam cerca de 92% da produção do país.

Diante da importância econômica, o armazenamento dos grãos de sorgo torna-se fundamental. Atualmente, o uso de silos para esse processo requer instalações que exigem altos investimentos em estruturas físicas, que, mesmo assim, não os deixam isentos de perdas ocasionadas por insetos e roedores (Mombach et al., 2019). Diante disso, um método que vem sendo usado para melhor conservar e garantir a qualidade do produto final é a técnica de ensilagem dos grãos moídos e reconstituídos quanto ao teor de umidade.

A silagem de grãos reconstituídos ou reidratados consiste, basicamente, na hidratação dos grãos duros, triturados, ou seja, devolve a umidade dos grãos para que este seja fermentado em sistema anaeróbio (Mombach et al., 2018). Os processos de trituração,

reidratação e ensilagem podem aumentar a digestibilidade do amido no rúmen e trato gastrointestinal dos ruminantes, através da redução da integridade da matriz proteica que circunda os grânulos de amido, permitindo, assim, um maior ataque enzimático das enzimas microbianas ou intestinais (Arcari et al., 2016). Dessa maneira, ensilar grãos de cereais reidratados apresenta vantagens, tanto para o gerenciamento do armazenamento quanto para o valor nutritivo. Contudo, não se sabe ao certo qual o quantitativo de reidratação dos grãos de sorgo é adequado para obter melhor valor nutricional da silagem produzida.

Na ensilagem de grãos reconstituídos também deve-se destacar o uso de inoculantes. Estes são aditivos estimulantes, não-nutritivos (Vilela, 1998), utilizados em silagens visando acelerar o processo fermentativo e melhorar a conservação. São compostos por bactérias ácido-láticas, adicionados ou não de enzimas (celulases, amilases e hemicelulases) (Marchiori et al., 2005).

Para potencializar o aproveitamento dos nutrientes dos grãos de sorgo na dieta dos animais, o uso da silagem de grãos reidratados pode ser uma opção adequada, principalmente nos períodos que ocorrem maior escassez de forragem.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Cultura do sorgo**

O Sorgo, *Sorghum bicolor* L. Moench, originário do continente africano, é uma espécie do tipo C4, de dia curto e com altas taxas fotossintéticas (Magalhães et al., 2003). Pertencente à família Poaceae possui grande variedade de cultivares amplamente cultivadas, podendo ser classificadas em cinco grupos: granífero, forrageiro, vassoura, sacarino e biomassa (Purcino, 2011).

Dos cinco grupos, o granífero é o que tem maior expressão econômica, estando entre os cinco cereais mais cultivados em todo o mundo (FAOSTAT, 2022). A produção de sorgo granífero no Brasil está concentrada em uma área plantada de 880,3 mil hectares, com produção estimada de 2.769,3 mil toneladas, o que resulta em um rendimento médio nacional de 3,2 ton ha<sup>-1</sup> de grãos. Os estados com maior produtividade são Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso, Bahia e Tocantins, que representam cerca de 92% da produção do país. O estado de Minas Gerais concentra cerca de 31,2% da produção nacional, com produtividade média de 3,8 t ha<sup>-1</sup> de grãos (IBGE-PAM, 2020).

Uma característica importante e peculiar ao cultivo de sorgo é sua capacidade de tolerar e sobreviver sobre uma ampla variação de ambientes, principalmente em condições de baixa umidade, quando comparado à maioria dos outros cereais (Ribas, 2008). Nas últimas décadas, de forma crescente, essa cultura tem sido utilizada no processo de ensilagem devido a sua facilidade de cultivo, tolerância ao déficit hídrico, teor energético, elevada digestibilidade, produtividade e adaptação a ambientes secos e quentes, quando submetido a manejo adequado, sendo uma alternativa para alimentação animal (Xin et al., 2009; Albuquerque et al., 2011).

## **2.2 Características dos grãos de Sorgo**

Devido à diversidade genética do sorgo, o grão pode variar amplamente em tamanho, forma, coloração e dureza. Normalmente é redondo, com parte da sua superfície achatada (Reichert et al., 1988). Apresenta peso de mil sementes variando de 19 a 35,1 g (Emygdio, et al., 2016).

O grão de sorgo é constituído principalmente por três estruturas físicas: pericarpo, endosperma e gérmen. O pericarpo é o revestimento fibroso, com função de proteção física, correspondendo a 6% do grão. O gérmen, que é a estrutura germinativa, é rico em lipídeos, proteínas de reserva, enzimas e minerais, representando 10% do grão. Já o endosperma é onde está estocado a maioria das proteínas e amido, correspondendo a 84% (Rooney e Serna-Saldivar, 1991).

O endosperma é composto por duas frações diferentes, uma denominada de porção farinácea e a outra de porção vítrea. No endosperma farináceo, os grânulos de amido são esféricos e esparsos, não havendo matriz proteica envolvendo as estruturas, o que torna o amido mais disponível ao ataque enzimático. Já no endosperma vítreo, os grânulos de amido estão firmemente aderidos pela matriz proteica que os circundam e pelos corpos proteicos, não deixando espaços vagos entre os grânulos de amido (Antunes, 2010). Nesse sentido, vitreosidade é o termo utilizado para designar a proporção de endosperma vítreo em relação ao endosperma total, obtida por dissecação dos grãos (Correa et al., 2002).

Ao se considerar aspectos relacionados à nutrição animal, quanto maior a vitreosidade do endosperma dos grãos, maior é a resposta ao processamento do grão (Correa et al., 2002). Ou seja, maior a presença de prolaminas, que são proteínas ricas em

aminoácido prolina, que apresenta baixa solubilidade em água e no fluido ruminal. Sua hidrofobicidade limita a digestão do amido, principalmente pelos microrganismos ruminais e também pelas enzimas do trato digestório total (Owens e Zinn, 1986; Giuberti et al., 2012).

Nesse sentido, a aplicação de diferentes métodos no processamento pode melhorar o valor nutricional dos grãos de sorgo com estágio avançado de maturação, visando potencializar a fermentação do amido no rúmen (Ferraretto, Crump, e Shaver, 2013). Podem-se destacar os métodos de moagem (Owsley et al., 1981; Healy et al., 1994), Laminação (Lage, Neto, Malacco, e Coelho, 2017) e Floculação (Pereira e Antunes, 2007; Lage, et al., 2017). Dessa maneira, estes têm como principal objetivo a quebra das barreiras físicas do grão, possibilitando assim, expor os grânulos de amido à digestão, melhorando a eficiência de utilização de nutrientes dos alimentos pelos microrganismos ruminais e pelo trato digestório total (Correa et al., 2002).

### **2.3 Técnica de ensilagem de grãos reconstituídos**

O processo de ensilagem é uma prática de conservação de alimentos que consiste na fermentação dos açúcares solúveis por bactérias ácido-láticas (BAL) (Muck et al., 2010), levando à rápida redução do pH (McDonald, 1991) e, conseqüentemente, à inibição do desenvolvimento de microrganismos indesejados (Henderson, 1993).

Nessa linha de pensamento, a técnica de ensilagem de grãos reconstituídos consiste, basicamente, na adição de água para alcançar o teor adequado dos grãos úmidos (estágio Pastoso), o que propicia sua fermentação e seu armazenamento como silagem (Pereira et al., 2013).

A silagem de grãos reconstituídos ou reidratados é uma alternativa interessante, pois melhoram a qualidade da silagem aumentando a digestibilidade do grão (Ferraretto et al., 2018). Seu uso na alimentação animal pode melhorar o desempenho deste, em razão do maior aproveitamento dos nutrientes da dieta, principalmente do amido (Bolson et al., 2020). No estudo desenvolvido por Arcari et al. (2016), o uso do milho ensilado reidratado aumentou a digestibilidade aparente total do amido em 8% e a produção de leite em 2,1 litros/vaca/dia.

Ademais, é uma técnica vantajosa, que visa aproveitar o grão que está em estágio avançado de maturação, bem como resolver problemas relacionados ao armazenamento,

uma vez que, requer instalações que exigem altos investimentos, estando sujeito, mesmo assim, às perdas ocasionadas por insetos e roedores (Mombach et al., 2019).

Quando o grão de sorgo é devidamente reidratado e ensilado, há aumento na digestibilidade do amido do grão devido à fragilização e ao rompimento parcial da matriz proteica, proporcionada pelos ácidos orgânicos produzidos durante o processo de fermentação (Hoffman et al., 2011). A produção de ácidos orgânicos em uma silagem de grãos úmidos, tais como ácido lático, acético e propiônico, depende das boas práticas de confecção, do estágio de maturação e, conseqüentemente, umidade dos grãos, e da população de microrganismos do material ensilado (Kung Jr et al., 2018).

O maior teor de ácido lático é indicativo de uma silagem de melhor qualidade, enquanto que o teor de ácido butírico indica perdas significativas de matéria seca, redução da aceitabilidade e da estabilidade da silagem (Lopes et al., 2005).

De acordo com o trabalho realizado por Rezende et al. (2014), avaliando o perfil fermentativo e estabilidade aeróbia em milho submetido à reidratação (níveis variados de água: 30, 35 e 40%), houve melhora na estabilidade aeróbia, com média de 40 h de exposição ao ar para perda da estabilidade aeróbia.

Silva et al. (2014) avaliaram os efeitos de diferentes procedimentos de reconstituição do grão de sorgo sobre a degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e do amido, e concluíram que o processamento de reidratação por três dias com aplicação de ar comprimido e ensilagem por trinta dias aumentou a degradabilidade efetiva da matéria seca e do amido dos grãos de sorgo.

Pereira (2012) avaliou a degradabilidade ruminal do milho e sorgo moídos em diferentes granulometrias reidratados ou não, e verificou que grãos de milho e sorgo, moídos finos e reidratados com 38% de umidade apresentaram maior degradabilidade da matéria seca (71,6 e 67,1%, respectivamente) que quando moídos secos (42,8 e 41,1%, respectivamente).

#### **2.4 Uso de inoculantes em silagens reidratadas**

Os inoculantes são aditivos estimulantes, não-nutritivos (Vilela, 1998), utilizados em silagens visando acelerar o processo fermentativo e melhorar a conservação. São compostos por bactérias ácido-láticas, adicionados ou não de enzimas fibrolíticas (celulases, amilases e

hemicelulases) (Coan et al., 2005). No processo de fabricação das silagens, elas têm como objetivo a redução rápida do pH da massa ensilada, evitando o crescimento de populações de leveduras, bem como da fermentação clostridial, que são indesejáveis (Muck et al 2018).

Os inoculantes bacterianos são os aditivos mais comuns utilizados. Basicamente, eles se dividem em dois grupos principais de microrganismos: As bactérias homofermentativas e as bactérias heterofermentativas. As homofermentativas são capazes de maximizar a produção de ácido lático e acelerar a queda no pH das silagens a partir da fermentação de açúcares simples, resultando em perdas mínimas de energia e matéria seca (Siqueira, 2013). Dentro deste grupo destacam-se *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, *Streptococcus faecium*, *Enterococcus faecium* e *Lactococcus lactis* (Ávila, 2007). Já as heterofermentativas são capazes de produzir outros ácidos como o acético e propiônico e etanol, com foco em elevar a estabilidade das silagens expostas ao ar. E são compostas, principalmente, por *Lactobacillus buchneri*, *Pediococcus cerevisiae*, *Propionibacterium shermani* e *Propionibacterium acidipropionici* (Danner et al., 2003).

As enzimas utilizadas como inoculante em silagens são formadas, em sua maior parte, por subprodutos microbianos com alguma atividade enzimática (Zopollatto et al., 2009). São usadas no processo de fermentação com o objetivo de aumentar a disponibilidade de açúcares simples, a partir da degradação de carboidratos complexos, para que as bactérias produtoras de ácido lático se desenvolvam e promovam a queda do pH (Lavezzo, 1993).

Zopollatto et al. (2009), em trabalho de revisão, observaram grande diversidade do uso de inoculantes, sendo constituídos por bactérias homofermentativas, heterofermentativas, da mistura destas, bem como da inclusão de enzimas. Contudo, a eficiência desses produtos comerciais nas silagens, depende, dentre outros fatores, da presença de substrato adequado, da população epífita da forragem e da habilidade do inoculante em desenvolver rapidamente na massa ensilada (Zopollatto et al., 2009; Muck et al 2018). Portanto, as bactérias constituintes dos inoculantes devem ser eficientes na competição com a flora microbiana natural da planta, devendo ainda ser efetiva no processo fermentativo (Muck, 1993).

Cruz et al (2021) em seus estudos sobre efeitos da reidratação e uso do inoculante enzimático bacteriano concluíram que o uso desse inoculante melhorou as características

fermentativas, a estabilidade aeróbia e o valor nutricional da silagem de grãos de milho reidratada com água ou soro de leite.

### 3 REFERÊNCIAS

Albuquerque, C. J. B. e Mendes, M. C. 2011. Época de semeadura do sorgo forrageiro em duas localidades do estado de Minas Gerais. *Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia*, 4:116-125 10.5777/PAeT.V4.N1.07

Antunes, R. C. 2010. Utilização de sorgo para gado de leite. p.125-150 In: Simpósio Mineiro de Nutrição de gado de leite. Anais... Escola de Veterinária - UFMG, Belo Horizonte.

Ávila, C. L. D. S. 2007. Isolamento e uso de *Lactobacillus buchneri* na ensilagem de capim - mombaça e cana-de-açúcar. 175f. Tese (Doutorado em Zootecnia - área de concentração em forragicultura e pastagem) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Batalha, C. D. A. 2015. Processamento de grãos de milho para vacas leiteiras em pastagem tropical 2015. 72.p. Dissertação (Mestrado em Ciências) Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

Bellaver, C. e Nones, K. 2000. A importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola. In: Simpósio de Avicultura, 4. Goiânia. Anais...Goiânia: UFG.

Bolson, D. C.; Pereira, D. H.; Pina, D. S.; Xavier, I. M.; Barbosa, P. L.; Pedreira, B. C. e Mombach, M. A. 2020. Corn silage rehydrated with crude glycerin in lambs' diets. *Trop Anim Health Prod*. 52(6):3307-3314. doi: 10.1007/s11250-020-02362-y

Castro, L. P. 2017. Lactation performance of dairy cows fed rehydrated and ensiled corn grain differing in particle size and inclusion in the diet. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, 71p.

Coan, R. M.; Vieira, P. F.; Silveira, R. N.; Reis, R. A.; Malheiros, E. B. e Pedreira, M. S. 2005. Inoculante Enzimático-Bacteriano, Composição Química e Parâmetros Fermentativos das Silagens dos Capins Tanzânia e Mombaça. *Revista Brasileira Zootecnia*. v34.:416-424. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000200008>

Correa, C. E. S.; Shaver, R. D.; Pereira, M. N.; Lauer, J. G. e Kohn, K. 2002. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. *Journal of Dairy Science*, 85:3008– 3012. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74386-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74386-5)

Danner, H.; Holzer, M.; Mayrhuber, E. e Braun, R. 2003. Acetic Acid Increases Stability of Silage under Aerobic Conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, Washington, 69:562-567 .doi: 10.1128/AEM.69.1.562-567.2003

Dalla chiesa, E.; Arboitte, M. Z.; Brondani, I. L.; Menezes, L. F. G.; Restle, J. e Santl, M. A. M. 2008. Aspectos agrônômicos de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*L. Moench) no desempenho e economicidade de novilhos confinados. *Acta Scientiarum Animal Science*, 30:67-73.



EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Milho e Sorgo. 2021. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br>. Acesso em: 15 nov. 2021.

Ferraretto, L. F.; Silva, W. I. F.; Fernandes, T., Kim, D. H. e Sultana, H. 2018. Effect of ensiling time on fermentation profile and ruminal in vitro starch digestibility in rehydrated corn with or without varied concentrations of wet brewers grains. *Journal of Dairy Science*, 101(5):4643- 4649. doi: 10.3168/jds.2017-14329

FAOSTAT, F. 2022. Statistical database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <http://faostat.fao.org/>. Acesso em: 20 Jan. 2022.

Giuberti, G.; Gallo, A. e Masoero, F. 2012. Technical note: Quantification of zeins from corn, highmoisture corn, and corn silage using a turbidimetric method: Comparative efficiencies of isopropyl and tert-butyl alcohols. *J. Dairy Sci.* 95:3384-3389. doi: 10.3168/jds.2011-4995

Gobetti, S. T. C.; Neumann, M.; Oliboni, R. e Oliveira, M. R. 2013. Utilização de silagem de grão úmido na dieta de animais ruminantes. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*. 9:225-239. doi: 10.5777/ambiencia.2013.01.02rb

Healy, B. J.; Hancock, J. D.; Kennedy, G. A.; Bramel-COX, P. J.; Behnke, K. C.; Hines, R. H. 1994. Optimum particle size of corn and hard and soft sorghum for nursery pigs. *Journal of animal Sci.* 72:p2227-2236. doi: 10.2527/1994.7292227x.

Henderson, N. 1993. Silage additives. *Animal Feed Science and Technology* 45:35-56 [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(93\)90070-Z](https://doi.org/10.1016/0377-8401(93)90070-Z)

Hoffman, P. C.; Esser, N. M.; Shaver, R. D.; Coblenz, W. K.; Scott, M. P.; Bodnar, A. L.; Schmidt, R. J. e Charley, R. C. 2011. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high- moisture corn. *Journal of dairy Science, Champaign*, 94:2465-2474 doi: 10.3168/jds.2010-3562

Huck, G. L.; Kreikemeier, K. K. e Bolsen, K. K. 1999. Effect of reconstituting field-dried and early-harvested sorghum grain on the ensiling characteristics of the grain and on growth performance and carcass merit of feedlot heifers. *Journal animal. Science champaign* 77: 1074-1081. doi: 10.2527/1999.7751074x

Huntington, G. B. 1997. Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. *Journal of Animal Science* 75:852-867. doi: 10.2527/1997.753852x

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2022. Sistema IBGE de Recuperação Automática - Sidra. Produção Agrícola Municipal - PAM. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisa/pam>. Acesso em: 20 Jan. 2022.

Kim, I. H.; Hancock, J. D.; Kim, J. H.; Kennedy, G. A.; Hines, R. H.; Behnke, K. C. e Nichols, D. A. 2002. Processing Procedures and Feeding Systems for Sorghum-based Diets Given to Lactating Sows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sci.* 15:1186-1190, doi: 10.5713/ajas.2002.1186

Kung Jr, L.; Shaver, R. D.; Grant, R.J. e Schmidt, R. J. 2018. Silage review: interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, 101:4020-4033. doi: 10.3168/jds.2017-13909

Lage, C. F. de A.; Neto, H. do C. D.; Malacco, V. M. R. e Coelho, S. G. 2017. Características e processamento do grão de milho e sua utilização no concentrado de bezerros em aleitamento. *Nutri Time Revista Eletronica*, 14:1983–9006: Retrieved from <http://www.nutritime.com.br>.

Lopes, A. B. R. C.; Biaggianni, M. A. M.; Berto, D. A.; Sartori, R. e Boft, C. E. 2005. Método de reconstituição da umidade de grãos de milho e a Composição química da massa ensilada. *Biosci.J.*, Uberlandia, 2:95-101.

Lopes, A. B. R. C.; Tse, M. L. P.; Silva, A. M. R.; Neto, M. A. T; Pereira, C. S.; Saleh, M. A. D. e Berto, D. A. 2017. High-moisture sorghum grain silage with low- and high-tannin contents for weanling piglets a a. *Cienc. Rural*. 47(4) <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20151255>

Mcdonald, P.; Henderson, A. R.; Heron, S. J. E. *The biochemistry of silage*. Marlow, Bucks, Uk: Chalcombe Publication., pp.340, 1991.

Mombach, M. A.; Pereira, D. H.; Pina, D. S.; Bolson, D. C. e Pedreira, B. C. 2019. Silage of rehydrated corn grain. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinario e Zootecnia.* , 71:959-966. doi: 10.1590/1678-4162-9676

Mombach, M. A.; Pereira, D. H. e Pina, D. S.; Pereira, O. e Pedreira, B. C. 2018 Rehydration of dry corn grain as an alternative for conservation purposes. *Aust. Journal Crop Science*, v.12:1472-1478 DOI:10.21475/ajcs.18.12.09.PNE1155

Muck, R. E. 2010. Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira de Zootecnia*, x39:183-191 <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300021>

Muck, R. E. 1993. The role of silage additives in making high quality silage. In: *Silage Production from Seed to Animal*. New York. Proceedings... New York: NRAES, 67, p.106-116,

Muck, R. E.; Nadeau, T. A.; McAllister, F. E.; Contreras-Govea, M. C.; Santos, E. L. Kung Jr 2018 . Revisão de silagem: avanços recentes e usos futuros de aditivos para silagem. *Journal of Dairy Science*. 101(5):3980–4000. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13839>

Neumann, M.; Restle, J.; Alves Filho, D. C.; Brondani, I. L.; Pellegrini, L. G. e Freitas, A. K. 2002. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31:293-301. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000200002>

Owens, F. N.; Secrist, D. S.; Hill, W. J. e Gill, D. R. 1997. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. *Journal of Animal Science*, 5:868-879 doi: 10.2527/1997.753868x

Owens, F. N.; Zinn, R. A.; e Kim, Y. K. 1986. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. *Journal of Animal Science*, 63:1634-1648. doi: 10.2527/jas1986.6351634x

Owsley, W. F.; Knabe, D. A. e Tanksley, T. D. 1981. Effect of sorghum particle size on digestibility of nutrients at the terminal ileum and over the total digestive tract of growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 52:557-566. doi: 10.2527/jas1981.523557x.

Purcino, A. A. C. 2011. Sorgo sacarino na Embrapa: histórico, importância e usos. Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/901844>. Acesso: 04 jan 2022.

Pereira, L. G. R. e Antunes, R. C. 2007. O milho na alimentação de gado de leite. In: IV Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite. Belo Horizonte, MG: Escola de Veterinária, UFMG, p. 49-70.

Pereira, M. L. R. 2012. Degradabilidade ruminal in vitro de grão reidratado e ensilado de milho e sorgo com diferentes granulometrias. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias - Veterinária) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

Pereira, M. N.; Pereira, R. A. N.; Bitencourt, L. L.; Dias Júnior, G. S.; Lopes, N. M. e Zacaroni, O. F. 2013. Silagem de milho reidratado na alimentação do gado leiteiro. *Informe Agropecuário*, 34:27-33. Belo Horizonte.

Pinto, R. S.; Costa, K. A. P.; Banyas, V. L. e Ribeiro, M. G. 2012. Qualidade da silagem de grãos úmidos de diferentes forrageiras. *Global Science and Technology*, 05:124–136.

Reichert, R. D.; Mwararu, M. A. e Mukuru. S. Z. 1988. Characterization of colored-grain sorghum lines and identification of high-tannin lines with good dehulling characteristic. *Química de Cereais*. 65:165-170.

Rezende, A. V.; Rabelo, C. H. S.; Veiga, R. M.; Andrade, L. P.; Härter, C. J.; Rabelo, F. H. S.; Basso, F. C.; Nogueira, D. A. e Reis, R. A. 2014. Rehydration of corn grain with acid whey improves the silage quality. *Animal Feed Science and Technology* 197:213-221. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.00>

Ribas, P. M. 2008. Cultivo do sorgo. Disponível em: [http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo\\_4\\_ed/plantio-plantio.html](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_4_ed/plantio-plantio.html) Acesso em: 20 de setembro de 2021.

Rooney, L. W. e Serna-Saldivar, S. O. 1991. Sorghum, in *Handbook of Cereal Science Technology*. p.233-270. (eds K.J. Lorenz; K. Kulp), Marcel Dekker, New York, NY.

Silva, G. M. et al 2015. Fatores anti-qualitativos em silagens. *Revista Eletrônica Nutritime*, 12: 4359-4367.

Silva, J. S.; Borges, A. L. C.; Lopes, F. C. F.; Silva, R. R.; Vieira, A. R.; Duque, A. C. A.; Borges, I.; Rodrigues, J. A. S e Gonçalves, L. C. 2014. Degradabilidade ruminal in situ do sorgo grão em diferentes formas de reconstituição. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 66:1822-1830 <https://doi.org/10.1590/1678-6731>

Siqueira, G. R. 2013. Aditivos Associados à Ensilagem. In: Reis RA, Bernardes TF, Siqueira GR. *Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão de recursos forrageiros*. p. 689-698. 1. ed. Jaboticabal-SP: Funep.

Theurer, C. B. 1986. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *Journal of Animal Science*, 63:1649-1662. doi: 10.2527/jas1986.6351649x.

Vilela, D. 1998. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35. Botucatu. Anais... Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia.

Xin, Z.; Aiken, R. e Burke, J. 2009. Genetic diversity of transpiration efficiency in sorghum. *Field Crops Research*, Warwick, v111:74-80 <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2008.10.010>

Zopollatto, M.; Daniel; J. L. P. e Nussio, L. G. 2009. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. *R. Bras. Zootec.*, 38:170-189. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300018>

Ward, R. 2000. Fermentation analysis: use and interpretation. pp. 117–135. In: Tri-State Dairy Nutrition Conference, Fort Wayne, Indiana, USA.

#### **4 CAPÍTULO 1 – Silagem de grãos de sorgo em função da reidratação e uso de inoculante**

##### **RESUMO**

Foi avaliado o efeito de diferentes níveis de reidratação e o uso de inoculante enzimático-bacteriano na estabilidade e composição bromatológica de silagem de grãos de sorgo. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em fatorial 4 x 2, com oito repetições. Onde, os grãos de sorgo triturados foram reconstituídos com quatro níveis de umidade (25; 30; 35 e 40%), sem e com o uso de inoculante. As silagens com 30; 35 e 40% de umidade apresentaram maior estabilidade. Entretanto, entre esses, os dois primeiros níveis mantiveram as mais baixas temperaturas sem e com o uso de inoculante. Todos os tratamentos apresentaram temperaturas constantes até as 72 h de exposição aeróbica. Após esse período, houve elevação nos níveis de umidade de 25 e 40%, com quebra da estabilidade aeróbia após 96 horas. As silagens com 25% de umidade apresentaram os maiores valores de pH (sem e com inoculação) comparado aos demais níveis de umidade. Para os teores de MS os aumentos dos níveis de umidade a cada 1% promoveram redução da MS de 0,87%. Para FDNcp foi observado efeito quadrático com acúmulo no ponto de mínima de 7,66% na umidade de 38,21%. Para NDT e CNF os melhores níveis de inclusão de água foram de 39,71 e 39,41% que promoveram um acúmulo máximo de 79,21 e 75,66% nessas variáveis, respectivamente. Foi observada interação significativa entre os efeitos do inoculante e os níveis de umidade somente para os teores de PB e a digestibilidade in vitro da matéria seca da silagem (DIVMS). O uso do inoculante reduziu a DIVMS da silagem na umidade de 25%. A produção de uma boa silagem de grão de sorgo reidratado é possível com níveis de umidade entre 30 e 40%. O uso do inoculante enzimático-bacteriano não teve efeito sobre os padrões de fermentação e composição química das silagens.

**Palavras-chave:** pH, proteína, temperatura, umidade

## 4.1 INTRODUÇÃO

A nutrição animal é um fator determinante no sucesso da atividade pecuária. Na busca por eficiência, lucratividade e sustentabilidade o processo de ensilagem tornou-se uma técnica essencial e viável, pois conserva os alimentos, garantindo sua qualidade por longos períodos (Gobetti et al., 2013).

No processo de ensilagem diversos cereais podem ser utilizados, contudo, o sorgo tornou-se de grande interesse devido a sua facilidade de cultivo, tolerância ao déficit hídrico, teor energético, alta digestibilidade, produtividade e adaptação a ambientes secos e quentes (Xin et al., 2009; Albuquerque et al., 2011). No entanto, o uso desse cereal apresenta algumas limitações, especialmente relacionadas ao uso dos grãos secos na alimentação animal, devido à vitreosidade e às perdas durante o armazenamento (Defoor et al., 2002), uma vez que, requer instalações que exigem alto investimento, estando sujeito, mesmo assim, a perdas ocasionadas por insetos e roedores (Mombach et al., 2019). Portanto, tecnologias que melhorem esses aspectos tornam-se essenciais.

A ensilagem de grãos reidratados é uma alternativa interessante, pois melhora a digestibilidade do grão (Ferraretto et al., 2018). Basicamente, essa técnica consiste na hidratação dos grãos duros, triturados, fermentados em sistema anaeróbio (Mombach et al., 2018). Seu uso na alimentação animal pode melhorar o desempenho deste, em razão do maior aproveitamento dos nutrientes da dieta, principalmente do amido (Bolson et al., 2020).

Contudo, o processo de reidratação e ensilagem de grãos é multifatorial e sujeito a perdas, visto que é necessário determinar o nível de umidade ideal a ser reconstituído para que haja o desenvolvimento das bactérias desejáveis. Nesse processo, o uso do inoculante enzimático-bacteriano vem sendo utilizado para acelerar a fermentação e preservar o valor nutritivo da silagem no qual as enzimas auxiliam na degradação de constituintes da parede celular e do amido, disponibilizando carboidratos solúveis (Patrizi et al., 2004). E as bactérias, homofermentativas e/ou heterofermentativas, convertem os açúcares em ácido lático e acético, diminuindo perdas de energia e matéria seca, preservando a qualidade e a estabilidade da silagem (Filya et al., 2000). Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de reidratação e o uso de inoculante enzimático-bacteriano na estabilidade e composição bromatológica de silagem de grãos de sorgo.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Bromatologia da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, Campus de Janaúba-MG. O município faz parte da região semiárida e possui clima, segundo Köppen, do tipo Aw (tropical chuvoso, savana com inverno seco), com médias anuais de precipitação de 800 mm e temperatura média anual de 24 °C, sendo a média de verão 32 °C, alcançando máxima de 38 °C. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em fatorial 4 x 2, com oito repetições. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de umidade (25; 30; 35 e 40%), sem e com inoculação.

Os grãos de sorgo utilizados foram adquiridos em uma casa de ração no município de Janaúba, MG, e moídos em uma máquina trituradora picadora de martelos TN8 (Nogueira®, Itapira, São Paul, Brasil), peneira de 1 mm. Após a determinação do teor de matéria seca do grão triturado foi realizada a reconstituição com os quatro teores de umidade, sem e com inoculante. A quantidade de água adicionada nos tratamentos foi determinada utilizando a seguinte equação:

$$\Delta H_2O = \left\{ \frac{\left[ \frac{UM \times (U_f - U_i)}{100 - U_f} \right]}{p} \right\}$$

Em que:

$\Delta H_2O$  = volume da água a ser adicionada; UM = massa do produto úmido em quilo;  $U_f$  = umidade final em %;  $U_i$  = umidade inicial em %; p = massa específica da água em kg L<sup>-1</sup>.

A reidratação com água foi realizada em uma única pilha por tratamento, que foi posteriormente dividida entre as repetições. O inoculante enzimático-bacteriano utilizado (SILOTRATO®) é composto por *Lactobacillus curvatus*, *L. acidophilus*, *L. plantarum*, *L. buchneri*, *L. lactis*, *Pediococcus acidilactici*, *Propionibacterium acidipropionici* e *Enterococcus faecium*, em concentrações de  $1,0 \times 10^{10}$  ufc g<sup>-1</sup> e 5% de complexo enzimático. A dose aplicada foi de acordo com as recomendações do fabricante.

Para produzir a silagem, foram utilizados silos experimentais de PVC, com 50 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro. Os grãos de sorgo processados foram reconstituídos com as quatro umidades e homogeneizados. O material resultante foi depositado nos silos e compactado com êmbolo de madeira. Para cada tratamento, quantificou-se a densidade da silagem conforme recomendado por Ruppel et al. (1995). Após o enchimento, os silos foram

fechados com tampas de PVC equipadas com válvulas tipo *Bunsen*, seladas com fita adesiva e pesadas. Os silos foram armazenados à temperatura ambiente e abertos seis meses após a ensilagem, sendo os primeiros 5 cm das porções superiores descartados.

Para avaliação da estabilidade aeróbica, foram coletadas amostras no momento da abertura dos silos que posteriormente foram armazenadas em uma sala fechada por 12 dias. As temperaturas das amostras e do ambiente foram aferidas a cada 24 h. Para isso, foram utilizados termômetros inseridos no centro da massa ensilada. Foi considerada perda da estabilidade aeróbica quando as silagens apresentassem temperatura de 2 °C acima da temperatura ambiente (Coelho et al., 2018). A cada aferição da temperatura, foram colhidas amostras de cada repetição, e nelas adicionadas água destilada para determinação do pH. O pH foi determinado utilizando pHmetro digital.

Para as análises de composição química foram coletadas em todas as repetições amostras de aproximadamente 300 g da porção total da silagem, que posteriormente foram armazenadas em sacos de papel. Para a determinação da matéria seca, foi pesada em balança de precisão a matéria fresca de cada amostra descontando o peso do recipiente, e, depois, a pesagem após a secagem em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 h, também descontando o peso do recipiente utilizado. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de facas tipo Willey com peneiras de 1 mm.

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Ciências Agrárias da UNIMONTES, segundo os procedimentos analíticos do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ciência Animal (INCT-CA; Detmann et al. 2021), sendo determinados teores de matéria seca (MS; INCT-CA G-003/1), proteína bruta (PB; INCT-CA M-001/1), fibra em detergente neutro (FDN; INCT-CA F-002/1), fibra em detergente ácido (FDA; INCT-CA F-003/1 ), cinzas (INCT-CA M-001/1), carboidratos totais (CT), obtidos pela seguinte fórmula:  $CT = 100 - (\% PB + \% cinza + \% EE)$  de acordo com a metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), e os nutrientes digestíveis totais (NDT) estimados de acordo com Weiss (1998). Já a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada de acordo com metodologia descrita por Detmann et al. (2021) por meio do uso da incubadora *in vitro* da Tecnal® (TE-150).

Os dados de composição bromatológica foram submetidos à análise de variância e, quando o teste F foi significativo, os níveis de umidade foram submetidos ao estudo de regressão, sendo que o uso do inoculante foi comparado pelo próprio teste F, por meio do



programa SISVAR. Para o estudo de regressão, a seleção do modelo de melhor ajuste teve por base a tendência dos dados, a significância do teste de F na análise de variância para regressão e o coeficiente de determinação. Foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + Reid_i + Ino_j + Reid \times Ino_i + e_{ijk}$$

Em que:  $Y_{ijk}$  = A observação referente ao nível de reidratação na parcela "i" na ausência e presença do inoculante na parcela "j" na repetição "k";  $\mu$  = constante associada a todas as observações;  $Reid_i$  = Efeito do nível de reidratação "i", com  $i = 1, 2, 3$  e  $4$ ;  $Ino_i$  = Efeito da ausência e presença do inoculante "j", com  $i = 1$  e  $2$ ;  $Reid \times Ino_i$  = Efeito da interação dos níveis de reidratação "i" com a presença ou ausência do inoculante "j";  $e_{ijk}$  = erro experimental associado às parcelas que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância  $\delta_2$ .

A estabilidade aeróbia da silagem foi analisada seguindo delineamento inteiramente casualizado em parcelas subdivididas com quatro tratamentos (parcelas) e seis tempos de exposição aeróbica das silagens (subparcelas) com oito repetições. O seguinte modelo estatístico foi usado:

$$Y_{ijkl} = \mu + Reid_i + Ino_j + e_{ij} + Tempo_k + Reid_i \times Ino_i + Reid_i \times Tempo_k + Ino_i \times Tempo_k + Reid_i \times Ino_i \times Tempo_k + e_{ijkl}$$

Em que:  $Y_{ijkl}$  = A observação referente ao nível de reidratação na parcela "i" na ausência e presença do inoculante na parcela "j" no tempo pós-abertura da silagem "k" e repetição "l";  $\mu$  = constante associada a todas as observações;  $Reid_i$  = Efeito do nível de reidratação "i", com  $i = 1, 2, 3$  e  $4$ ;  $Ino_i$  = Efeito da ausência e presença do inoculante "j", com  $i = 1$  e  $2$ ;  $Time k$  = Efeito do tempo pós-abertura da silagem "k", com  $k=1, 2, 3, 4, 5$  e  $6$ ;  $Reid \times Ino_i$  = Efeito da interação "i" do nível de reidratação com o inoculante "j";  $Reid \times Tempo k$  = Efeito da interação "i" do nível de reidratação com o nível "k" do tempo após abertura;  $Ino_i \times Tempo k$  = Efeito da interação do nível "j" do inoculante com o nível "k" do tempo pós-abertura;  $e_{ijkl}$  = erro experimental associado às parcelas que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância  $\delta_2$ .

Quando significativas pelo teste de F, as médias referentes ao uso de inoculante foram comparadas pelo Teste de F. As médias referentes aos níveis de reidratação foram avaliadas pela decomposição das somas de quadrados por meio de regressão polinomial. Para todos os procedimentos estatísticos,  $\alpha = 0,05$  foi utilizado como limite máximo tolerável para erro do tipo I.

### 4.3 RESULTADOS

No estudo da estabilidade da silagem de grãos de sorgo reidratados houve interação significativa entre as três fontes de variação; tempo, inoculante e umidade. As silagens com 30; 35 e 40% de umidade apresentaram maior estabilidade. Contudo, entre essas, as duas primeiras mantiveram baixas temperaturas, SEM e COM o uso de inoculante, durante todo o período avaliado (Figura 1).

Todos os tratamentos apresentaram temperaturas constantes até 72 h de exposição aeróbica (Tabela 1). Após esse período, houve elevação da temperatura nas umidades de 25 e 40%, com quebra da estabilidade aeróbica (temperatura da silagem 2 °C acima da temperatura ambiente de 25 °C) após 96 horas. A partir desse tempo de exposição, o uso de inoculante nos tratamentos com 25% de umidade promoveu aumento rápido da temperatura. Após as 144 h seus valores foram estatisticamente superiores aos tratamentos SEM inoculação, chegando, inclusive, a ultrapassar os 30 °C no tempo de 120 h de exposição aeróbica. Já para os tratamentos SEM inoculante, a temperatura de 30 °C só foi atingida após 168 h, apresentando, no período de 240 até 268 h de exposição, valores estatisticamente superiores aos tratamentos com inoculante. Após a elevação inicial da temperatura na umidade de 40% seus valores se mantiveram constantes, não ultrapassando a temperatura de 28 °C.

Os menores valores de pH durante todo o período de avaliação da estabilidade também foram observados para os níveis de umidade de 30 e 35%, não havendo diferenças significativas entre estes, SEM e COM o uso do inoculante (Figura 2).

Nas primeiras 48 h, silagens de grão de sorgo reidratados com 25% de umidade apresentaram os maiores valores pH (4,96 e 5,41; sem e com inoculação, respectivamente) em relação aos demais níveis de umidade. Entretanto, após este período de exposição aeróbica o pH na umidade de 40% elevou-se significativamente, mantendo-se alto e estatisticamente superior às demais umidades avaliadas até o final da avaliação. Passadas 268 h, atingiu o valor de 8,83, cerca de 52,8% a mais do que o pH observado na umidade de 35%. Observa-se, para esse nível de umidade, que após 216 h, o uso de inoculante promoveu aumento significativo do pH em relação aos tratamentos sem inoculante. Comportamento semelhante foi observado para a umidade de 25% durante todo o período avaliado (Tabela 2).

O uso do inoculante enzimático-bacteriano, de forma isolada, não apresentou efeito significativo sobre as variáveis em estudo. Já os diferentes níveis de umidade influenciaram estatisticamente ( $P < 0,01$ ) quase todas as variáveis, exceto Cinzas e Carboidratos totais, que apresentaram média de 4,36 e 83,27%, respectivamente (Figura 3).

O conteúdo de matéria seca (MS) da silagem de grão de sorgo reidratado variou com o aumento dos níveis de umidade, apresentando comportamento linear decrescente (Figura 4 A), sendo que variações no aumento dos níveis de umidade de 1% promoveram uma redução de 0,87% no teor de MS. Ou seja, os tratamentos que receberam o menor nível de inclusão de água (25%) apresentaram maiores teores de MS.

Em relação à fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), nutrientes digestíveis totais (NDT) e carboidratos não fibrosos (CNF), foram observados efeitos quadráticos em função dos níveis de inclusão de água (Figura 4, B, C e D). No entanto, para FDNcp foi observado ponto de mínima de 38,21% no nível de umidade, promovendo um acúmulo de FDNcp de 7,66%. Para NDT e CNF os melhores níveis de inclusão de água foram de 39,71 e 39,41% que promoveram um acúmulo máximo de 79,21 e 75,66% nessas variáveis, respectivamente.

Foi observada interação significativa entre os níveis de umidade e o uso do inoculante apenas para os teores de proteína bruta (PB:  $P = 0,0003$ ) e de digestibilidade *in vitro* da matéria seca da silagem (DIVMS:  $P = 0,0169$ ) (Figura 5). Para a PB observou-se efeito quadrático quando realizada a inoculação, com ponto de mínima estimado no nível de 30,27%. Houve efeito linear crescente para os tratamentos SEM inoculação, com incremento de 8,24% para cada nível de umidade adicionada (Figura 4 A).

Na análise de desdobramento do método de inoculação dentro de cada nível de umidade, é possível observar que houve diferença significativa em relação ao uso do inoculante, sendo que maiores teores de PB foram observados nos tratamentos COM inoculação em todos os níveis de umidade avaliados (Tabela 3).

Já para a DIVMS, observou-se efeito linear crescente quando realizada a inoculação, com incremento de 0,55% para cada nível de umidade adicionada. Já para os tratamentos SEM inoculação houve efeito quadrático, com ponto de mínima estimado no nível de 86,4% na umidade de 29,2% (Figura 5 B). Na análise de desdobramento do método de inoculação dentro de cada nível de umidade é possível observar que houve diferença significativa no

uso do inoculante somente no nível de umidade de 25% (Tabela 3). Neste nível de umidade o uso do inoculante reduziu a DIVMS da silagem.

#### **4.4 DISCUSSÃO**

Após a abertura dos silos é importante que a silagem mantenha sua estabilidade pelo maior tempo possível. A perda de estabilidade geralmente é manifestada por aumento de temperatura e alteração do pH. Valores baixos de pH variando de 3,5 a 4,6 para gramíneas (Kung Jr et al., 2018) são um bom indicativo de silagem de boa qualidade.

No presente trabalho, as silagens de grãos de sorgo reidratadas com os teores de umidade de 30; 35 e 40% foram as que mantiveram maiores estabilidades durante o período experimental, evidenciado pelos baixos valores de pH e temperatura. Isso se deve, principalmente, aos teores adequados de umidade que contribuíram para um melhor perfil fermentativo da massa ensilada, favorecendo o crescimento de microrganismos desejáveis como as bactérias produtoras de ácido láctico, acético e propiônico que atuam no declínio do pH durante a fermentação e na atividade antifúngica, mantendo, assim, a estabilidade da silagem (Kung Jr et al., 2018).

Após 48 h, a redução da estabilidade observada no tratamento de 40% deve-se ao elevado nível de umidade deste tratamento que favoreceu a proliferação de microrganismos indesejáveis, principalmente fungos, observados visualmente. De acordo com Silva et al. (2016) a presença de fungos na massa é um dos fatores que influenciam a estabilidade das silagens.

Os valores de pH mais baixos e estáveis observados nos tratamentos com 30 e 35% de umidade estão de acordo com os resultados obtidos por Resende et al. (2014) que, ao avaliarem os efeitos da reidratação de silagens de grãos de milho com soro ou água em três níveis de umidade, relataram que as silagens reidratadas com 30% de umidade, independentemente do líquido, apresentaram maior estabilidade após a abertura dos silos. Já as silagens de grãos de milho reidratadas com 35 e 40% aumentaram a temperatura após 40 h de exposição aeróbia.

Sabe-se que os inoculantes enzimáticos-bacterianos são aditivos constituídos por enzimas e bactérias que auxiliam no processo de fermentação da massa ensilada. Diversos trabalhos já relataram efeitos positivos destes na estabilidade da silagem de grão de milho

(Morais et al 2012; Cruz et al., 2021). Contudo, o seu uso no processo de ensilagem de grãos de sorgo reidratado torna-se questionável, uma vez que não foi observada resposta positiva na estabilidade dos tratamentos, mas sim, aumento do pH na umidade de 25%. Esses resultados justificam-se, possivelmente, devido ao elevado número de lactobacilos epifíticos e a reduzida granulometria do grão de sorgo avaliado (1 mm), que favoreceu a adequada qualidade fermentativa dos tratamentos.

Já o aumento do pH na umidade de 25% está relacionado ao elevado teor de matéria seca na massa ensilada dos grãos. Isso interferiu no processo fermentativo, pois não houve umidade suficiente para dispersão dos carboidratos solúveis, responsáveis pelo abaixamento do pH. De acordo com Whiter e Kung (2001) isso ocorre porque a indisponibilidade da água metabólica limita o crescimento das bactérias do ácido láctico. Também limita o do ácido acético que possui atividade antifúngica para suprimir o crescimento de leveduras assimiladoras de lactato que iniciam a deterioração aeróbica (Kung Jr et al., 2018). No entanto, novas pesquisas são necessárias, a fim de se caracterizar a veracidade dessas hipóteses.

As diminuições nos teores de MS com o aumento dos níveis de umidade em silagens de grãos reconstituídos já eram esperadas, sendo este comportamento amplamente relatado por diversos autores (Rezende et al., 2014; Mombach et al., 2019; Benini et al., 2020). No trabalho realizado por Mombach et al. (2019) foi avaliado o efeito de diferentes níveis de inclusão de água (10, 20, 30 e 40%) na silagem de grãos de milho reconstituída e verificaram que o conteúdo de MS apresentou nível mínimo de 54,28% com inclusão de 40% de água em um período de fermentação de 42 dias. Esses valores são muito próximos aos encontrados neste trabalho. Já Benini et al. (2020), em um tratamento com 45% de inclusão de água, obtiveram o menor valor de MS de 70,7%. Com relação ao uso de inoculantes, Rezende et. al (2014) observaram o mais alto teor de MS no menor nível de umidade com soro, sem inoculante, e menor valor de MS com o uso do maior nível de água, com inoculante. Por fim, Andrade et al. (2010) citam que os grãos devem ser ensilados quando o teor de umidade estiver entre 30 e 35%, para evitar perdas por efluentes e processos biológicos que produzem gases, água e calor, visando ter adequada fermentação láctica para a manutenção do valor nutritivo da silagem.

Os tratamentos com níveis de umidade entre 30 e 40% apresentaram melhor qualidade bromatológica, maior valor nutricional e maior aporte de energia. Níveis de

umidade próximos a 40% apresentaram os maiores valores de NDT e CNF, e menor FDNcp. Houve maior redução da parcela indigestível dos grãos de sorgo com aumento dos níveis de amido e, conseqüentemente, da energia da silagem.

Neste estudo, os valores de PB encontrados nos diferentes níveis de umidade com inoculante variaram de 8,55 a 8,92%. Ítalo et al. (2006) em seus estudos com silagem de milho reidratado, observaram que aos 64 dias de fermentação o uso de inoculante promoveu maior teor de proteína do que no tratamento controle. Já Mombach et al., (2019) observaram que a inclusão de água na silagem do grão de milho reconstituído promoveu redução nos conteúdos de PB (% MS), e atribuíram este efeito à possível degradação dos compostos de proteína por meio da atividade de microorganismos.

Os altos níveis alcançados de digestibilidade na umidade de 40% se devem à adequada degradabilidade do principal componente dos grãos de sorgo, o amido, favorecido pela maior quebra da matriz protéica em razão do menor tamanho das partículas (1 mm). Ou seja, a redução dos grãos em partículas menores através da moagem favoreceu a digestibilidade. Apesar da granulometria de 1 mm não ter sido avaliada, ela é muito menor que os apresentados em outros estudos, sendo este um fator determinante na digestão do amido dos grãos (Giuberti et al., 2014).

Já o efeito negativo do uso do inoculante na digestibilidade da silagem de grãos de sorgo reconstituído na umidade de 25% está relacionada à baixa umidade do material e à possível maior presença e eficiência das bactérias epifíticas, o que deve ter provocado um efeito competitivo com o inoculante. De acordo com Zopollatto et al. (2009), a obtenção de sucesso no uso de aditivos microbiológicos, em silagens, depende, dentre outras coisas, da presença de substrato adequado, níveis de umidade, e da população de bactérias inoculadas em relação à população epífita da forragem, o que explica os resultados verificados neste ensaio. Contudo, estes efeitos são desconhecidos, sendo necessários mais estudos para elucidar tal fato.

#### **4.5 CONCLUSÃO**

Os níveis de reconstituição da umidade dos grãos de sorgo entre 30 e 40% apresentam boa estabilidade e composição bromatológica da silagem.

O uso do inoculante enzimático-bacteriano não foi efetivo na estabilidade e nem na composição bromatológica de silagem de grãos de sorgo reconstituído.

#### 4.6 REFERÊNCIAS

Albuquerque, C. J. B. e Mendes, M. C. 2011. Época de semeadura do sorgo forrageiro em duas localidades do estado de Minas Gerais. *Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia*, 4:116-125 10.5777/PAeT.V4.N1.07

Andrade Filho, R.; Reis, R. B.; Pereira, M. N. e Antenor, M. 2010. Degradabilidade ruminal in situ de grãos de milho maduros do tipo flint ou dentado, secos ou reconstituídos e ensilados. In: Reunião Anual da Sociedade de Brasileira de Zootecnia, 47., 2010, Salvador. Anais... Salvador: SBZ, 2010.

Benini, M. C.; Carvalho, W. T. V.; Pereira, R. V. G.; Tavares, Q. G.; Minighin, D. C.; Nunes, R. F. J.; Souza, L. P. F.; Ribeiro, C. H. M e Silva, L. V. 2020. Avaliação química da silagem de grão de milho reidratado em diferentes níveis de adição de água. *PUBVET* 14:1-6, <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n7a612.1-6>

Bolson, D. C.; Pereira, D. H.; Pina, D. S.; Xavier, I. M.; Barbosa, P. L.; Pedreira, B. C. e Mombach, M. A. 2020. Corn silage rehydrated with crude glycerin in lambs' diets. *Trop Anim Health Prod.* 52(6):3307-3314. doi: 10.1007/s11250-020-02362-y

Coelho, M. M.; Goncalves, L. C.; Rodrigues, J. A. S; Keller, K. M.; Anjos, G. V. S.; Ottoni, D. e Jayme, D. G. 2018. Chemical characteristics, aerobic stability, and microbiological counts in corn silage-ensiled with bacterial inoculant. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 53:1045-1053. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000900008>.

Cruz, F. N. F.; Monção F. P.; Júnior, V. R. R.; Alencar A. M. S.; Rigueira, J. P. S.; Silva, A. F.; Miorin, R. L.; Soares, A. C. M.; Carvalho, C. C. S. e Albuquerque, C. J. B. 2021. Fermentative losses and chemical composition and in vitro digestibility of corn grain silage rehydrated with water or acid whey combined with bacterial-enzymatic inoculant. *Semina: Ciências Agrárias*. Londrina 42: 3497-3514 DOI: 10.5433/1679-0359.2021v42n6p3497

Defoor, P. J.; Galyean, M. L.; Salyer, G. B.; Nunnery, G. A. e Parsons, C. H. Effects of roughage source and concentration on intake and performance by finishing heifers, *Journal of Animal Science*, 80:1395–1404, <https://doi.org/10.2527/2002.8061395x>

Detmann, E.; Silva, L. F. C.; Souza, M. A.; Palma, M. N. N. e Rodrigues, J. P.P. (2º Eds.). 2021. Métodos para análise de alimentos - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal, INCT.

Emygdio, B. M.; Menezes, C. B.; Stöhlirck, L. e Facchinello, P. H. K. 2016. Avaliação de Cultivares de Sorgo Granífero em Solos Hidromórficos no RS – Safra 2013/2014. Circular técnica 169. Embrapa.

Faria Jr, W. G.; Gonçalves, L. S.; Teixeira, A. M. e Carvalho, W. T. V. Grão de sorgo na alimentação de gado de leite. Alimentos para gado de leite. cap. 16, p. 282-304. In: Grão de Sorgo na Alimentação de Gado de Leite. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009.

Ferraretto, L. F.; Crump, P. M. e Shaver, R. D. 2013. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 96:533-550 <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5932>

Ferraretto, L. F.; Silva, W. I. F; Fernandes, T., Kim, D. H. e Sultana, H. 2018. Effect of ensiling time on fermentation profile and ruminal in vitro starch digestibility in rehydrated corn with or without varied concentrations of wet brewers grains. *Journal of Dairy Science*, 101(5):4643- 4649. doi: 10.3168/jds.2017-14329

Filya, I.; Ashbell, G; Hen, Y. e Weinber, Z. G. 2000. The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. *Anim. Feed Sci. Technol*, 88:39-46. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(00\)00214-5](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00214-5)

Giuberti, G.; Gallo, A.; Masoero, F.; Ferraretto, L. F.; Hoffman, P. C.; Shaver, R. D. 2014. Factors affecting starch utilization in large animal food production system: A review. *Starch-Stärke* 66:72–90. <https://doi.org/10.1002/star.201300177>

Gobetti, S. T. C.; Neumann, M.; Oliboni, R. e Oliveira, M. R. 2013. Utilização de silagem de grão úmido na dieta de animais ruminantes. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*. 9:225-239. doi: 10.5777/ambiencia.2013.01.02rb

Kung Jr, L.; Shaver, R. D.; Grant, R.J. e Schmidt, R. J. 2018. Silage review: interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, 101:4020-4033. doi: 10.3168/jds.2017-13909

Mombach, M. A.; Pereira, D. H. e Pina, D. S.; Pereira, O. e Pedreira, B. C. 2018 Rehydration of dry corn grain as an alternative for conservation purposes. *Aust. Journal Crop Science*, v.12:1472-1478 doi:10.21475/ajcs.18.12.09.PNE1155

Mombach, M. A.; Pereira, D. H.; Pina, D. S.; Bolson, D. C. e Pedreira, B. C. 2019. Silage of rehydrated corn grain. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinario e Zootecnia. , 71:959-966. doi: 10.1590/1678-4162-9676

Morais, M. G.; Ítavo, C. C. B. F.; Ítavo, L. C. V.; Bungenstab, D. J.; Ribeiro, C. B.; Oliveira, L. B. e Silva, J. A. 2012. Inoculação de silagens de grãos úmidos de milho, em diferentes processamentos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 13:969-981

Patrizi, W. L.; Madruga Júnior, C. R. F.; Minetto. T. P.; Nogueira, E. e Morais, M. G. 2004. Efeito de aditivos biológicos comerciais na silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* [online] 56:p392-397 <https://doi.org/10.1590/S0102-09352004000300016>

Rezende, A. V.; Rabelo, C. H. S.; Veiga, R. M.; Andrade, L. P.; Härter, C. J.; Rabelo, F. H. S.; Basso, F. C.; Nogueira, D. A. e Reis, R. A. 2014. Rehydration of corn grain with acid whey improves the silage quality. *Animal Feed Science and Technology* 197:213-221. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.00>



Silva, C. M.; Amaral, P. N. C. do; Baggio, R. A.; Tubin, J. S. B.; Conte, R. A.; Pivo, J. C. D.; Krahl, G.; Zampar, A. e Paiano, D. 2016. Estabilidade de silagens de grãos úmidos de milho e milho reidratado. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim., Salvador 17:331-343 doi: [10.1590/S1519-99402016000300001](https://doi.org/10.1590/S1519-99402016000300001)

Tilley, J. M. A. e Terry, R. A. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grassl. Soc. 18:104-111. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>

Xin, Z.; Aiken, R. e Burke, J. 2009. Genetic diversity of transpiration efficiency in sorghum. Field Crops Research, Warwick 111:74-80 <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2008.10.010>

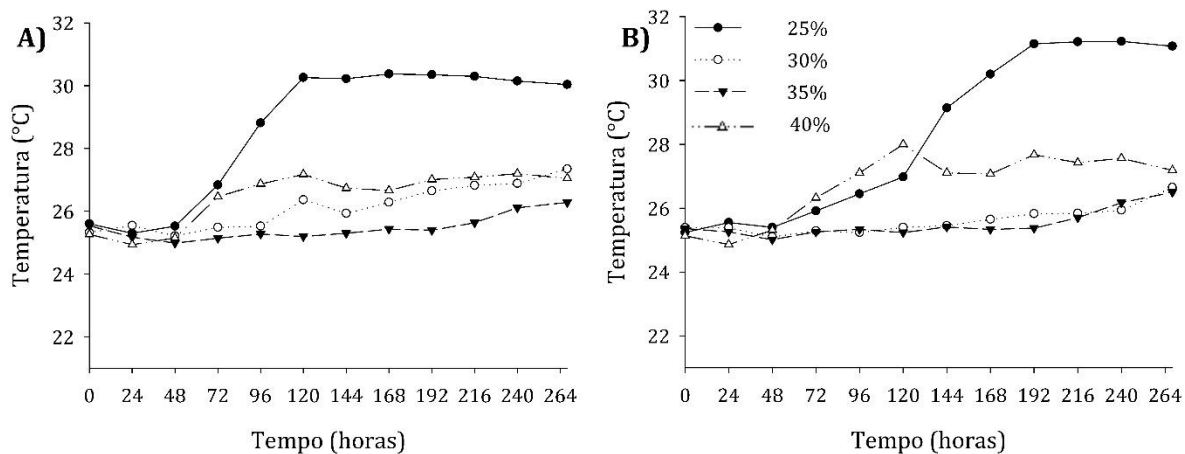
Zopollatto, M.; Daniel, J. L. P.; Nussio, L. G. 2009. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. Departamento de Zootecnia, USP/ESALQ, Piracicaba/SP. Revista Brasileira Zootecnia 38:170-189 <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300018>

## 4.7 TABELAS

**TABELA 1.** Temperatura (°C) ao longo do tempo para silagens de grãos de sorgo reidratados com diferentes teores de umidade, COM e SEM o uso de inoculante. UNIMONTES, Janaúba, MG, 2022.

TEMPO (h)	INOCULANTE	UMIDADE (%)			
		25	30	35	40
0	SEM	25,24aA	25,39aA	25,36aA	25,14aA
	COM	25,60aA	25,33aA	25,54aA	25,26aA
24	SEM	25,55aA	25,39aA	25,26aA	24,86aA
	COM	25,30aA	25,55aA	25,18aA	24,94aA
48	SEM	25,40aA	25,10aA	25,01aA	25,31aA
	COM	25,52aA	25,21aA	24,98aA	25,15aA
72	SEM	25,91aA	25,29aA	25,26aA	26,32aA
	COM	26,84aA	25,49aA	25,14aA	26,46aA
96	SEM	26,45abB	25,24bA	25,34bA	27,11aA
	COM	28,81aA	25,53bcA	25,28cA	26,88bA
120	SEM	25,98aB	25,40aA	26,24aA	28,00aA
	COM	30,26aA	26,36bcA	25,20cA	27,18bA
144	SEM	29,14aB	25,45cA	25,41cA	27,11bA
	COM	30,23aA	25,94bcA	25,30cA	26,74bA
168	SEM	30,20aA	25,65cA	25,34cA	27,08bA
	COM	30,38aA	26,29bA	25,44bA	26,66bA
192	SEM	31,15aA	25,82cA	25,37cA	27,68bA
	COM	30,35aA	26,65bcA	25,40cA	27,01bA
216	SEM	31,21aA	25,84cA	25,70cA	27,43bA
	COM	30,30aA	26,83bcA	25,64cA	27,09bA
240	SEM	31,22aA	25,94cA	26,17cA	27,56bA
	COM	30,15aB	26,89bA	26,11bA	27,20bA
268	SEM	31,08aA	26,65bA	26,50bA	27,18bA
	COM	30,04aB	27,35bA	26,29bA	27,05bA

Considerando uma mesma causa de variação, letras maiúsculas e minúsculas, nas colunas e nas linhas, respectivamente, diferem entre si pelo teste F a 1 % de significância. SEM: sem inoculante; COM: com inoculante

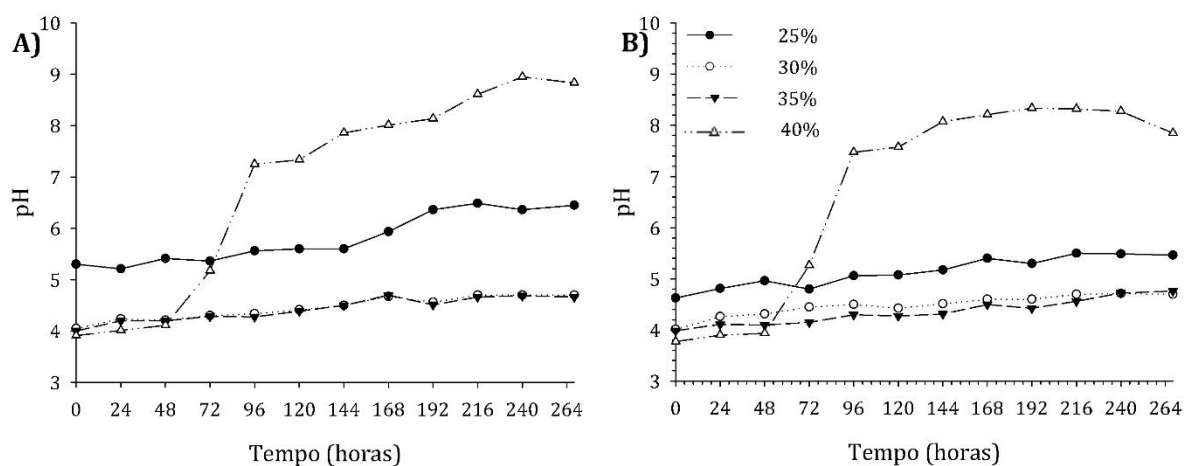


**FIGURA 1.** Temperatura ao longo do tempo para silagens reidratadas em quatro níveis de umidade (25, 30, 35 e 40%) durante a exposição aeróbia, COM inoculante (A) e SEM inoculante (B). UNIMONTES, Janaúba, MG, 2022.

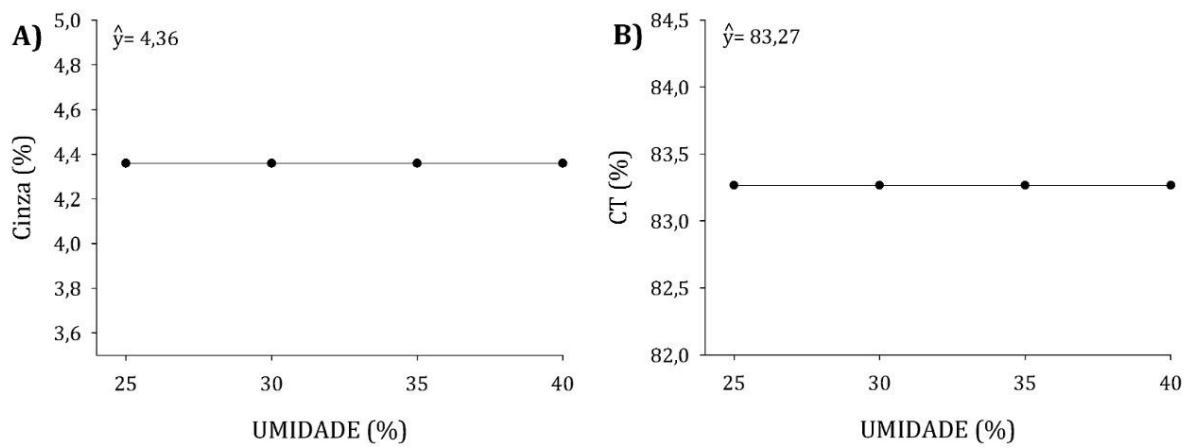
**TABELA 2.** Valores de pH ao longo do tempo para silagens de grãos de sorgo reidratados em quatro níveis de umidade (25; 30; 35 e 40%) durante a exposição aeróbia, COM inoculante e SEM inoculante. UNIMONTES, Janaúba, MG, 2022.]

TEMPO (h)	ADITIVO	UMIDADE (%)			
		25	30	35	40
0	SEM	4,62aB	4,01bA	3,99bA	3,78bA
	COM	5,30aA	4,05bA	4,00bA	3,91bA
24	SEM	4,81aB	4,26bA	4,11bcA	3,90cA
	COM	5,21aA	4,24bA	4,20bA	4,01bA
48	SEM	4,96aB	4,31bA	4,10bcA	3,93cA
	COM	5,41aA	4,21bA	4,20bA	4,11bA
72	SEM	4,80bB	4,45cA	4,15cA	5,26aA
	COM	5,36aA	4,30bA	4,29bA	5,18aA
96	SEM	5,06bB	4,50cA	4,30cA	7,47aA
	COM	5,56bA	4,34cA	4,28cA	7,25aA
120	SEM	5,07bB	4,42cA	4,28cA	7,58aA
	COM	5,60bA	4,41cA	4,39cA	7,34aB
144	SEM	5,18bB	4,51cA	4,31cA	8,08aA
	COM	5,60bA	4,50cA	4,50cA	7,86aA
168	SEM	5,40bB	4,60cA	4,50cA	8,21aA
	COM	5,94bA	4,67cA	4,70cA	8,01aA
192	SEM	5,30bB	4,60cA	4,42cA	8,34aA
	COM	6,36bA	4,56cA	4,51cA	8,14aA
216	SEM	5,50bB	4,70cA	4,56cA	8,33aB
	COM	6,48bA	4,70cA	4,66cA	8,61aA
240	SEM	5,49bB	4,71cA	4,73cA	8,28aB
	COM	6,36bA	4,70cA	4,68cA	8,95aA
268	SEM	5,46bB	4,70cA	4,76cA	7,85aB
	COM	6,45bA	4,70cA	4,66cA	8,83aA

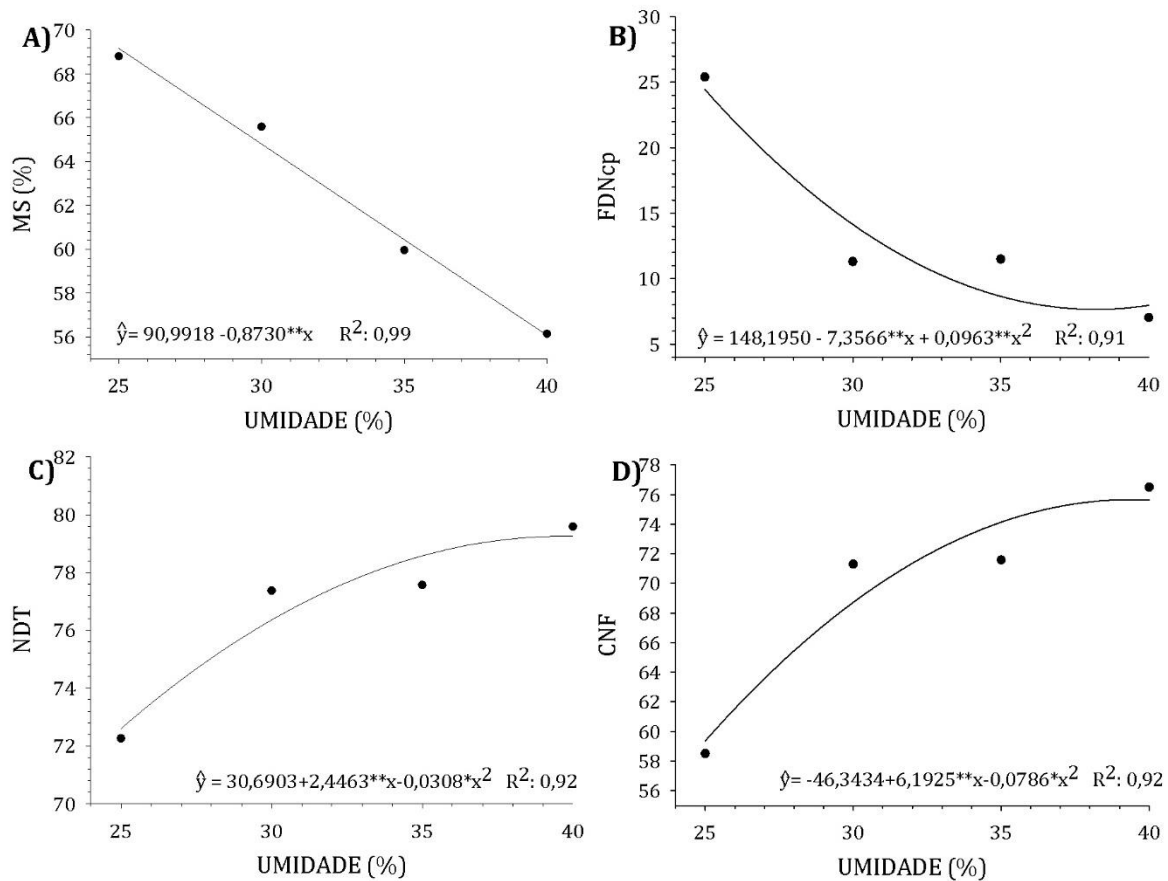
Considerando uma mesma causa de variação, letras maiúsculas e minúsculas, nas colunas e nas linhas, respectivamente, diferem entre si pelo teste F a 1% de significância. SEM: sem inoculante; COM: com inoculante.



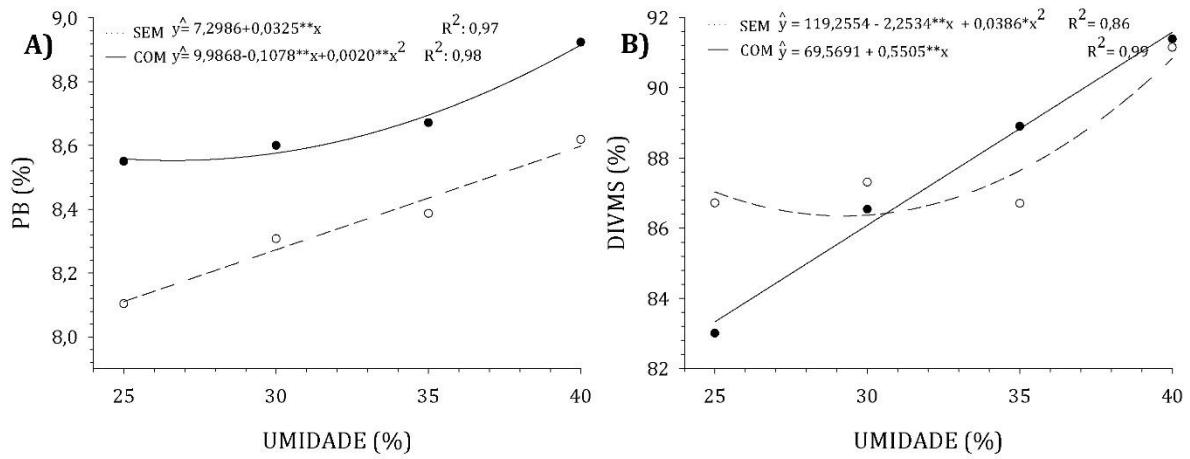
**FIGURA 2** Valores de pH ao longo do tempo para silagens reidratadas em quatro níveis de umidade (25; 30; 35 e 40%) durante a exposição aeróbia, COM inoculante (A) e SEM inoculante (B). UNIMONTES, Janaúba, MG, 2022



**FIGURA 3.** Cinzas (A), Carboidratos totais (B) das silagens de grãos reidratados em quatro níveis de umidade (25, 30, 35 e 40%), COM e SEM inoculante. UNIMONTES, Janaúba, MG, 2022



**FIGURA 4** Matéria Seca (MS) (A), Fibra em Detergente Neutro Corrigido para Cinzas e Proteína (FDNCP) (B), Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) (C) e Carboidratos Não-Fibrosos (CNF) (D) das silagens de grãos reidratados em diferentes teores de umidades. UNIMONTES, Janaúba, MG, 2022.



**FIGURA 5.** Proteína Bruta (PB) (A) e Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) (B) da silagens de grãos reidratados em diferentes teores de umidade, SEM e COM inoculante.



**TABELA 3.** Teores de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) em função do nível de umidade na silagem de grão de sorgo reidratada SEM e COM inoculante.

VARIÁVEL	CV (%)	INOCULANTE	UMIDADE (%)			
			25	30	35	40
PB (%)	2,96	SEM	8,10 b	8,31 b	8,39 b	8,62 b
		COM	8,55 a	8,60 a	8,67 a	8,92 a
DIVMS (%)	2,93	SEM	86,7 a	87,3 a	86,7 a	91,2 a
		COM	83,0 b	86,5 a	88,9 a	91,4 a

Considerando uma mesma causa de variação, letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste F a 1% de significância. SEM: sem inoculante; COM: com inoculante.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A região semiárida é caracterizada por um período chuvoso anual de três a quatro meses com distribuição irregular da chuva. Baseado nisso, é importante ter diferentes formas de conservação de alimentos para suplementação animal em períodos mais críticos.

O processo de reidratação dos grãos de sorgo com níveis de umidade entre 30 e 40% produz silagens de boa qualidade e surge como técnica promissora por ser capaz de melhorar a composição bromatológica e a estabilidade da silagem. Contudo, melhores índices são observados para o nível de umidade de 40%, por um período de 48 h. Seu uso na alimentação animal pode melhorar o desempenho deste, em razão de um maior aproveitamento do amido.

O uso do inoculante enzimático-bacteriano nas silagens de grãos de sorgo reidratados não teve efeito sobre os padrões de fermentação e composição química das silagens. Diante disso, torna-se necessário mais estudo sobre este assunto para averiguar melhor a sua eficácia no processo de fabricação das silagens.