



**INSTITUTO FEDERAL**  
Rondônia



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

*Campus Colorado do Oeste*  
**Curso de Zootecnia**

**THIAGO CARLOS DE LIMA**

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DO SORGO  
GIGANTE FORRAGEIRO**

**COLORADO DO OESTE**  
**2025**

**THIAGO CARLOS DE LIMA**

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DO SORGO  
GIGANTE FORRAGEIRO**

Artigo Científico apresentado ao Curso de Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - *Campus* Colorado do Oeste, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia, orientação professor Lucien Bissi da Freiria.

**COLORADO DO OESTE  
2025**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Lima, Thiago Carlos de.  
Composição químico-bromatológica da silagem do sorgo gigante  
forrageiro / Thiago Carlos de Lima. - Colorado do Oeste, 2025.  
18 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Lucien Bissi da Freiria.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) –  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia -  
IFRO, Colorado do Oeste, 2025.

1. Alimentos. 2. Nutrientes. 3. Produtividade. 4. Ruminantes. I.  
Freiria, Lucien Bissi da (orient.). II. Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

**Bibliotecário(a) Responsável:** Juliana Machado da Silva Sasset, CRB-11/1140



## ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na data 14/07/2025 realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada **COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DO SORGO GIGANTE FORRAGEIRO** apresentada pelo aluno **Thiago Carlos de Lima (2018201075001-0)** do Curso **Bacharelado em Zootecnia (Colorado do Oeste)**. Os trabalhos foram iniciados às **16:00** pelo Professor **Lucien Bissi da Freiria** presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Lucien Bissi da Freiria** (Orientador)
- **Flavio Henrique Bravim Caldeira** (Coorientador)
- **Ernando Balbinot** (Examinador Interno)
- **Fagton de Mattos Negrao** (Examinador Interno)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição do candidato. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

**[X] APROVADO**

**Nota: 85**

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Lucien Bissi da Freiria** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

COLORADO DO OESTE / RO, 14/07/2025

---

Documento assinado eletronicamente por **Thiago Carlos de Lima**, Discente, em 01/08/2025, às 09:00, conforme horário oficial de Rondônia, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

---

Documento assinado eletronicamente por **Lucien Bissi da Freiria**, Orientador, em 31/07/2025, às 16:55, conforme horário oficial de Rondônia, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

---

Documento assinado eletronicamente por **Flavio Henrique Bravim Caldeira**, Coorientador Interno, em 04/08/2025, às 10:19, conforme horário oficial de Rondônia, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

---

Documento assinado eletronicamente por **Ernando Balbinot**, Examinador Interno, em 01/08/2025, às 09:49, conforme horário oficial de Rondônia, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

---

Documento assinado eletronicamente por **Fagton de Mattos Negrao**, Examinador Interno, em 02/08/2025, às 17:14, conforme horário oficial de Rondônia, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DO SORGO  
GIGANTE FORRAGEIRO**

**CHEMICAL AND BROMATOLOGICAL COMPOSITION OF GIANT FORAGE  
SORGHUM SILAGE**

Thiago Carlos de Lima<sup>1</sup>

Lucien Bissi da Freiria<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Acadêmico de Graduação em Zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – 76.993-000, *Campus* Colorado do Oeste. E-mail: thiagocarlosdelima1998@gmail.com

<sup>2</sup>Prof. Dr., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – 76.993-000, *Campus* Colorado do Oeste. E-mail: lucien.freiria@ifro.edu.br

## RESUMO

Objetivou-se avaliar características de pós-abertura do silo e composição bromatológica da silagem do sorgo forrageiro gigante *Sorghum bicolor* colhido em duas épocas diferentes, e ensilados sem e/ou com o uso de ácido orgânico e/ou inoculante. Foi analisado as características de pós-abertura do silo (Perdas por gases e efluentes, pH e recuperação da matéria seca), e também foi avaliado os teores de proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), cinzas insolúveis em detergente neutro (CIDN), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), pH e N-amoniacal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento, em um fatorial duplo 2×3 (fator 1, duas épocas de colheita compreendendo os meses de março (1º Corte) e maio (2º Corte, após o rebrote), e fator 2, sem uso aditivos e/ou uso de ácido orgânico e/ou uso de inoculante), totalizando 30 unidades experimentais. Não houve efeito de interação para o teor de MS ( $P = 0,24$ ), MM ( $P = 0,06$ ), PB ( $P = 0,21$ ), FDN ( $P = 0,84$ ), FDNi ( $P = 0,59$ ) sem e/ou com uso de aditivos, independente da época dos cortes. Para teor de CIDN ( $P = 0,02$ ), os valores com uso de inoculante foi maior que sem aditivos e uso de ácido orgânico, e para teor de NIDN ( $P = <0,01$ ), os valores com uso de ácido foi maior que sem aditivos e uso de inoculante. Para perdas por gases foi maior no segundo corte ( $P = <0,01$ ), e a perdas por efluentes foi maior no primeiro corte ( $P = <0,01$ ), para pH e recuperação de matéria seca não houve efeito entre as épocas de corte. Assim, recomenda-se a utilização dos aditivos no processo de ensilagem sem apresentar interferência na composição bromatológica, e a época de corte demonstrou maior interferência na composição bromatológica.

**Palavras-chave:** Alimentos. Nutrientes. Produtividade. Ruminantes.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the bromatological composition of giant forage sorghum silage (*Sorghum bicolor*) harvested at two different times, and ensiled without and/or with the use of organic acid and/or inoculant. The post-opening characteristics of the silo (losses due to gases and effluents, pH and dry matter recovery) were analyzed, and the contents of crude protein (CP), mineral matter (MM), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), insoluble neutral detergent fiber (iNDF), neutral detergent insoluble ash (NDCI), neutral detergent insoluble nitrogen (NDNI), pH and ammoniacal N were also evaluated. The experimental design was completely randomized, with five replicates per treatment, in a 2×3 double factorial (factor 1, two harvest seasons comprising the months of March (1st Cut) and May (2nd Cut, after regrowth), and factor 2, without use of additives and/or use of organic acid and/or use of inoculant), totaling 30 experimental units. In this study, there was no interaction effect for the DM ( $P = 0.24$ ), MM ( $P = 0.06$ ), CP ( $P = 0.21$ ), NDF ( $P = 0.84$ ), NDFi ( $P = 0.59$ ) content without and/or use of additives, regardless of the cutting season. For CIDN content ( $P = 0.02$ ), the values with the use of inoculant were higher than without additives and use of organic acid, and for NIDN content ( $P = <0.01$ ), the values with the use of acid were higher than without additives and use of inoculant. Gas losses were higher in the second cut ( $P = <0.01$ ), and effluent losses were higher in the first cut ( $P = <0.01$ ). There was no interaction between the cutting times for pH and dry matter recovery. Therefore, it is recommended to use additives in the ensiling process without interfering with the bromatological composition, and the cutting time demonstrated greater interference with the bromatological composition.

**Keywords:** Foods. Nutrients. Productivity. Ruminants.

## 1 INTRODUÇÃO

É constante a busca dos pecuaristas por plantas forrageiras de elevada produtividade, visando atender a necessidade de volumoso para suplementação dos animais na época seca do ano, quando as pastagens reduzem drasticamente sua produção e valor nutritivo. Ou ainda para manter sistemas produtivos intensivos, com animais em confinamento ou semiconfinamento durante o ano todo (PAZIANI et al., 2020).

O sorgo AGRI 002E é um novo híbrido de sorgo de genética boliviana (AGRICOMSEEDS) com finalidade de duplo propósito, servindo como cobertura de solo e alternativa alimentar animal na forma de silagem. Tem como principais características agronômicas o porte elevado (3,5 á 4m), perfilhamento e fotossensibilidade, requerendo dias de maiores horas-luz para o não florescimento, visto que é uma variedade com inexpressível produção de grãos (CARAFFA, et al., 2017).

O híbrido surge como uma alternativa alimentar interessante, devido às suas características agronômicas e nutricionais apresentarem parâmetros necessários para um processo fermentativo de qualidade, que determinam adequado teor de MS, alta concentração de carboidratos solúveis e baixa capacidade tampão (FERNANDES et al., 2009). O ciclo fenológico apresenta variação de 90 a 120 dias.

O sorgo é uma planta nativa do Noroeste Africano, modificada cientificamente por gerações, apresentando mais de 7.000 genótipos e nomenclaturas distintas, com diferentes aptidões (KANGAMA & RUMEI, 2005). Os biotipos de sorgo são classificados pela sua taxionomia em (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), subespécie bicolor, constituído por um genótipo diploide de 20 cromossomos, diferindo

Ao utilizar inclusive em consórcio com capim, adaptam-se muito bem ao sistema de plantio direto que apresenta benefícios comparativas aos métodos tradicionais de preparo do solo, que envolvem aração e gradagens (ALVARENGA et al., 2011).

Nesse sentido, faz-se necessária a utilização de culturas que visem a facilidade do manejo pelos produtores desprovidos de tecnologias como a cultura do sorgo (*Sorghum bicolor*), uma vez que comparado ao milho, apresenta maior eficiência no uso dos nutrientes, da água e do solo. A planta de sorgo apresenta tolerância não só com o déficit de água, mas também o excesso de umidade no solo do que a maioria dos outros cereais e ainda pode ser cultivada numa ampla faixa de condições de solo (MAGALHÃES et al., 2003).

O uso do sorgo para silagem é uma forma de armazenar o material para ser utilizado principalmente no período de seca e também durante todo o ano conforme a estratégia do

pecuarista. Para manter o material bem conservado sem ocorrer perdas nutricionais por ação de microrganismos indesejáveis é recomendando a utilização de aditivos como inoculantes e ácidos no material ensilado, sendo uma das formas disponíveis para melhorar o ambiente e o processo fermentativo, portanto, deve-se tomar alguns cuidados quanto à implantação e condução da cultura a ser utilizada, colheita, compactação, vedação e armazenamento no silo, pois essas são as principais variáveis responsáveis pela qualidade do produto final (Venturini, 2019).

A inclusão de aditivos como ácido acético atua como principal inibidor de crescimento de microrganismos indesejáveis e aumenta a estabilidade aeróbica da silagem. Os aditivos microbiológicos como o inoculante, tem o objetivo de inibir o crescimento de microrganismos aeróbicos, inibir crescimento de organismos anaeróbicos indesejáveis como enterobactérias e clostrídeos, inibir atividade de proteases e deaminases da planta e melhorar a recuperação de matéria seca do volumoso conservado (Kung Jr. Et al., 2003).

O presente estudo, objetivou-se avaliar a composição bromatológica da silagem do sorgo forrageiro *Sorghum bicolor* colhido em duas épocas diferentes, e ensilados sem e/ou com o uso de ácido orgânico, orgânico e/ou inoculante.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Colorado do Oeste, situado a uma latitude de 13°60'47" Sul, longitude 60°29'11" Oeste e uma altitude de 460 m. De acordo a classificação de Köppen, o clima é caracterizado como *Am*, tropical quente e úmido, com duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca (ALVARES et al., 2014). O solo predominante da área experimental é ARGISSOLO Vermelho eutrófico (SANTOS et al., 2013).

Foram avaliados o material genético do sorgo gigante boliviano (AGRI 002E® - Latina Seeds). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2×3 (fator 1, duas épocas de colheita compreendendo os meses de março (1º Corte) e maio (2º Corte, após rebrote), e fator 2, sem uso aditivos e/ou uso de ácido orgânico (0,5 ml/kg) e/ou uso de inoculante (2 ml/kg), ácido orgânico com cinco repetições, totalizando 30 unidades experimentais.

O inoculante comercial utilizado foi o LactoSilo® GOLD da BASF, a recomendação do fabricante é 100 g para 100 L de água potável e pulverizado 2 L por tonelada de silagem. O ácido comercial utilizado no experimento, foi Fresh CUT™ Plus é uma mistura de 3 diferentes

ácidos orgânicos (propiónico, benzóico e acético), a dose de recomendação do fabricante é 0,5 ml/kg de material.

No plantio do sorgo que foi utilizado na ensilagem, foi composto por oito linhas de plantio do sorgo, espaçadas em 0,80 m (adequado para ensiladeira de uma linha), com 20,0 m de comprimento. Para área útil foi considerado as seis linhas centrais, excluindo-se 2,5 m em cada extremidade (72,0 m<sup>2</sup>).

Para a semeadura convencional, antes do plantio a área foi preparada com arado de discos, gradagem pesada e gradagem niveladora e posteriormente foi realizado a semeadura simultânea do sorgo. No momento do preparo, após o início do período chuvoso, em função da análise de solo, foi aplicado corretivos e fertilizantes para adubação de base. Na área de semeadura direta foram realizadas apenas a dessecação da pastagem degradada e das plantas espontâneas, sendo 30 dias antes da semeadura. A adubação foi realizada de acordo com o resultado da análise de solo e recomendações para a cultura do sorgo sendo 04-30-16 (NPK).

Os tratos culturais durante o desenvolvimento (monitoramento e controle de plantas daninhas, pragas e doenças) foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura do sorgo. A colheita do sorgo foi realizada quando o teor de matéria seca atingiu 28% com 115 dias após a emergência. A produtividade de massa verde (t·ha<sup>-1</sup>) do sorgo foi de 81 toneladas para o primeiro corte e 62 toneladas de massa verde para o segundo corte.

A ensilagem foi realizada em silos experimentais (baldes plásticos com tampa lacre), com volume de 10 L, adaptados com válvula tipo “sifão” para permitir a saída e evitar a entrada de gases ao interior do silo e areia na parte inferior do pote, para acondicionar o excesso de umidade que pode ter na forragem ensilada. Os silos experimentais foram preenchidos com silagem suficiente para o seu enchimento completo e para alcançar densidade próxima a 600 kg·m<sup>-3</sup> de massa de silagem após a compactação.

A compactação do material no silo foi realizada manualmente e, após seu enchimento, os silos foram fechados, aplicando-se nas bordas das tampas uma camada de espuma expansiva para completa vedação. Os silos ficaram fechados por 70 dias, abrigados em local fresco e arejado. As perdas por gases foram calculadas pela diferença entre o peso inicial e final dos silos experimentais. A quantidade de efluente foi calculada pelo peso inicial e final do silo contendo a areia no fundo.

Na abertura dos silos, foram descartado 5 cm da camada superior e inferior, e em seguida homogeneizado e retirado uma amostra para ser pesada com 500 g e acondicionado em sacos de papel para ser alocados na estufa com temperatura de 60-65 °C por 72 horas, e uma amostra de 500 g foi colocado em sacos de plásticos para o congelamento por segurança em caso de

perdas da amostra durante as análises. Foi retirado uma alíquota de 10 g de amostra para realizar a mensuração do pH com 50 ml de água destilada, e uma alíquota de 50 g de amostra para fazer o suco com 200 ml de água destilada para análise  $\text{NH}_3$ , sendo colocado e misturado em um liquidificador por 1 minuto de mistura e em seguida foi filtrado em coador de papel, e a amostra filtrada foi congelada para posteriormente realizar a análise de  $\text{NH}_3$  (AOAC 1999).

As amostras alocadas na estufa foram retiradas após 72 horas e pesadas para determinar a porcentagem de matéria seca (MS) e em seguida, após a pré-secagem o material foi moído em moinho tipo Wiley, com peneira com crivos de 1 mm e 2 mm, a qual foi realizado as seguintes análises: teor de proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), teores de fibra em detergente neutro (FDN) fibra em detergente neutro insolúvel (FDNi), cinzas insolúveis em detergente neutro (CIDN), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), a seguir as metodologias descritas por Detmann et al. (2021). No material antes de ensilar das duas épocas de corte, também foram analisadas (tabela 1).

Tabela 1 – Composição químico-bromatológico do sorgo AGRI 002-E antes de ensilar das duas épocas de corte

Itens	Sorgo 1° corte	Sorgo 2° corte
MS %	27,20	30,40
MM %	5,52	5,83
PB %	5,70	4,04
FDN %	85,18	81,71
FDNi %	28,84	36,95
CIDN %	3,40	3,47
NIDN %	2,92	2,87

Matéria Seca (MS); Materia Mineral (MM); Proteína Bruta (PB); Fibra em Detergente Neutro (FDN); Fibra em Detergente Neutro Insolúvel (FDNi); Cinzas Insolúveis em Detergente Neutro (CIDN); Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro (NIDN)

Os dados de MS, PB, FDN, N-amônia-Cal e pH foram submetidos a análise de variância e, quando aplicável (teste F significativo), ao teste de comparação de médias (Tukey), ao nível de 5% de significância.

### 3 RESULTADOS

Para perdas por gases, pH e recuperação da matéria seca, verificou-se que não houve interação entre os tratamentos (Tabela 2). Quanto a perda por efluentes (%), houve interação entre os tratamentos, sendo que no primeiro corte, o uso do ácido orgânico resultou em maior perda comparado ao controle e/ou uso de inoculante, enquanto que no segundo corte não alterou a perda entre uso de inoculante, ácido orgânico e/ou controle, e já para o controle, inoculante e/ou ácido orgânico a perda foi maior no primeiro corte do que no segundo corte (Tabela 2).

Independente da época de cortes realizadas, para perdas por gases, foram maiores quando houve o uso do ácido orgânico, comparado com controle e uso de inoculante (Tabela 3). Já, para pH e recuperação da matéria seca não houve influência do uso dos aditivos (Tabela 3).

Tabela 2 – Os parâmetros fermentativos e a recuperação de matéria seca da silagem de sorgo em duas épocas do ano (meses março e maio) sem e/ou com o uso de inoculante e/ou ácido orgânico

Itens <sup>1</sup>	1º corte			2º corte			EPM <sup>2</sup>	Valor de P <sup>3</sup>		
	controle	inoculante	ácido	controle	inoculante	ácido		Corte	Aditivo	C*A
Perda por gases	0,22	0,21	0,29	0,66	0,54	0,65	0,057	<0,01	0,05	0,34
Perda por efluentes	10,54b	10,69b	11,45a	0,45c	0,35c	0,45c	0,191	<0,01	<0,01	<0,01
pH	3,79	3,79	3,84	3,79	3,79	3,84	0,045	0,99	0,24	0,99
Recuperação de MS	92,85	93,11	89,02	91,99	89,09	91,66	1,743	0,46	0,25	0,23

<sup>1</sup>Os valores médios de perdas por gases, efluentes e recuperação da MS (matéria seca) estão expressões em %.

<sup>2</sup> EPM – erro padrão da média

<sup>3</sup> Corte – efeito das duas épocas de colheita, sendo 1º corte no dia 09 de março e 2º corte (após a rebrota do 1º corte) no dia 21 de maio; Aditivo – efeito do sem uso aditivos (controle), uso de inoculante (2 ml/kg, LactoSilo® GOLD, BASF) e/ou uso de ácido orgânico (0,5 ml/kg, FreshCUT™ Plus, Kemin); C\*A – efeito da interação do corte com aditivo.

Independente do uso dos aditivos, para perdas por gases foi maior no segundo corte, enquanto que para pH e recuperação da matéria seca, não houve influência das épocas de cortes (Tabela 4).

Tabela 3 - Uso do inoculante e/ou ácido orgânico sobre os parâmetros fermentativos e a recuperação de matéria seca da silagem de sorgo

Itens <sup>1</sup>	controle	inoculante	ácido	EPM	valor de P
perda por gases (%)	0,44ab	0,37b	0,47a	0,040	0,05
perda por efluentes (%)	5,49b	5,51b	5,95a	0,135	<0,01
pH	3,79	3,79	3,83	0,032	0,24
recuperação de MS (%)	92,42	91,10	90,34	1,233	0,25

<sup>1</sup> Efeito do sem uso aditivos (controle), uso de inoculante (2 ml/kg, LactoSilo® GOLD, BASF) e/ou uso de ácido orgânico (0,5 ml/kg, FreshCUT™ Plus, Kemin);

Quanto a composição química bromatológica da silagem do sorgo, não houve interação para matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), cinzas insolúveis em detergente neutro (CIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente

neutro (NIDN), porém houve interação para matéria seca (MS), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e concentração de N-amoniacal (Tabela 5). Em que no primeiro corte e/ou segundo corte, o teor de MS foi semelhante entre o uso e/ou não uso de aditivos, porém para com controle, inoculante e/ou ácido, no primeiro corte foi menor o teor de MS comparado com segundo corte (Tabela 5).

Tabela 4 – Parâmetros fermentativos das duas épocas de corte da silagem de sorgo

Itens <sup>1</sup>	sorgo 1º corte	sorgo 2º corte	EPM	valor de P
perda por gases (%)	0.23b	0.62a	0,032	<0.01
perda por efluentes (%)	10.89a	0.41b	0,110	<0.01
pH	3,80	3,80	0,026	0,99
recuperação de MS (%)	91,64	90,91	1,006	0,46

<sup>1</sup> Efeito das duas épocas de colheita, sendo 1º corte no dia 09 de março e 2º corte (após a rebrota do 1º corte) no dia 21 de maio;

Já, no primeiro corte e/ou segundo corte, o teor de FDN foi semelhante entre o uso e/ou não uso de aditivos, porém, para com controle, inoculante e/ou ácido, no primeiro corte foi maior o teor de FDN comparado com segundo corte (Tabela 5). E a concentração de N-amoniacal, no primeiro corte, foi semelhante entre o uso e/ou não uso de aditivos, e no segundo corte, o uso do ácido orgânico teve concentração de N-amoniacal maior comparado com controle e uso de inoculante (Tabela 5), e, para com controle, inoculante e/ou ácido, no primeiro corte foi menor a concentração de N-amoniacal comparado com segundo corte (Tabela 5).

Tabela 5 – Composição químico-bromatológica da silagem de sorgo em duas épocas do ano (meses março e maio) sem e/ou com o uso de inoculante e/ou ácido orgânico

Item <sup>1</sup>	sorgo 1º corte			sorgo 2º corte			EPM	Valor de P <sup>2</sup>		
	controle	inoculante	ácido	controle	inoculante	ácido		sorgo	aditivo	S*A
MS	27.83b	27.90b	26.70b	30.63a	29.62a	30.51a	0,531	<0.01	0,24	0,03
MM	6,63	7,04	6,58	6,51	6,39	6,12	0,200	<0.01	0,06	0,18
PB	4,91	5,06	5,21	6,24	6,37	6,75	0,259	<0.01	0,21	0,36
FDN	75.22a	76.14a	76.85a	69.35b	68.60b	67.13b	0,977	<0.01	0,84	0,03
FDNi	37,95	30,78	36,88	25,90	26,84	26,07	4,589	<0.01	0,59	0,41
NH <sub>3</sub>	0.21c	0.14c	0.14c	1.42b	1.22b	2.51a	0,260	<0.01	<0.01	<0.01
CIDN	3,81	4,58	4,24	4,20	4,29	4,15	0,196	0,97	0,02	0,07
NIDN	1,55	1,76	2,02	1,89	2,03	2,31	0,126	<0.01	<0.01	0,92

<sup>1</sup>Matéria Seca (MS); Matéria Mineral (MM); Proteína Bruta (PB); Fibra em Detergente Neutro (FDN); Fibra em Detergente Neutro Insolúvel (FDNi); N-amônia-Cal (NH<sub>3</sub>); Cinzas Insolúveis em Detergente Neutro (CIDN); Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro (NIDN). EPM – Erro padrão da média. <sup>2</sup>Corte – efeito das duas épocas de colheita, sendo 1º corte no dia 09 de março e 2º corte (após a rebrota do 1º corte) no dia 21 de maio; Aditivo – efeito do sem uso aditivos (controle), uso de inoculante (2 ml/kg, LactoSilo® GOLD, BASF) e/ou uso de ácido orgânico (0,5 ml/kg, FreshCUT™ Plus, Kemin); C\*A – efeito da interação do corte com aditivo.

Para teor de MS, MM, PB, FDN, FDNi não houve diferenças sem e/ou com uso de aditivos, independente da época dos cortes, no entanto, para teor de CIDN, os valores com uso

de inoculante foi maior que sem aditivos e uso de ácido orgânico, e para teor de NIDN, os valores com uso de ácido foi maior que sem aditivos e uso de inoculante (Tabela 6).

Tabela 6 – Composição químico-bromatológica da silagem de sorgo sem e/ou com o uso de inoculante e/ou ácido orgânico

Itens <sup>1</sup>	controle	inoculante	ácido	EPM	valor de P
MS %	29,22	28,76	28,61	0,375	0,24
MM %	6,57	6,71	6,35	0,142	0,06
PB %	5,58	5,80	5,91	0,183	0,21
FDN %	72,29	72,37	71,99	0,691	0,84
FDNi %	31,93	28,81	31,47	3,245	0,59
NH3 %	0.81b	0.68b	1.32a	0,184	<0.01
CIDN %	4.00b	4.44a	4.20b	0,139	0,02
NIDN %	1.722b	1.90b	2.16a	0,089	<0.01

<sup>1</sup> Matéria Seca (MS); Matéria Mineral (MM); Proteína Bruta (PB); Fibra em Detergente Neutro (FDN); Fibra em Detergente Neutro Insolúvel (FDNi); N-amônia-Cal (NH<sub>3</sub>); Cinzas Insolúveis em Detergente Neutro (CIDN); Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro (NIDN). EPM – Erro padrão da média. Silagem de sorgo sem uso aditivos (controle), e com uso de inoculante (2 ml/kg, LactoSilo® GOLD, BASF) e/ou uso de ácido orgânico (0,5 ml/kg, FreshCUT™ Plus, Kemin);

Quanto as épocas de corte, para MM e FDNi, os valores do primeiro corte foram superiores ao segundo corte, e já para PB e NIDN, os valores do segundo corte foram superiores ao primeiro corte, e para CIDN não houve influência das épocas de corte, independente do uso de aditivos.

Tabela 7 - Composição químico-bromatológica da silagem de sorgo de duas épocas de corte

Itens <sup>1</sup>	sorgo 1º corte	sorgo 2º corte	EPM	valor de P
MS %	27.47b	30.25a	0,307	<0.01
MM %	6.75a	6.34b	0,116	<0.01
PB %	5.05b	6.46a	0,150	<0.01
FDN %	76.07a	68.36b	0,566	<0.01
FDNi %	35.20a	26.27b	2,650	<0.01
NH3 %	0.16b	1.72a	0,150	<0.01
CIDN %	4,21	4,20	0,113	0,97
NIDN %	1.78b	2.08a	0,072	<0.01

<sup>1</sup>Matéria Seca (MS); Matéria Mineral (MM); Proteína Bruta (PB); Fibra em Detergente Neutro (FDN); Fibra em Detergente Neutro Insolúvel (FDNi); N-amônia-Cal (NH<sub>3</sub>); Cinzas Insolúveis em Detergente Neutro (CIDN); Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro (NIDN). EPM – Erro padrão da média. <sup>2</sup>Corte – efeito das duas épocas de colheita, sendo 1º corte no dia 09 de março e 2º corte (após a rebrota do 1º corte) no dia 21 de maio;

## 4 DISCUSSÃO

As perdas por gases ocorrem em decorrência de uma maior produção de CO<sub>2</sub> devido a intensidade da fermentação. A principal função do ácido orgânico não apenas na queda mais acelerada do pH, mas também, em conter o crescimento de microrganismos indesejáveis como

os *clostridium* e leveduras, a amenizar possíveis fermentações secundárias indesejadas. O principal ácido orgânico responsável pela queda do pH é o lático que é produzido em maior quantidade (MCDONALD et al., 1991). Enquanto que, a utilização de inoculantes microbianos tem como objetivo principal impedir o crescimento de microrganismos aeróbios, como as leveduras, fungos e os clostrídeos, inibindo assim a degradação das proteínas, uso dos açúcares remanescentes e perdas de matéria seca (Zopollatto et al., 2009).

O primeiro corte do sorgo apresentou-se maior perdas por efluentes (10,89%) e menor perdas por gases (0,23%), enquanto o segundo corte obteve resultado inverso entre os tratamentos, perdas por efluentes (0,41%) e perdas por gases (0,62%). Essa perda maior no primeiro corte pode ter sido influenciada pelo teor de matéria seca no momento do processo de ensilagem. A recuperação de matéria seca não obteve interação entre os tratamentos e a época de corte. O inoculante reduziu perdas por gases e efluentes, e ácido não conseguiu promover os mesmos resultados do inoculante no primeiro e segundo corte, contribuindo para menores perdas e melhor conservação do material ensilado.

Desta forma, após o fechamento do silo começa a fase de fermentação ou fase anaeróbica, podendo ser dividida em duas: a fase anaeróbica inicial, que tem uma duração aproximadamente 72 horas sendo caracterizado pelo crescimento das enterobactérias, bactérias heterofermentativas, e início no declínio do pH. Já, a fase anaeróbica em sequência, surge o aparecimento das bactérias ácido lácticas (BAL) homofermentativas, a promover uma redução mais rápida do pH, podendo durar essa fase de 1 a 4 semanas (BORREANI et al., 2018).

Segundo França et al. (2011), para uma silagem ser considerada de boa qualidade, além de apresentar o teor de matéria seca adequado, a mesma deve apresentar pH variando de 3,7 a 4,2, para que o processo de deterioração enzimática seja reduzido rapidamente durante a fermentação inicial. No presente estudo, tanto para o primeiro e o segundo corte obteve-se pH 3,80 sendo valor desejável para uma silagem de boa qualidade.

Pois, valores de pH acima do preconizado, serão indicadores de que a massa ensilada pode não ter sido conservada adequadamente, fazendo com que reduz o crescimento de microrganismos produtores de ácido lático, corroborando para baixa produção de ácido orgânicos totais (Kung et al., 2007). É desejável que o pH da silagem reduza rapidamente após o processo de ensilagem, para inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis, sendo esse influenciado pelo poder tampão da forragem, quantidade de carboidratos solúveis e produção de ácido orgânicos, a estender a fase estável ou seja, a fase três até a abertura do silo.

De acordo com Pedroso et al. (2000), demonstraram alguns resultados com o uso de inoculante comercial (Sil-All da Alltech do Brasil, Curitiba, PR) contendo *Lactobacillus*

*plantarum*, *Streptococcus faecium* e *Pediococcus acidactili*, diluído em água conforme as recomendações do fabricante, sendo 10 g do produto por tonelada na silagem de sorgo, que o mesmo teve efeito variável sobre a qualidade nutricional e parâmetros fermentativos da silagem após 45 dias de fermentação, foram observados com a adição do inoculante e controle sobre o teor de cinzas (3,55 e 3,96% MS) N-amônioal (0,07 e 0,08% MS) pH (4,05 e 4,09) FDN (41,28 e 39,14% da MS) PB (7,93 e 7,99% da MS) perda MS (2,14 e 3,06% da MS), respectivamente. O menor teor de cinzas, é um indicativo de melhor conservação da forragem ensilada, pois, quando a fermentação é inadequada ocorre perdas de material orgânico, aumentando relativamente a participação das cinzas (Matéria Mineral) na MS (ASHBELL, 1995).

No presente estudo realizado, os valores obtidos sobre a qualidade nutricional e parâmetros fermentativos da silagem após 70 dias de fermentação, obteve-se os seguintes resultados para o primeiro e segundo corte sobre o teor de cinzas (4,20 e 4,21% MS) N-amônioal (0,16 e 1,72% MS) pH (3,8 e 3,8) FDN (76,07 e 68,36% MS) PB (5,05 e 6,46% MS) recuperação de MS (91,64 e 90,91% MS). Os dados obtidos neste estudo resultaram em valores desejável para uma silagem de boa qualidade e conservação.

Em especial, quanto ao uso de aditivos, como ácido orgânico, proporciona benefícios para o processo de ensilagem, porém, quando encontrado em grandes proporções, o mesmo pode causar queda do consumo voluntário dos animais, quando associado aos elevados níveis de amônia (JUNGES et al., 2013).

Segundo Kung Jr. Et al. (2018) o valor de N-amônioal deve obter valores inferior a 10%, a indicar que houve uma menor degradação da proteína do material ensilado e ainda, o processo de fermentação ocorreu de maneira adequada. Valores superiores ao preconizado pode ser indício de que processo de ensilagem foi realizado de forma inadequada ou, que ocorreu um aquecimento excessivo da silagem, a gerar uma maior perda de MS, e consequentemente, perdas nutricionais. No presente estudo, os valores obtidos de N-amônioal para o primeiro corte foram de 0,16% e no segundo corte 1,72% obtendo valores conforme a recomendação inferior a 10%, e ainda abaixo ao obtido por Moura et al. (2017), que obtiveram valores de N-amônioal entre 5,78 a 8,53% para diferentes híbridos de sorgo, indicando que o processo ocorreu de forma adequada.

#### **4 CONCLUSÃO**

Com base no estudo realizado, conclui-se que a aplicação de aditivos como inoculantes e orgânicos na silagem de sorgo gigante apresentou efeitos limitados na melhoria dos parâmetros

de fermentação e qualidade bromatológica. A época de corte mostrou maior influência na composição nutricional da silagem. O uso do inoculante bacteriano não teve efeito consistente sobre a qualidade e parâmetros de fermentação da silagem, não alterando também a perda de matéria seca durante a ensilagem do sorgo. E o uso de ácido orgânico aumentou as perdas da silagem, com pouco impacto na qualidade química bromatológica da silagem.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis** 13 Ed., Whashington, p. 1015, 1999.
- ALVARENGA, R.C.; RODRIGUES, J.A.S.; SANTOS, F.C.; et al. **A cultura do sorgo em sistemas integrados lavoura-pecuária ou lavoura-pecuária-floresta**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 14 p.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. da C.; et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, dez. 2014.
- ASHBELL, G. 1995. Basic principles of preservation of forage, by-products and residues as silage or hay. **Bet Dagan: Agricultural Research Organization, The Volcani Center**. (n.1664-E). 58p.
- BORÉM, A.; PIMENTEL, L. D.; PARRELA, R.A. da C.; et al. **Sorgo do plantio a colheita**. Viçosa: UFV, 2014. 275 p.
- BORREANI, G. *et al.* Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *J. Dairy Scie.*, v.101, n.5, p.3952-3979, 2018.
- BORGHI, E.; NETO GONTIJO, M.M.; ZIMMER, A.H.; et al. **Agricultura de baixo carbono: tecnologias e estratégias de implantação**. cap. 4. Brasília: EMBRAPA, 2018. 194 p.
- CARAFFA, M.; RIFFEL, C.T.; CARNEIRO, E.A.; ZAWACKI, M.E.; WITCZAK, G.P. 2017. Ensaio Estadual de avaliação de genótipos de sorgo silageiro-sacarino, Três de Maio, RS, na safra 2016/17. Anais... 45º Reunião Técnica Anual da Pesquisa do sorgo. p.182-185.
- DETMANN, E.; COSTA E SILVA, L. F. ROCHA, G. C. PALMA, M. N. M. RODRIGUES, J. P. P. (Eds.). **Métodos para análise de alimentos**. 2. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2021. 350 p.
- ENTZ, M. H.; BARON, V. S.; CARR, P. M; MEYER, D. W.; SMITH, S. R.; MCCAUGHEY, W. P. Potential of forages to diversify cropping systems in the Northern Great Plains. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, p. 240–250, 2002.

FERNANDES, F.E.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; PEREIRA, O.G.; CARVALHO, G.G.P.; OLIVINDO, C.S. 2009. Forage sorghum silage with added urea in two storage periods. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 38:2111-2115.

FRANÇA, A. F. D. S.; OLIVEIRA, R. D. P.; MIYAGI, E. S. et al. CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DA SILAGEM DE HÍBRIDOS DE SORGO SOB DOSES DE NITROGÊNIO. **Brazilian Animal Science**, Goiânia, v. 12, n. 3, p. 383–391, 2011. DOI: 10.5216/cab. v12i3.540

GONTIJO NETO, M.M.; BORGHI, E.; NOBRE, M.M.; et al. **Agricultura de baixo carbono: tecnologias e estratégias de implantação**. cap. 5. Brasília: Embrapa, 2018. 194 p.

JUNGES, D.; SCHMIDT, P.; NOVINSKI, O. C. et al. Additive containing homo and heterolactic bacteria on the fermentation quality of maize silage. **Acta Scie.. Animal Scie.**, v. 35, n. 4, p. 371-377, 2013.

KANGAMA, C.O.; RUMELI, X. 2005. Introduction of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) into China. **African Journal Biotechnology**. 4:575-579.

KUNG, J. R. L.; SHAVER, D. R.; GRANT, J. R. et al. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **J. Dairy Scie.**, v. 101, n. 5, p. 4020-4033, 2018. doi: 10.3168/jds.2017-13909.

KUNG JR., L.; STOKES, M.R.; LIN, C.J. Silage additives. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**. Wisconsin: ASA; CSSA; SSSA, 2003. p.305-360.

TAYLOR, C. C.; KUNG, J.R.L. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of ground and whole high-moisture corn. **J. Dairy Scie.**, v.90, n.5, p. 2309-2314, 2007. doi:10.3168/jds.2006-713.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; RODRIGUES, J.A.S. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa – Milho e Sorgo, 2003. 4 p. (Comunicado Técnico 86).

MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. Chalcombe Publications. Marlow Bucks, v.340, 1991. doi:10.1017/S0014479700023115.

MENEZES, C. B.; FERNANDES, E. A.; et al. **Importância do sorgo para o abastecimento de grãos, forragem e bioenergia no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2021. 13-58 p.

MOURA, M.M.A.; PIRES, D. A. A.; COSTA, R. F. et al. Nutritional value of sorghum silages. **Acta Scie. Anim. Scie.**, v.39, n.2, p.137-142, 2017. doi:10.4025/actascianimsci. v39i1.32677.

PAZIANI, F.S., FREITAS, S.R., DUARTE, P.A., et al **GUIA DA FORRAGEM**, 2019. **Sorgos “gigantes” para silagem**. Braz. J. of Develop., Curitiba, v.6, n.12, p. 99936-99946 dec., 2020.

- PEDROSO, F. A.; FREITAS, R. A.; SOUZA, B. G. Effect of bacterial inoculant on silage quality and dry matter loss during ensiling of sorghum silage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.1, p. 48-58, fev. 2000. doi: 10.1590/S1516-3598.
- PERAZZO, A. F.; CARVALHO, G.GP.; SANTOS, E.M.; *et al.* Agronomic Evaluation of Sorghum Hybrids for Silage Production Cultivated in Semiarid Conditions. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, n. p. 1–8, jun. 2017.
- RIBEIRO, M. G.; COSTA, K. A. P.; SILVA, A. G.; *et al.* Grain sorghum intercropping with *Brachiaria brizantha* cultivars in two sowing systems as a double crop. **African Journal of Agricultural Research**, Rio Verde-GO, v.10, n.39, p. 3759-3766, set. 2015.
- RIBEIRO, M. G.; COSTA, K. A. P.; SOUZA, W. F.; *et al.* Silage quality of sorghum and *Urochloa brizantha* cultivars monocropped or intercropped in different planting systems. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Rio Verde-GO, v. 39, n. 3, p. 243-250, set. 2017.
- SANTOS, G. H.; LUMBRERAS, F.J.; COELHO, R.M.; *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: il.color, 2013. 353 p.
- SEAGRI. **Secretaria de Estado da Agricultura Valor bruto da produção agropecuária de Rondônia**. Boletim informativo, n. 8, 2021.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 235p.
- SOUSA JUNIOR, B.A.; SILVA, A.G.; FERREIRA, C.J.B.; *et al.* Sistemas de implantação de espécies de *Brachiaria* em consórcio com sorgo granífero na segunda safra. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo-SP, v. 87, n. 1-11, e0482019, 2020.
- VENTURINI, Tiago. **Caracterização da silagem do sorgo forrageiro AGRI 002E e utilização na alimentação de bovinos**. 2019. 148 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2019.
- ZIMMER, A.H.; MACEDO, C.M.; KICHEL, N.A.; *et al.* **Degradação, recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2012. 42 p.
- 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**. *Rev. Bras. Zootec.*, v.38, p.170-189, 2009. doi:10.1590/S1516-35982009001300018.