



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ - UFOPA  
PRÓ – REITORIA DE PESQUISA, PÓS – GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
TECNOLÓGICA  
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM BIOCÊNCIAS**

**JULIAN VANESSA NASCIMENTO MARINHO**

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA, AVALIAÇÃO SENSORIAL  
E DE ESTABILIDADE AERÓBIA DE SILAGENS DE SORGO ADITIVADAS  
COM UREIA E REALOCADAS**

**SANTARÉM-PA  
2022**

**JULIAN VANESSA NASCIMENTO MARINHO**

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA, AVALIAÇÃO SENSORIAL  
E DE ESTABILIDADE AERÓBIA DE SILAGENS DE SORGO ADITIVADAS  
COM UREIA E REALOCADAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós – Graduação em Biociências, área de concentração em Fisiologia Ambiental, da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, como parte das exigências para obtenção do título de mestre em Biociências.

Orientadora: Profa. Dra. Andréa Krystina Vinente Guimarães

**SANTARÉM – PA  
2022**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA**

---

- M338c Marinho, Julian Vanessa Nascimento  
Composição químico-bromatológica, avaliação sensorial e de estabilidade aeró-  
bia de silagens de sorgo aditivadas com ureia e realocadas./ Julian Vanessa Nasci-  
mento Marinho. – Santarém, 2022.  
56 p. : il.  
Inclui bibliografias.
- Orientadora: Ándrea Krystina Vinente Guimarães.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Biodi-  
versidade e Florestas, Programa de Pós-Graduação em Biociências.
1. Aditivo. 2. Conservação. 3. Deterioração. I. Guimarães, Ándrea Krystina Vinente,  
*orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 631.5

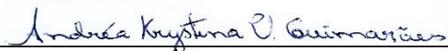
**JULIAN VANESSA NASCIMENTO MARINHO**

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA, AVALIAÇÃO SENSORIAL  
E DE ESTABILIDADE AERÓBIA DE SILAGENS DE SORGO ADITIVADAS  
COM UREIA E REALOCADAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós – Graduação em Biociências, área de concentração em Fisiologia Ambiental, da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, como parte das exigências para obtenção do título de mestre em Biociências.

Orientadora: Profa. Dra. Andréa Krystina Vinente Guimarães

Data de aprovação: 31 de agosto de 2022



Prof. Dra. Andrea Krystina Vinente Guimarães  
Universidade Federal do Oeste do Pará



Prof. Dra. Adriana Morini Caroprezo  
Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Ronan Magalhães de Souza  
Universidade Federal Rural da Amazônia



Prof. Dr. Ronaldo Francisco de Lima  
Universidade Federal do Oeste do Pará

Ao meu esposo e filha, Marcley e Débora Marinho  
por serem minha inspiração, por tanta paciência,  
carinho, apoio e amor. Meu muito obrigada! Amo  
vocês!

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser meu porto seguro, amigo e mestre, por estar sempre ao meu lado, me guiando, me mostrando o caminho a seguir e por ter me concebido uma família que tanto me ama e amigos que tanto me ajudam.

A minha família, meus pais, Josivaldo e Nilza, por ser minha base, meu espelho, por todo amor a mim depositado e por acreditar em mim. Aos meus irmãos e cunhado, Melk, Natália e Michael, por me ajudarem sempre, até mesmo na execução do projeto, por todo apoio e incentivo.

Ao meu esposo Marcley Marinho, por toda paciência e amor, por dividir comigo os momentos bons, mas também aqueles difíceis em que soube me confortar e ajudar a superar.

Sou muito grata por sempre participar comigo em todos os meus desafios e fazê-los seus também.

As minhas parceiras de laboratório, Raquel Cunha e Karollayne Dib, que contribuíram para a implantação dos experimentos e colaboraram para o desenvolvimento das análises químico-bromatológicas.

Ao professor Ronaldo e seus orientados que ajudaram na colheita e fabricação da silagem de sorgo, e pelo grande auxílio e apoio nas análises estatísticas.

À professora Dra. Andréa Krystina Vinente Guimarães, pela orientação ao longo desses anos, paciência, disponibilidade em tirar as dúvidas, incentivo para meu crescimento profissional e pela confiança em meu trabalho.

À Universidade Federal do Oeste do Pará pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram a superar os obstáculos e que mesmo na dificuldade me incentivaram a continuar em frente.

**Muito obrigada!**

“As montanhas da vida não existem apenas para que você chegue ao topo, mas para que você aprenda o valor da escalada.”

## RESUMO GERAL

Objetivou-se analisar o efeito do tempo de exposição aeróbia de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) forrageiro realocada e adição dos níveis de ureia em silagens de sorgo com exposição aeróbia, através das análises químico-bromatológica e estabilidade aeróbia. Os experimentos foram conduzidos nas dependências da Universidade Federal do Oeste do Pará, campus Santarém-PA. **O capítulo 1** - trata-se da revisão de literatura com descrição do sorgo, realocação de silagem, ureia como aditivo e exposição aeróbia. **Capítulo 2** - “Efeitos da exposição aeróbia de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) forrageiro realocadas”. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 30 silos experimentais, sendo 10 tratamentos (silagem não realocada, 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 48 e 60 horas) e 3 repetições. Após a avaliação sensorial quanto aos aspectos nutritivo e sanitário das silagens, as mesmas foram classificadas como “Boa a Muito Boa”. A realocação de silagens de sorgo promoveu efeito significativo ( $P < 0,05$ ) nos teores de matéria mineral, matéria orgânica, fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro, extrato etéreo, nutrientes digestíveis totais e digestibilidade da matéria seca. Os tempos de exposição aeróbia, não promoveram maior estabilidade da silagem durante 60 horas. **Capítulo 3** - “Efeito do uso de níveis de ureia em silagens de sorgo submetidas à exposição aeróbica, na composição químico-bromatológica e estabilidade aeróbia”. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2, composto por cinco níveis de ureia (0; 0,5; 1,5; 2,5 e 3,5% com base na matéria seca) e dois tempos de exposição aeróbia 0 e 72 horas. Foram quatro repetições por tratamentos, totalizando 20 silos experimentais. Para os dados referentes às perdas de gases, perdas de matéria seca e recuperação de matéria seca, foi utilizado apenas o tempo de 0 horas. Após 100 dias de armazenamento os silos foram abertos, pesados e tiveram coletadas amostras de silagens para as análises nos tempos 0 e 72 horas. Houve efeito crescente ( $P < 0,05$ ) para proteína bruta no tempo de 0 h, apresentando aumento nos teores chegando a 7,5%. A adição de ureia promoveu efeito ( $P < 0,05$ ) para matéria seca, matéria mineral em relação ao tempo de 72 horas de exposição anaeróbia. Houve efeito significativo nas variáveis de extrato etéreo, compostos nitrogenados insolúveis e proteína insolúvel, a adição de ureia promoveu alterações nos tempos 0 e 72 horas. A adição de ureia e a exposição aeróbia de até 72 horas das silagens promoveram modificações na fermentação e a estabilidade aeróbia se manteve estável até às 84 horas.

**Palavras - chave:** Aditivo. Conservação. Deterioração.

## ABSTRACT

The objective was to analyze the effect of aerobic exposure time of relocated forage sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) silages and addition of urea levels in sorghum silages with aerobic exposure, through chemical-bromatological analysis and aerobic stability. The experiments were conducted at the premises of Universidade Federal do Oeste do Pará, campus Santarém-PA. Chapter 1 - is a literature review with description of sorghum, silage reallocation, urea as an additive and aerobic exposure. Chapter 2 - "Effects of aerobic exposure of relocated forage sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) silages". The entirely randomized design was used with 30 experimental bins, with 10 treatments (silage not reallocated, 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 48 and 60 hours) and 3 repetitions. After sensory evaluation of the nutritional and health aspects of the silages, they were classified as "Good to Very Good". The relocation of sorghum silages promoted a significant effect ( $P < 0.05$ ) on the contents of mineral matter, organic matter, acid detergent fiber, neutral detergent fiber, ethereal extract, total digestible nutrients, and dry matter digestibility. The aerobic exposure times, did not promote greater silage stability over 60 hours. Chapter 3 - "Effect of the use of urea levels in sorghum silages submitted to aerobic exposure, on the chemical-bromatological composition and aerobic stability". The experimental design used was entirely randomized, in a 5 x 2 factorial scheme, composed of five levels of urea (0; 0.5; 1.5; 2.5 and 3.5% based on dry matter) and two aerobic exposure times 0 and 72 hours. There were four repetitions per treatment, totaling 20 experimental bins. For data regarding gas losses, dry matter losses, and dry matter recovery, only the 0 hour time was used. After 100 days of storage the silos were opened, weighed, and had silage samples collected for analysis at 0 and 72 hours. There was an increasing effect ( $P < 0.05$ ) for crude protein at 0 h, with increased levels, reaching 7.5%. The addition of urea promoted effect ( $P < 0.05$ ) for dry matter, mineral matter in relation to the time of 72 hours of anaerobic exposure. There was a significant effect on the variables of ether extract, insoluble nitrogen compounds and insoluble protein, the addition of urea promoted changes in the times 0 and 72 hours. The addition of urea and aerobic exposure of up to 72 hours of the silages promoted changes in fermentation and aerobic stability remained stable until 84 hours.

**Keywords:** Additive. Conservation. Deterioration.

## LISTA DE ABREVIATURAS

AMB - ambiente

DMS – digestibilidade da matéria seca

EE – extrato etéreo

FDA – fibra em detergente ácido

FDN - fibra em detergente neutro

MM – matéria mineral

MO – matéria orgânica

MS – matéria seca

NDT – nutrientes digestíveis totais

NIDA – compostos nitrogenados insolúveis em detergente ácido

N-NH<sub>3</sub>/NT – nitrogênio amoniacal / nitrogênio total

PA – Pará

PB – proteína bruta

PG – perda de gases

PIDA – proteína insolúvel em detergente ácido

PMS – perda de matéria seca

RMS – recuperação de matéria seca

SE – silo experimental

SNR – silagem não realocada

TEM – temperatura da silagem

TI – temperatura inicial

TF – temperatura final

UFOPA – Universidade Federal do Oeste do Pará

## LISTA DE TABELAS E FIGURAS

### CAPÍTULO II

Tabela 1. Composição químico-bromatológica da planta de sorgo.....	28
Tabela 2. Avaliação sensorial das silagens de sorgo realocadas quanto às características associadas ao valor nutritivo .....	29
Tabela 3. Avaliação sensorial das silagens de sorgo realocadas quanto às características associadas aos aspectos sanitários .....	29
Tabela 4. Temperatura (C°) das pilhas de silagens durante a realocação.....	30
Tabela 5. Composição química – bromatológica da silagem de sorgo realocada após 30 dias de fermentação .....	32
Tabela 6. Teores médios de PMS - Perdas de matéria seca e RMS - recuperação de matéria seca de silagens de sorgo realocadas .....	33
Figura 1. Temperatura das silagens de sorgo forrageiro realocadas após a abertura dos silos	35
Figura 2. pH das silagens de sorgo forrageiro realocadas após a abertura dos silos.....	35

### CAPITULO III

Tabela 1. Composição químico-bromatológica da planta de sorgo inteira (PI) e dos tratamentos com níveis de ureia .....	45
Tabela 2. Avaliação sensorial das silagens de sorgo com adição de níveis de ureia quanto às características associadas ao valor nutritivo.....	46
Tabela 3. Avaliação sensorial das silagens de sorgo com adição de níveis de ureia quanto às características associadas aos aspectos sanitários .....	47
Tabela 4. Composição químico-bromatológica das silagens de sorgo com adição de níveis de ureia no tempo 0 horas com 100 dias de fermentação.....	48
Tabela 5. Tabela 5 - Teores médios de PMS - Perdas de matéria seca, RMS - recuperação de matéria seca e PG - perdas de gases de silagens de sorgo com níveis de ureia.....	50
Tabela 6. Tabela 06 - Composição químico-bromatológica das silagens de sorgo com adição de níveis de ureia no tempo 72 horas com 100 dias de fermentação .....	51
Figura 1. Temperatura das silagens de sorgo com níveis de ureia após a abertura dos silos ..	53
Figura 2. pH das silagens de sorgo com níveis de ureia após a abertura dos silos.....	54

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 Revisão de Literatura.....</b>	<b>15</b>
1.2.1 Sorgo.....	15
1.2.2 Silagem de sorgo .....	16
1.2.3 Realocação de silagem.....	17
1.2.4 Ureia na silagem .....	18
<b>1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>19</b>
<b>CAPITULO 2 - EFEITOS DA EXPOSIÇÃO AERÓBIA DE SILAGENS DE SORGO FORRAGEIRO REALOCADAS.....</b>	<b>22</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>22</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>2.4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>36</b>
<b>CAPITULO 3 – NÍVEIS DE UREIA EM SILAGENS DE SORGO SUBMETIDAS À EXPOSIÇÃO AERÓBICA.....</b>	<b>39</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>39</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>41</b>
<b>3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>42</b>
<b>3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>46</b>
<b>3.4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>54</b>
<b>3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>54</b>

## **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **1.1 INTRODUÇÃO**

A ensilagem de forrageiras é a principal forma de conservação de volumosos, sendo considerado um método vantajoso que possibilita alimento o ano todo aos animais, principalmente no período da seca, (LEITE, 2019). Porém, é importante entender o processo anaeróbico, para a preservação e conservação do material. A eficiência da técnica depende das ações das bactérias, cujo objetivo é minimizar a degradação biológica e conservar o maior percentual de nutrientes digestíveis da forragem original (NARDES, 2019).

A qualidade da ensilagem, segundo Lima et al. (2020), pode ser determinada pelo tempo permanece estável durante a exposição ao ambiente. São vários fatores que influenciam tais como temperatura, espécies forrageiras e o teor de matéria seca (MS). Como a técnica de ensilar tem se difundido entre as propriedades, tem sido feito a prática da realocação de silagens com objetivo de venda para produtores que não dominam a técnica e para alimentar animais em feiras de exposição e viagem. Porém, a realocação expõe a silagem ao ar, afetando sua qualidade em decorrência do tempo de reensilagem (SANTOS, 2018).

O sorgo é uma das culturas que vem crescendo cada vez mais no país, possui excelentes opções para diversas produções, como planta forrageira para pastoreio e silagem, produção de grãos, para fabricação de ração e planta de cobertura do solo para o sistema de plantio direto (ARAÚJO, 2017). Esta forrageira é adaptada ao processo de ensilagem em virtude de suas características fenológicas, que definem a facilidade de semeadura, manejo, colheita e armazenamento, aliadas a uma boa concentração de carboidratos solúveis, essenciais para a fermentação láctica e também possuir valor energético adequado ao processo (SILVA et al, 2017, MARTINS, 2022).

No entanto as silagens de sorgo possuem uma limitação de serem alimentos susceptíveis à deterioração após exposição aeróbia resultante dos elevados teores de carboidratos solúveis residuais, o que se torna um dos principais entraves para a estabilidade da silagem pós-abertura no silo (ARAÚJO, 2017). Kung Jr. (2014) mencionou que vários aditivos químicos com propriedades antifúngicas têm sido utilizados para estabilidade aeróbia de silagens. Dentre eles é possível citar o uso da ureia, que tem efeito benéfico associado ao aumento da estabilidade da forragem conservada.

A ureia vem se destacando como aditivo sendo frequentemente utilizada no processo de ensilagem por atuar na fração fibrosa da forragem, solubilizando a hemicelulose e aumentando

a disponibilidade de substratos prontamente fermentescíveis pelos microrganismos do rúmen, podendo melhorar o valor nutricional do alimento com concentrações reduzidas de proteína, minimizando perdas fermentativas (SANTOS, 2018).

Portanto, neste trabalho, foram realizados dois experimentos, cujos objetivos foram avaliar o efeito do tempo de exposição aeróbia de silagens de sorgo forrageiro realocada, e adição dos níveis de ureia em silagens de sorgo com exposição aeróbia, através das análises químico-bromatológica e de estabilidade.

## 1.2 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.2.1 Sorgo

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma cultura pertencente à família das gramíneas ou *poaceae*. Tem origem em regiões de clima tropical localizadas na África, com algumas indicações que sugerem haver duas regiões de disseminação independentes, África e Índia (CARVALHO, 2017; PAULA, 2016). Essa planta vem se destacando no meio agropecuário brasileiro e mundial. É um grão que pode ser usado de forma diversificada sendo aproveitado na alimentação animal, na forma de ração ou silagem (de grãos secos ou úmidos), na alimentação humana, como fonte de fibra alimentar e compostos bioativos, como exemplo, a farinha para panificação, cuscuz, bolos, biscoitos, massas, e na produção de álcool e cervejas (Embrapa, 2015).

O sorgo é uma cultura capaz de ser cultivada em várias regiões, pois possui características xerófilas, como a cerosidade e pilosidade, que reduzem a perda de água da planta, pertence ao grupo de plantas C4 é uma cultura 100% mecanizável (VIANA, 2019). Trata-se de uma gramínea bastante energética, com alta digestibilidade e produtividade (OLIVEIRA et al, 2016). A sua grande eficácia esta na conversão de água e nutrientes absorvidos em foto assimilados e esqueletos de carbono permitindo seu cultivo em regiões de alta temperatura e com restrições pluviométricas, ficando em destaque, depois do milho, sendo uma cultura anual importante para silagem, (BORGES, 2016; RODRIGUES et al, 2014).

De acordo com Diniz, (2010), no meio agrônomo, a espécie é classificada em quatro grupos: granífero; sacarino; forrageiro e vassoura. A Embrapa (2009) aponta o sorgo granífero como o que se sobressai, pois possui maior expressão econômica e está entre os cinco cereais mais cultivados em todo o mundo, ficando atrás do arroz, trigo, milho e cevada.

Cada grupo de sorgo tem suas particularidades, o grupo granífero possui alta produção de grãos, porém é considerado de porte baixo, ocasionando reduzido rendimento de silagem devido sua limitada produção de massa verde. O sacarino tem sido utilizado em pesquisas e ganhado destaque como uma alternativa viável para produção de etanol, devido suas altas concentrações de açúcares em colmos (SILVA, 2014). O sorgo forrageiro, por sua vez, possui porte alto de 2 a 3 metros de altura e são adaptadas para o corte verde e produção de silagem, alto rendimento de massa verde (BUSO et al, 2011). Por fim, no último grupo, encontra-se o sorgo vassoura. Este material apresenta uma finalidade artesanal, onde suas panículas são voltadas à fabricação de vassoura (RIBAS, 2010).

### 1.2.2 Silagem de sorgo

As silagens de sorgo têm se tornando uma das principais fontes de volumosos de maior valor nutritivo, apresentando bons rendimentos por unidade de área, boa aceitabilidade pelos animais e de fácil processo de fabricação para o produtor (NETO et al, 2016).

De acordo com OTT et al. (2018), para se obter sucesso em uma boa silagem é necessário criar condições que favoreçam a fermentação láctica, promovendo rápida queda do pH da massa ensilada, e conseqüentemente a inibição do desenvolvimento de microrganismos proteolíticos.

Atualmente as culturas de milho e sorgo têm sido as espécies mais utilizadas no processo de ensilagem, isso se dá principalmente pela facilidade de cultivo, os altos rendimentos e, sobretudo pela qualidade da silagem produzida, não havendo necessidade de aditivos para auxiliar na fermentação, podendo ter o seu uso somente para melhorar as condições de conservação e qualidade da silagem (RODRIGUES, 2014). O sorgo na forma de silagem de grão úmido tem chamado muita atenção nos dias atuais, tem representado uma das principais formas de suplementação de volumosos para os animais, pelo menor custo no armazenamento, melhor digestibilidade do grão e menores perdas qualitativas e quantitativas (Embrapa, 2015).

A forrageira é uma planta de excelentes características, possui alta produção de forragem, um sistema radicular abundante e profundo, que possibilita uma maior exploração do volume do solo, tem boa concentração de carboidratos solúveis, essenciais para a fermentação láctica, resultando em uma silagem de boas características fermentativas, (OLIVEIRA et al, 2010).

Porém, Carvalho (2017) destaca que apesar do sorgo ter ótimos atributos, principalmente no que se refere ao estresse biótico, é necessário proporcionar condições de manejos e cultivo adequados para que a planta expresse o seu potencial genético, e atenda as expectativas dos produtores, assim como também as exigências da alimentação animal.

Sua alta produção por área, bom valor energético, aproveitamento de rebrota entre outros benefícios, depende diretamente de fatores como: qualidade da semente, época da semeadura, densidade de plantas, preparo do solo, adubação e controle de pragas e doenças. Em função desses quesitos o sorgo tem seu elevado nível de produtividade, mostrando-se viável como alternativa ao milho na produção de excelentes silagens (CARVALHO, 2017).

### 1.2.3 Realocação de silagem

A realocação de silagens é caracterizada como um processo de mover uma silagem já pronta para um novo silo ou local, podendo até mesmo ser comercializada. Essa técnica envolve algumas etapas, como: a produção da silagem, desabastecimento, transporte, re-compactação e a vedação do silo novo, (CHE & WEINBERG, 2014). Esse procedimento oferece a possibilidade de dividir grandes quantidades de silagem armazenadas em bunkers, trincheiras ou pilhas em unidades menores, que podem ser facilmente transportados e vendidos (LIMA et al., 2020).

Durante o processo de realocação a silagem fica inevitavelmente exposta ao ar, e em tais condições, os microrganismos antes latentes na ausência de oxigênio multiplicam-se rapidamente e iniciam a degradação da silagem. Desta forma, é necessário que esse processo seja realizado de maneira correta e se possível em menor tempo, para que a silagem não fique por um longo período exposta ao ar (BERNARDES et al., 2009), pois com a exposição aeróbia há comprometimento do valor nutritivo por perdas ocorridas durante a deterioração da silagem.

Essa técnica ainda está se desenvolvendo, apesar de ser uma prática comum entre produtores de leite em diversos países, observa-se que poucos estudos sobre o assunto foram realizados, (SILVA, 2018). Assim existem muitos questionamentos a respeito da realocação ou reensilagem, mas o que se deve levar em conta como fator principal é o tipo de cultura e a qualidade dessa forrageira a ser ensilada.

Com os cuidados adequados na preparação da silagem, seguindo todas as recomendações necessárias de colheita, compactação, vedação e armazenamento, espera-se que os impactos da exposição ao ar sejam menores no momento da realocação. De acordo com Silva et al. (2019) as culturas de milho, sorgo e cana-de-açúcar se destacam, devido sua facilidade na deterioração aeróbia, podendo sofrer impactos negativos com o processo de realocação.

Segundo Oliveira et al. (2016) reensilar é uma estratégia interessante, podendo trazer grandes avanços na alimentação animal, no entanto pesquisas futuras devem ser realizadas para resolver problemas acerca da falta de informação, recomendação técnica e pesquisas. Freitas et al. (2020) destaca que o sucesso ou fracasso na adoção da prática de realocação de silagem está intimamente ligado a todos os processos, desde a produção da silagem propriamente dita, passando por todas etapas subsequentes de desabastecimento, transporte e reensilagem.

### 1.2.4 Ureia na silagem

A ureia é um composto orgânico cristalino, solúvel em água e álcool constituída por nitrogênio, oxigênio, carbono e hidrogênio, classificada quimicamente como amida, sendo considerada um composto nitrogenado não proteico (NNP), (JUNIOR et al, 2016). Entre os principais produtos que representam os aditivos inibidores, a ureia se sobressai. Seu uso na silagem pode alterar o perfil fermentativo, além de servir como nitrogênio não-proteico na dieta animal, exercendo efeito benéfico sobre a qualidade da silagem, possibilitando melhoria do valor nutricional do produto final (SILVA et al., 2018).

Quando adicionada a silagem, dentro do silo, a ureia é convertida em amônia, que, ao se ligar com a água, forma o hidróxido de amônia, capaz de solubilizar os componentes da parede celular, fazendo com que haja uma redução de FDN do material e conseqüentemente haja uma melhora na digestibilidade da fibra, (SANTOS, 2018). O uso desse aditivo se destaca por atuar na fração fibrosa da forragem, aumentando a disponibilidade de substratos prontamente fermentáveis para os microrganismos do rúmen.

Para Newmann et al. (2010) a ureia possibilita um melhor controle do pH da silagem evitando o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis como o caso de fungos e leveduras, em decorrência da sua atividade antimicrobiana. No entanto a eficiência da ureia depende de fatores como a dose aplicada e o período de armazenamento do alimento, para que ela não se torne tóxica aos animais, causando prejuízos (ARAÚJO, 2017).

Em silagens que apresentam alta concentração de carboidratos solúveis, como o caso do sorgo, a ureia utilizada em proporções adequadas, segundo Newmann et al. (2010), pode promover menores perdas fermentativas e efeito tóxico a população de microrganismos indesejáveis. Em estudo de revisão realizado por Araújo (2017), a dose de ureia recomendada na maioria dos experimentos é de 5 a 10 kg (0,5 a 1,0%) para cada tonelada de massa fresca, sendo importante uma distribuição homogênea durante a aplicação, para que se alcance o aproveitamento do aditivo.

Silagens de sorgo apresentam baixo teor proteico quando ensiladas com matéria seca entre 30 a 35 %. Desta forma, Newmann et al. (2010) destacam que, a adição de níveis de ureia propicia o aumento no valor nutritivo da silagem. Porém ainda há escassez na literatura de estudos que demonstrem a influência desse aditivo sobre os teores de nutrientes na silagem após o processo de fermentação e realocação.

### 1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, M. L. G. L. **Impacto da ureia no processo fermentativo da silagem de sorgo e o seu uso em dietas para cordeiros**. 2017. 169 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Pós – Graduação em Zootecnia - Escola de Medicina Veterinária - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.
- BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; AMARAL, R. C. DO. Chemical and microbiological changes and aerobic stability of marandú grass silages after silo opening. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, jan, 2009.
- BORGES, R. F. **A importância da ensilagem de sorgo**. 2016. 18 f. Monografia (TCC - Trabalho de conclusão de curso) - Curso de Tecnologia em Produção de Grãos - Universidade Estadual de Goiás - Posse, 2016.
- BUSO, W.H.D.; MORGADO, H. S.; SILVA, L. B.; FRANÇA, A. F. S. Utilização do sorgo forrageiro na alimentação animal. **PUBVET**, Londrina, v. 5, n. 23, Ed. 170, Art. 1145, 2011.
- CARVALHO, R. M. **Avaliação da silagem de milho em fazendas leiteiras de Patos de Minas, MG**. 2016. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós - graduação em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.
- CARVALHO, A. L. S. **Seleção de genótipos de sorgo para produção de silagem. Universidade federal dos vales do Jequitinhonha e Mucuri**. 2017. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2017.
- CHEN, Y.; WEINBERG, Z. G. The effect of relocation of whole-crop wheat and corn silages on their quality. **Journal of Dairy Science**, n 97, p. 406-410, jul. 2014.
- DINIZ, G. M. M. **Produção de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) aspectos gerais**. 2010. 23 f. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPÉCUARIA – EMBRAPA. Sorgo granífero: estenda sua safrinha com segurança / editor técnico, Cícero Bezerra de Menezes; Autores, Alexandre Ferreira da Silva... [et al.]. – Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2015. 65 p. Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518 - 4277; 176. 2015.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPÉCUARIA – EMBRAPA. **Milho e sorgo-sistemas de produção**, 5ª edição. Set/2009.
- FREITAS, C. A. S.; DOS ANJOS, A. J.; MACÊDO, A. J. S.; COUTINHO, D. N. BARCELOS, M. P. ABREU, M. J. I. Realocação de silagens em propriedades rurais: uma abordagem sobre o estado da arte. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, 2020.
- JUNIOR, R. G.; PEREIRA, L. G. R.; TOMICH, T. R.; MACHADO, F. S.; GONÇALVES, L. C. Informações gerais. Ureia em dietas de ruminantes. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, nº 80. Abril, 2016.

KUNG, L. **Managing the aerobic stability of silages**. Forage conservation. In: **16th International Symposium of Forage Conservation**, Brno, República Tcheca, junho de 2014.

LEITE, G. M. **Ação combinada da torta de algodão e de inoculantes microbianos em silagens de sorgo forrageiro**. 2019. 35 f. Monografia (TCC - Trabalho de conclusão de curso), Bacharel em Zootecnia - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2019.

LIMA, T. O.; LINO, A. A.; SANCHES, L. A.; BRITO, V. M.; ARAUJO, S. N. S.; SANT'ANNA, A. C.; ARAUJO, L. C. Quality of re-ensiled sorghum silages after prolonged periods of environmental exposure. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 41, n. 1, p. 357-362, jan./fev. 2020.

MARTINS, M. R. **Estabilidade e composição bromatológica de silagem de grãos de sorgo em função de reidratação e uso de inoculante**. 2022. 41 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós - Graduação em Zootecnia - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2022.

NARDES, S. I. **Produção de silagens de milho e sorgo, por diferentes períodos de armazenamento, com uso de inoculante composto**. 2019. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência animal) – Programa de Pós – Graduação *Stricto Sensu* em Ciência Animal – Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, 2019.

NETO, O. A.; CAXITO, A. M; CHAVES, F. F.; PESSOA, S. T. **Produção de silagem de sorgo BRS Ponta Negra em pequenas propriedades no Norte de Minas Gerais**. In: **XXX Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, “Milho e Sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar”. Bento – Gonçalves, 2016.

NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, R.M.; FARIA, M.V.; UENO, R.K.; REINERH, L.L.; DURMAN, T. Aditivos químicos utilizados em silagens. **Pesquisa aplicada e Agrotecnologia**, v.3, n.2, p.187-208, 2010.

OLIVEIRA, L. B., PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; RIBEIRO, L. S. O.; ALMEIDA, V. V.; PEIXOTO, C. A. M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecia**, v.39, n.1, p.61-67, 2010.

OLIVEIRA, J. S., SANTOS, E. M., SANTOS, A. P. M. Intake and Digestibility of Silages. In: **Advances in Silage Production and Utilization**. **InTech**, 2016.

OTT, L. C.; JÚNIOR, J. S.; BORTOLINI, F.; SILVA, J. L. S.; ROSA, P. P.; PINHEIRO, L.; LOURENÇO, L. A.; RÖSLER, D. C. Composição química e valor nutritivo da silagem de genótipos de sorgo - Composition and nutritional value of sorghum silage. **Revista electrónica de Veterinária** - ISSN 1695-7504.

PAULA, A. D. M. **Desempenho agrônomo, bromatológico e estabilidade fenotípica de sorgo silageiro**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós – Graduação em Agronomia - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

RIBAS, M.N.; MACHADO, F.S. 2010. Produção de forragem utilizando híbridos de sorgo com capim Sudão (*S. bicolor* x *S. sudanense*). **Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção. 2. Versão Eletrônica** – 6ª edição.

RODRIGUES, R.C. Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos. Pelotas, RS: **Embrapa Clima Temperado**, 2010.

RODRIGUES, J. A. S.; TOMICH, T. R.; GONÇALVES, L. C.; ALBUQUERQUEI, C. J. B.; GUIMARAES, A. S.; FERNANDES, L. O.; PAES, J. M. V. Sorgo forrageiro para silagem, corte e pastejo. **Informe agropecuário**, Belo – Horizonte. v.3 , n.278, p.50-62, jan./fev. 2014.

SANTOS, R. I. R. **Efeitos da exposição aeróbia e tempo de armazenamento em silagens de milho realocadas**. 2018. 154 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Produção Animal na Amazônia) - Programa de Pós-graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2018.

SILVA, N. N. **Avaliação de genótipos de sorgo [*sorghum bicolor* (L.) Moench] para a produção de etanol e de forragem**. 2014. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Universidade Federal de São João Del-Rei, Sete Lagoas, 2014.

SILVA, M. D.; CARNEIRO, M. S. S.; Pinto, A. P.; Pompeu, R. C. F. F.; SILVA, D. S.; COUTINHO, M. J. F.; FONTENELE, R. M. Avaliação da composição químico-bromatológicas das silagens de forrageiras lenhosas do semiárido brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 571-578, jan./fev. 2015.

SILVA, J. C.; NETO, G. G. R. **Caracterização do sistema produtivo de silagem de Paragominas-Pa**. 2019. Monografia (TCC – trabalho de conclusão de curso) - Bacharelado em Zootecnia - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

SILVA, T. C.; MEDONÇA, R. C. A.; SANTOS, R. I. R.; SOUZA, M. S.; QUEIROZ, A. C. M.; REGO, A. C. Realocação De Silagens. *In*: 1 Simpósio Paraibano de Conservação e Utilização de Forragem, **SICONFOR** – Set., 2019.

SILVA, T. I.; SANTANA, L. D; CAMARA, F. T.; PINTO, A. A.; BRITO, L. L. M.; MOTA, A. M. D. Produtividade de variedades de sorgo em diferentes arranjos populacionais em primeiro corte e rebrota. **Revista Espacios**, v. 38, n 27, p. 16, 2017.

SILVA, S. N. S.; ARAÚJO, M. L. G. M. L.; NASCIMENTO, C. O.; ASSIS, D. Y. C.; DIAS, L. S. B.; SAANTOS, E. M.; CARVALHO, G. G. P. Composição bromatológica em silagens de sorgo tratadas com ureia e submetidas a exposição aeróbica. *In*: **Congresso Brasileiro de Zootecnia**, Goiania - GO, 2018.

VIANA, F. F. Sorgo granífero: Práticas para implantação da cultura. **Blog agronegócio em foco**, 2019. Disponível em: <https://www.pioneersementes.com.br/blog/185/sorgo-granifero-praticas-paraimplantação-da-cultura>. Acesso em: 21 ago. 2020.

## **CAPÍTULO 2 - EXPOSIÇÃO AERÓBIA DE SILAGENS DE SORGO FORRAGEIRO REALOCADAS**

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo analisar o efeito do tempo de exposição ao ar da silagem de sorgo forrageiro realocada, através das análises químico-bromatológica e estabilidade aeróbia. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com dez tratamentos e três repetições: o controle e os tempos de realocação (TR) de 0; 6; 12; 18; 24; 30; 36; 48 e 60 horas. Após 30 dias de armazenamento os silos foram abertos para o processo de realocação. Em seguida foi avaliada a temperatura inicial (TI) das silagens no início da realocação e a temperatura final (TF) antes das silagens serem reensiladas por mais 30 dias. Em seguida os silos foram abertos e feito a avaliação sensorial, coletadas amostras para as análises químico-bromatológicas e avaliação da estabilidade aeróbia. Os dados da estabilidade aeróbia foram submetidos à análise descritiva e as médias da composição química – bromatológica submetidas à análise de variância através do PROC GLM (General Linear Models), por meio do programa computacional SAS. Foram testados os contrastes linear e quadrático, considerando a probabilidade de 5% ( $P < 0,05$ ) como nível de significância estatística. Após a avaliação sensorial quanto ao aspecto nutritivo e aspecto sanitário das silagens, as mesmas foram classificadas como “Boa a Muito Boa”. Sobre as temperaturas inicial (TI) e final (TF) antes da reensilagem, foi observado que as silagens com maiores tempos de exposição ao ar apresentaram um aumento discreto nos valores de TF e temperatura máxima (TMax.). Observou-se efeito significativo nos teores de matéria mineral, matéria orgânica, fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro, extrato etéreo, nutrientes digestíveis totais e digestibilidade da matéria seca cujo tratamento com 36 h de exposição ao ar foi o que apresentou maior estabilidade aeróbia. Esta variável foi alterada negativamente 72 h após a abertura do silo. Todas as silagens realocadas de sorgo apresentaram características bromatológicas e fermentativas que as classificam como de boa qualidade nutricional.

**PALAVRAS - CHAVE:** Conservação. Fermentação. Qualidade da silagem

## **CHAPTER 2 - AEROBIC EXPOSURE OF RELOCATED FORAGE SORGHUM SILAGES**

**ABSTRACT:** The objective of the present work was to analyze the effect of exposure time to air of reallocated forage sorghum silage, through chemical and bromatological analysis and aerobic stability. An entirely randomized design was used with ten treatments and three repetitions: control and reallocation times (RT) of 0; 6; 12; 18; 24; 30; 36; 48 and 60 hours. After 30 days of storage the silos were opened for the reallocation process. Then the initial temperature (IT) of the silages at the beginning of reallocation and the final temperature (TF) was evaluated before the silages were re-binned for another 30 days. Then the silos were opened and sensory evaluation was performed, and samples were collected for chemical and bromatological analysis and aerobic stability evaluation. The data of aerobic stability were subjected to descriptive analysis and the means of chemical - bromatological composition subjected to analysis of variance through the PROC GLM (General Linear Models), through the SAS computer program. Linear and quadratic contrasts were tested, considering 5% probability ( $P < 0.05$ ) as the level of statistical significance. After sensory evaluation of the nutritional aspect and health aspect of the silages, they were classified as "Good to Very Good". Regarding the initial (IT) and final temperatures (TF) before re-silage, it was observed that silages with longer times of exposure to air showed a slight increase in the values of TF and maximum temperature (TMax.). A significant effect was observed in the contents of mineral matter, organic matter, acid detergent fiber, neutral detergent fiber, ether extract, total digestible nutrients and dry matter digestibility, whose treatment with 36 h of exposure to air showed the highest aerobic stability. This variable was negatively altered 72 h after silo opening. All reallocated sorghum silages presented bromatological and fermentative characteristics that classify them as of good nutritional quality.

**Keywords:** Conservation. Fermentation. Quality of silage.

## 2.1. INTRODUÇÃO

O armazenamento de forragem por meio da ensilagem é uma excelente alternativa utilizada nos sistemas de criação animal, para conservar a forrageira de boa qualidade disponível durante o período de escassez de pasto, além de possibilitar o fornecimento de alimento succulento e palatável em épocas de carência para os animais (SILVA et al., 2015). Através desse método de conservação é possível às propriedades suplementarem seus animais em todos os períodos de déficit alimentar (CARVALHO, 2016).

De acordo com Silva e Neto (2019) a falta de planejamento da grande maioria das propriedades, com relação ao manejo alimentar adequado do rebanho, como exemplo, a produção de silagem, que a maioria das vezes acaba sendo produzida de forma incorreta, devido aos poucos conhecimentos técnicos, tem ocasionado ao produtor perdas relativas de silagem estocada e conseqüentemente perdas no produto final, fazendo com que, a propriedade necessite adquirir novos volumosos para seu rebanho até o fim do período de escassez de forragem.

Assim, tem surgido um mercado promissor no país, com a comercialização de silagens, para as propriedades que não ensilam e as que ainda não fazem bom uso desse método. Além disso, a realocação de silagem tem sido uma alternativa para a alimentação, durante o transporte à longas distâncias de animais que participam de eventos agropecuários (SANTOS, 2018).

Segundo Chen & Weinberg, (2014) essa técnica é caracterizada pela mudança de uma silagem já conservada para outro silo ou propriedade. O processo de deslocamento da silagem pode durar um tempo, até mesmo dias, resultando na exposição da massa ao ar, que pode interferir diretamente na qualidade do alimento.

O sorgo é uma das culturas que vem crescendo cada vez mais no país, possui excelentes opções para diversas produções. Essa forrageira segundo Silva et al. (2017) é adaptada ao processo de ensilagem em virtude de suas características fenológicas, que definem a facilidade de semeadura, manejo, colheita e armazenamento, aliadas a uma boa concentração de carboidratos solúveis, essenciais para a fermentação láctica e possui bom valor energético.

Diante disso, é necessária a realização de novos estudos para analisar as alterações que ocorrem após a realocação de forragem conservada, em específico a silagem de sorgo, que tem sido pouco avaliado em pesquisas.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar o efeito do tempo de exposição ao ar da silagem de sorgo forrageiro realocada, nas análises químico-bromatológica e de estabilidade aeróbia.

## 2.2. MATERIAIS E MÉTODO

O trabalho foi realizado no Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, no município de Santarém- Pará, com coordenadas geográficas de latitude 02°26'35" S e longitude 54°42'30" W, altitude de 51 metros e uma área de 24422,5 km<sup>2</sup> (IBGE, 2018). A cultivar Santa Elisa foi cultivada na Fazenda Experimental da UFOPA, Km 37 da PA-370, na cidade de Santarém-Pará.

O plantio ocorreu em dezembro de 2020 e a colheita no mês de março de 2021, quando o sorgo estava com aproximadamente 120 dias e os grãos estavam pastoso – farináceo. A adubação de plantio foi constituída de 300 kg.ha<sup>-1</sup> do fertilizante 10-18-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). Após 30 dias da semeadura foram aplicados 150 kg.ha<sup>-1</sup> de ureia em cobertura. A condução da lavoura de sorgo não envolveu práticas de controle químicos, as plantas daninhas foram removidas com limpezas manuais entrelinhas e linhas.

As plantas foram colhidas de forma manual, com facão a 20 cm da superfície do solo, simulando máquina de colheita. Em seguida o sorgo foi processado em uma ensiladeira acoplada ao trator regulado para cortar a forragem em partículas em torno de 2,0 a 3,0 cm. Após esses procedimentos, foi conduzido o ensaio em silo experimental (SE), feito de baldes de polietileno, com capacidade de 15 kg, sendo adicionados 9 kg de massa de forragem a fim de atingir densidade de 600 kg/m<sup>3</sup>.

Os baldes foram pesados vazios e cheios e em seguida foram armazenados em ambiente protegido da luz solar e chuvas. Após 30 dias de armazenamento foram abertos e a silagem foi realocada, exposta em diferentes tempos na forma de pilha sobre uma lona. Nesse processo foi avaliada a temperatura inicial (TI) na realocação e a temperatura final (TF) antes das silagens serem reensiladas nos mesmos silos.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, contendo 10 tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram em silagem controle (não exposta ao ar - SNR) e os tempos de realocação (TR) de 0 hora (silagem que foi removida do silo, homogeneizada e imediatamente colocada no silo); 6, 12, 18, 24, 30, 36, 48 e 60 horas, totalizando 30 unidades experimentais. Posteriormente a reensilagem, os silos foram armazenados por mais 30 dias em local protegido, totalizando um tempo de 60 dias de conservação. Após a abertura, procedeu-se então a avaliação sensorial das silagens conforme os critérios estabelecidos por Meyer et al. (1989), quanto aos aspectos odor, coloração e manipulação (teor de MS), para os quais as silagens receberam pontuações de três avaliadores

e, a partir da soma destas, foram classificadas em boa a muito boa, satisfatória, regular e insatisfatória.

Para a determinação dos teores de matéria seca (MS) amostras de 500 g de silagem pré - secas em estufa de circulação de ar a 55°C por 72 horas, foram processadas em moinho de facas com peneira de crivo de 2 mm. Em seguida o material foi armazenado em potes fechados para a realização das análises química-bromatológica.

Para a determinação do nitrogênio amoniacal, seguindo a metodologia de Bolsen et al. (1992). Foram retiradas 300 g de silagem fresca de cada tratamento. Este material foi colocado em sacos plásticos e armazenados em freezer.

Na avaliação da estabilidade aeróbia foi feita uma amostra composta de cada tratamento (silagem não realocada, 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 48 e 60 horas) com 2 kg de silagem não compactado acondicionadas em baldes de polipropileno com capacidade para 7 kg, onde ficaram por sete dias em uma sala fechada com temperatura média de 27°C ambiente. A temperatura foi monitorada duas vezes ao dia (8:00 e 20:00 h), com uso de termômetro inserido a 10 cm da massa. Um termômetro de ambiente digital permitiu observar as condições térmicas da sala. Foram avaliados 13 tempos (0, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108, 120, 132, 144, 156 horas após a abertura dos silos) e no mesmo horário foram aferidos os valores de pH, segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

A estabilidade aeróbia foi calculada como o número de horas observado para que a silagem, após a abertura do silo experimental, apresentasse elevação em 2°C em relação à temperatura ambiente (MORAN et al., 1996).

A recuperação de MS (RMS) foi quantificada de acordo com a equação proposta por Paziani et al. (2006). O índice de recuperação de matéria seca (RMS) foi obtido através do peso obtido pela massa de forragem nos momentos da ensilagem e da abertura e seus respectivos teores de MS (equação 1).

$$RMS = ((MFab * MSab)) / ((MFfe * MSfe) * 100$$

Em que:

**RMS** = índice de recuperação de matéria seca (%); **MFab** = massa de forragem na abertura (kg); **MSab** = teor de matéria seca da forragem na abertura (%); **MFfe** = massa de forragem no fechamento (kg); **MSfe** = teor de matéria seca da forragem no fechamento (%).

A determinação das perdas totais de MS foi calculada pela diferença entre o peso bruto de MS inicial e final dos SE, em relação à quantidade de forragem ensilada. Foi descontado o

peso do silo experimental na ensilagem e na abertura, conforme equação descrita por Schmidt (2006).

$$PMS = [(MSi - MSf)] * \frac{100}{MSi}$$

Onde:

**PMS** = perda total de MS,

**MSi** = quantidade de MS inicial. Peso do silo experimental após o enchimento – peso do conjunto vazio (tara seca) x teor de MS da forragem na ensilagem;

**MSf** = quantidade de MS final. Peso do silo experimental cheio antes da abertura – peso do conjunto vazio (tara úmida) x teor de MS da forragem na abertura.

A composição químico-bromatológica, do sorgo antes da ensilagem *in natura* e das silagens foram obtidas de acordo com técnicas descritas por AOAC (1990), para matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), sendo que para EE houve uma adaptação, consistindo na pesagem de 2 g de amostra em cartuchos de papel filtro, posteriormente colocados nos tubos com 170 mL de éter etílico. A extração foi realizada com a amostra mergulhada no éter por 4 horas à 50°C. Logo após o processo os cartuchos foram retirados e levados em estufa a 105°C, por 12 horas, e pesados para obtenção do EE.

Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas de acordo com Van Soest et al. (1991). Os valores de FDN corrigido para cinzas (FDNc) e a MO (matéria orgânica) foram estimados pelas seguintes fórmulas:

Em que:

$$MO = 100 - MM;$$

$$FDNc = FDN - CFDN$$

$$CFDN = \text{cinzas da FDN}$$

Os teores de compostos nitrogenados insolúveis em detergente ácido (NIDA) foram estimados nos resíduos obtidos após extração das amostras no detergente ácido, respectivamente (VAN SOEST et al., 1991), por intermédio do procedimento de micro Kjeldahl (AOAC, 1990). A correção da FDN para cinzas e da FDA para os compostos nitrogenados e a estimativa dos conteúdos de proteína insolúvel no detergente ácido (PIDA) foram feitas conforme Van Soest, et al. (1996).

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) e digestibilidade da matéria seca (DMS) foram estimados conforme Rodrigues (2010), pelas equações: **NDT=87,84 – (0,7 x % FDA)** e **DMS=**

**88,9 – (0,779 x % FDA).** A composição químico-bromatológica do sorgo está descrita na (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica da planta de sorgo

Variável	Teor em percentual da (%MS)
Matéria seca (%)	29
Matéria mineral (%)	3,3
Matéria orgânica (%)	96,6
Fibra em Detergente Neutro (%)	59
Fibra em Detergente Ácido (%)	38,5
NIDA (%)	0,8
PIDA (%)	5,2
Proteína Bruta (%)	5,8
Extrato Etéreo (%)	5,7
Nutrientes Digestíveis Totais (%)	60,9
Digestibilidade da Matéria seca (%)	59

NIDA - compostos nitrogenados insolúveis no detergente ácido PIDA - proteína insolúvel no detergente ácido.

Os dados da estabilidade aeróbia foram submetidos à análise descritiva e as médias da composição químico-bromatológica à análise de variância através do PROC GLM (General Linear Models) com o uso do *software* SAS (Statistical Analysis System). Nas médias foram aplicados os contrastes linear e quadrático, considerando a probabilidade de 5% ( $P < 0,05$ ) como nível de significância estatística.

### 2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação sensorial quanto ao aspecto nutritivo das silagens realocadas de sorgo, foram classificadas como “Boa a Muito Boa”, pois não demonstraram alterações significativas nos parâmetros analisados, apresentando odor agradável, característico de silagens, com coloração esverdeada, indicando quantidades de ácidos desejáveis para uma adequada fermentação anaeróbia das silagens, porém os tratamentos 36 h e 48 h foram classificadas como “Satisfatória” e “Regular”, respectivamente, apresentando uma mudança no odor, com cheiro intenso de queimado, o que sugere um aquecimento na massa por conta possivelmente da

presença de levedura. A coloração nessas silagens em específico estavam mais escuras, sugerindo inadequado processo fermentativo, porém poucas perdas por deterioração (Tabela 2).

Tabela 2 - Avaliação sensorial das silagens de sorgo realocadas quanto às características associadas ao valor nutritivo

Tempo de realocação (h)	Pontuação	Classificação*	Parâmetro*
SNR	25	Boa a muito boa	21 - 25
0	24	Boa a muito boa	21 - 25
6	24	Boa a muito boa	21 - 25
12	25	Boa a muito boa	21 - 25
18	24	Boa a muito boa	21 - 25
24	25	Boa a muito boa	21 - 25
30	24	Boa a muito boa	21 - 25
36	19	Satisfatória	15 - 20
48	13	Regular	10 - 14
60	24	Boa a muito boa	21 - 25

\*Conforme critérios estabelecidos por MEYER et al. (1989).

Quanto ao aspecto sanitário (Tabela 3) as silagens foram classificadas como “Boa a Muito Boa”, com coloração típica esverdeada, textura consistente e sem a presença de mofo. As silagens apresentaram-se livres de odores estranhos que sugerem aquecimento (cheiro de queimado) e levedura (cheiro queimado intenso), o cheiro foi avaliado como agradável, indicando um correto processo de ensilagem obtido através da compactação e vedação adequada. Não foi observada a presença de umidade demais nas silagens. Essas ocorrências indicaram poucas perdas nos valores nutritivos e sanitários das silagens.

Tabela 3 - Avaliação sensorial das silagens de sorgo realocadas quanto às características associadas aos aspectos sanitários

Tempo de realocação (h)	Pontuação	Classificação*	Parâmetro*
SNR	-2	Boa a muito boa	0 a -5
0	-2	Boa a muito boa	0 a -5
6	-2	Boa a muito boa	0 a -5
12	-2	Boa a muito boa	0 a -5

Continua

18	-2	Boa a muito boa	0 a -5
24	-2	Boa a muito boa	0 a -5
30	-2	Boa a muito boa	0 a -5
36	-2	Boa a muito boa	0 a -5
48	0	Boa a muito boa	0 a -5
60	-2	Boa a muito boa	0 a -5

\*Conforme critérios estabelecidos por MEYER et al. (1989).

Sobre as temperaturas inicial (TI) e final (TF) antes da realocação, foram observados que as silagens expostas entre 12 h e 24 h apresentaram discreto aumento nos valores de TF e temperatura máxima (TMax.). Em relação a temperatura mínima (TMin.) ocorreu uma diminuição dos valores entre as silagens com maiores tempos de exposição ao ar, 30 h a 60 h, com valores de 29,2 e 27,8 °C, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4 - Temperatura (C°) das pilhas de silagens durante a realocação

Temperatura (°C)	Tempo de realocação (h)								
	0	6	12	18	24	30	36	48	60
Temp. Inicial	30,6	31,1	32,3	31,6	31,6	30,3	31,6	30,4	30,5
Temp. Final	30,9	31,4	32,3	32	31,1	30,5	30,6	30,8	28,8
T. Max	30,7	31,7	34,3	32,3	32,1	31,5	31,8	32,2	32,5
T. min	30,2	30,1	31	31,3	30,2	29,2	29,7	29,5	27,8

Fonte: elaborada pelo autor.

Os valores médios da composição químico-bromatológica das silagens de sorgo realocadas estão expressos na Tabela 5. Não foi observado efeito significativo ( $P>0,05$ ) para os teores de MS. Os valores variaram entre 29,5% para a silagem controle (SNR) a 31,3% para a silagem TR 60 h, demonstrando baixa variação entre os tratamentos. No entanto as silagens estavam com teores dentro dos padrões que são preconizados pela literatura, de 28% a 35% de MS, valores necessários para que ocorra fermentação láctica (PACHECO et al., 2014). Esses resultados são semelhantes aos de Neumann et al. (2021) que ao avaliarem silagens de híbridos de sorgo desensiladas, onde não verificaram diferenças significativa para o teor de MS em função das horas de exposição das silagens de 0 h a 72 h. Por outro lado, Santos (2018), em silagens de milho realocadas, expostas até 60 horas, notou que a realocação promoveu um

aumento significativo no teor de MS das silagens, destacando que esse aumento ocorreu através da desidratação pelo contato com o ar, durante a exposição aeróbia das pilhas.

Observou-se efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) para os teores de MM e MO das silagens. Sendo o maior teor MM para o TR de 0 h e o menor para o TR de 36 h. Para MO os valores variaram entre 96,9 % TR controle a 96,5% TR 60 h. Esses valores estão de acordo com os parâmetros estabelecidos para silagens de qualidade, não houve alterações expressivas nos valores, que pudessem representar uma silagem mal conservada. Segundo Ashbell et al. (2002) quando a conservação da forragem ocorre de modo inadequado acomete perdas de MO, aumentando, portanto, a MM, portanto um teor de cinzas bem reduzido pode indicar forragem bem conservada, já um aumento na MM pode estar relacionada à contaminação com solo no momento da realização da silagem.

Os diferentes tempos de exposição ao ar não influenciaram ( $P > 0,05$ ) os teores de PB, N-NH<sub>3</sub>(%NT), PIDA e NIDA. Os valores estavam próximos ao teor da silagem controle, havendo variações baixíssimas entre os tratamentos. Porém ao observar os teores de PB há uma elevação sutil nos valores, comparando com os teores da planta in natura, houve uma conservação da PB e um aumento discreto, todavia não significativo estatisticamente. Para N-NH<sub>3</sub>(%NT), a exposição aeróbia apresentou uma modificação leve entre os tratamentos, sendo o menor valor 6,1 % no TR 0 h e o maior 8,9 % no TR 30 h, no entanto esses valores não ultrapassaram o indicado pela literatura que declara que N-NH<sub>3</sub> deve ser inferior a 10 % (KUNG JR et al., 2018). Dos Anjos et al. (2018) observaram em seu trabalho que à medida que as silagens foram expostas ao ar até 12 h os teores de N-NH<sub>3</sub> foram reduzidos, o que não ocorreu no presente experimento, os valores se mantiveram próximos ao da silagem não exposta, além dessa redução as silagens reensiladas tinham menores quantidades de ácido lático e maior teores de propiônico em comparação com as silagens convencionais.

A exposição das silagens promoveu efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) nos valores de FDN, os TR de 18, 24 e 36 h apresentaram teores mais elevados do que o controle. Quanto a FDA houve efeito linear ( $P < 0,05$ ), com os TR de 24, 30 e 60 h apresentando teores maiores em relação ao controle (37,2%). Para Van Soest (1994) quanto menor o teor de FDA dos alimentos, maior será a sua digestibilidade, valores maiores possivelmente implicarão em limitações no consumo.

Tabela 5 - Composição química – bromatológica da silagem de sorgo realocada após 30 dias de fermentação

Variável	Tempo de realocação (h)										EPM	Contraste	
	SNR	0	6	12	18	24	30	36	48	60		L	Q
MS	29,5	28,5	30,6	30,1	30,0	30,8	30,7	30,5	30,6	31,3	0,59	0,13	0,82
MO	96,9	96,2	96,6	96,6	96,7	96,8	96,7	96,9	96,7	96,5	0,09	0,01	<0,001
MM	3,1	3,7	3,4	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	3,2	3,4	0,09	<0,001	<0,001
EE	7,6	6,7	5,9	8,0	8,2	7,8	5,7	4,9	4,3	2,7	0,66	0,25	<0,001
PB	7,1	6,4	6,6	6,7	6,1	7,0	6,1	6,1	6,7	6,4	0,48	0,47	0,63
FDN	60,8	61,4	61,9	59,3	63,1	63,9	61,8	63,1	50,1	57,8	1,47	0,09	<0,001
FDA	37,2	40,1	42,5	39,3	41,4	43,1	44,4	42,1	40,5	43,9	1,05	0,03	0,05
NDT	61,8	59,8	58,1	60,3	58,8	57,7	56,7	58,3	59,5	57,1	0,73	0,03	0,04
N-NH <sub>3</sub> /NT	6,1	8,6	7,9	6,4	7,6	6,7	8,9	7,6	8,5	7,0	0,76	0,09	0,91
DMS	59,9	57,6	55,8	58,3	56,6	55,3	54,3	56,0	57,3	54,7	0,82	0,03	0,04
PIDA	5,5	5,2	5,3	5,3	5,6	5,3	5,7	5,2	5,7	5,7	0,38	0,88	0,47
NIDA	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,06	0,88	0,47

SNR – silagem não realocada, MS – matéria seca, MO – matéria orgânica, MM – matéria mineral, EE – extrato etéreo, PB – proteína bruta, FDN – fibra em detergente neutro, FDA – fibra em detergente ácido, NDT – nutrientes digestíveis totais, N-NH<sub>3</sub> – nitrogênio amoniacal, DMS – digestibilidade da matéria seca, PIDA - proteína insolúvel no detergente ácido NIDA – compostos nitrogenados insolúveis no detergente ácido.

EPM – erro padrão da média, L – linear, Q – quadrático.

Em relação ao EE, houve efeito quadrático ( $P<0,05$ ), onde o TR 60 h diferiu da silagem controle, com teor de 2,7%. Segundo Kozloski (2002), dieta com teor de lipídeo acima de 6% pode inibir a fermentação e o crescimento microbiano ruminal, com redução da digestibilidade da fibra e na taxa de passagem dos alimentos. Dentro deste trabalho, as silagens dos tratamentos 6, 30, 36, 48 e 60 horas foram os que estavam abaixo desse valor de 6% e as demais estavam acima, podendo dificultar a digestibilidade.

Com relação ao NDT, verificou – se que houve efeito linear decrescente ( $P<0,05$ ) entre os TR, os teores variaram de 61,8 a 57,1%. De acordo com Keplin (1992), o teor energético de uma silagem deve estar entre 64% a 70% de NDT. Esses teores encontrados revelam que os valores observados nas silagens realocadas estão abaixo do preconizado. Isto pode ser justificado pela ação dos microrganismos durante o processo de realocação, onde houve consumo de energia.

Quanto à digestibilidade da MS – (DMS), as silagens obtiveram teor médio de 56,5%, apresentando efeito linear ( $P < 0,05$ ), o maior teor foi encontrado no TR controle, 59,9% e o menor no TR 24 h, 55,3%. Bonfá et al. (2015) explicam que a baixa digestibilidade resulta em maior tempo de retenção da forragem no rúmen, originando limitações de consumo de ordem física. Raposo (2019) avaliou em sua pesquisa a colheita e ensilagem precoce de sorgo e a reensilagem após 56 dias com diferentes tempos de exposição do material ao ar (12, 24 e 48 horas) e, ao final do estudo, detectou que o consumo e digestibilidade de nutrientes não foram alterados em silagens de sorgo colhidas precocemente e reensiladas após diferentes tempos de exposição ao ar.

Tabela 6 - Teores médios de PMS - Perdas de matéria seca e RMS - recuperação de matéria seca de silagens de sorgo realocadas

Variável	TR										EPM	Contraste	
	SNR	0	6	12	18	24	30	36	48	60		L	Q
PMS	3,5	4,4	5,8	5,1	3,7	4,1	3,5	5,3	4,2	3,0	2,70	0,80	0,75
RMS	96,5	95,6	94,2	94,9	96,3	95,9	96,5	94,7	95,8	97,0	2,70	0,80	0,75

SNR – silagem não realocada. EPM – erro padrão da média, L – linear, Q – quadrático.

Para os parâmetros PMS e RMS, não houve efeito ( $P > 0,05$ ) significativo entre os tratamentos entre os TR (Tabela 6). Segundo Freitas et al. (2020) silagens realocadas obrigatoriamente possuem uma fase de exposição ao oxigênio, e dependendo do tempo de duração, microrganismos aeróbios podem crescer durante essa fase, e consumir carboidratos solúveis e ácido lático da silagem, causando perdas de MS e redução do valor nutritivo. Houve uma perda de MS (PMS) discreta no TR 60 h em relação ao TR controle e aos demais TR. Porém todas as silagens apresentaram valores aproximados.

A figura 1 apresenta o tempo em horas, que as silagens mantiveram sua estabilidade aeróbia. A silagem do TR 0 h foi a primeira a apresentar quebra de estabilidade, em 24 h de exposição aeróbia apresentou um pico de temperatura de 31,1°C. Os demais tratamentos TR 6, 12, 18, 24, 30 e 60 h apresentaram instabilidade aeróbia após 48 h, obtiveram temperaturas máximas de 37,2; 36,6; 37,7; 39,8; 35,5 e 35,4 °C, respectivamente. De acordo com Andrade et al. (2012) o aumento da temperatura pode ser explicado pela ação de microrganismos oportunistas que iniciaram suas atividades metabólicas produzindo e consumindo os carboidratos solúveis.



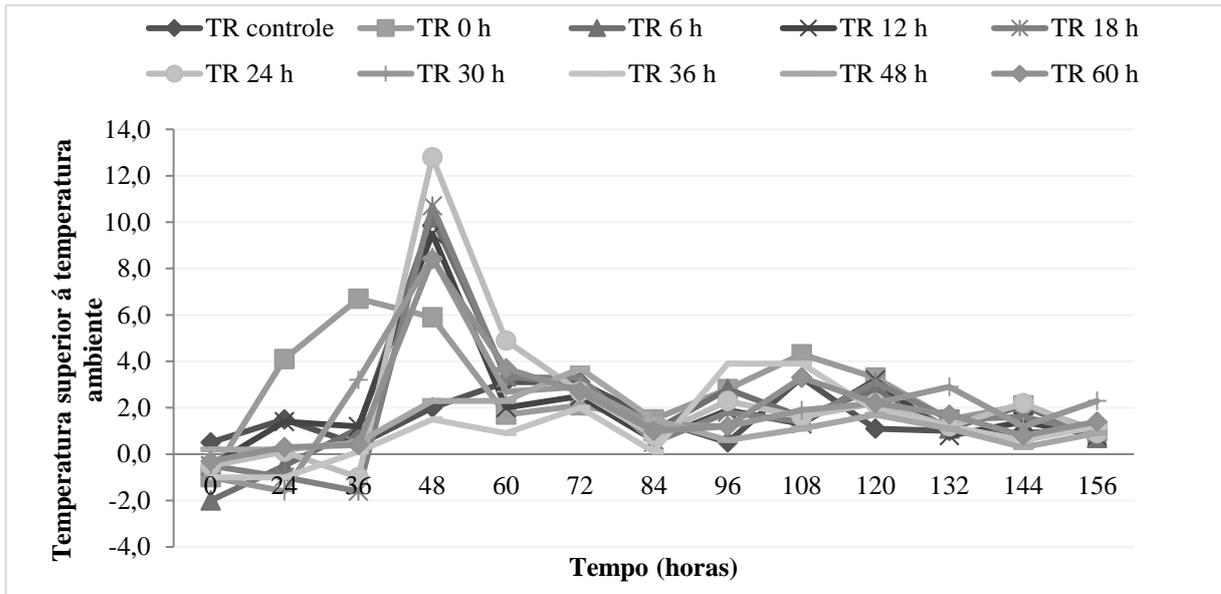


Figura 1. Temperatura das silagens de sorgo forrageiro realocadas após a abertura dos silos.

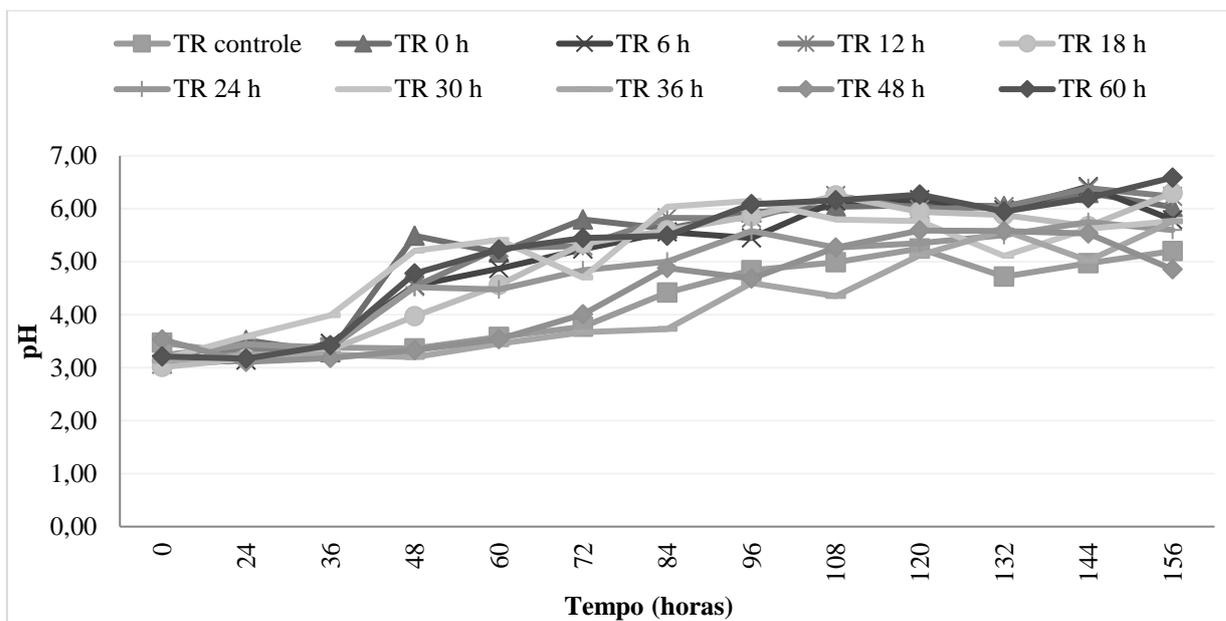


Figura 2. pH das silagens de sorgo forrageiro realocadas após a abertura dos silos.

## 2.4. CONCLUSÃO

As silagens realocadas de sorgo demonstraram características sensoriais, fermentativas e teor de matéria seca que as classificaram como de boa qualidade nutricional. A exposição das silagens por período de até 72 horas não comprometeu o perfil fermentativo, porém houve um

aumento de fibra em detergente ácido podendo influenciar diretamente na digestibilidade desse alimento para o animal.

Em relação à estabilidade aeróbia, a massa ensilada se manteve estável até 72 horas após abertura, e ainda com viabilidade de uso.

## 2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Virginia:Arlington, v.1, 15. Ed, p. 1117, 1990.

ANDRADE, A.P.; QUADROS, D.G.; BEZERRA, A.R.G.; ALMEIDA, J.A.R.; SILVA, P.H.S.; ARAÚJO, J.A.M. Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante com fubá de milho e casca de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 33, n. 3, p. 1209-1218, maio/jun. 2012.

ASHBELL G., WEINBERG Z.G., HEN Y. and FILYA I. The effects of temperature on the aerobic stability of wheat and corn silages. **Journal of Indian Microbiology and Biotechnology**, v. 28, p. 261–263. 2002.

BOLSEN, K.K.; LIN, B.E.; BRENT, B.E; FEVERHERM, A.M.; URBAN, J.E.; AIMUTIS, W.R. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.75, n 11, p.3066-3083, nov. 1992.

BONFÁ, C. S.; CASTRO, G. H. F.; VILLELA, S. D. J.; SANTOS, R. A.; EVANGELISTA, A. R.; JAYME, C. G.; GONÇALVES, L.C.; PIRES NETO, O. S.; BARBOSA, J. A. S. Silagem de capim-elefante adicionada de casca de maracujá. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo horizonte, MG, v.67, n.3, p.801-808, mai./jun. 2015.

CARVALHO, R. M. **Avaliação da silagem de milho em fazendas leiteiras de Patos de Minas, MG**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós – graduação em Ciências Veterinárias, Uberlândia, 2016.

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

DOS ANJOS, G. V. S; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; KELLER, K. M.; COELHO M. M., MICHEL, P. H. F.; OTTONI, D., JAYME, D. G. Re-ensiling and inoculant application with *Lactobacillus plantarum* and *Propionibacterium acidipropionici* on sorghum silages. **Journal of Dairy Science**, 101: 1-8, 2018.

FREITAS, C. A. S.; DOS ANJOS, A. J.; ALVES, W. S.; MÂCEDO, A. J. S.; COUTINHO, D. N.; BARCELOS M. P.; ABREU, M. J. I. Realocação de silagens em propriedades rurais: uma abordagem sobre o estado da arte. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, 2018. Estimativas da População Residente para **Os Municípios e para As Unidades da Federação com Data de Referência em 1º de julho de 2018**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/municipio/150680>.

KEPLIN, L. A. S. Recomendação de sorgo e milho (silagem) safra 1992/93. **Revista Batavo**, v. 8, p.16-19. 1993.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria, RS: Editora UFSM, 140p, 2002.

LICITRA, G., HERNANDES, T.M. & VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractional of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, n.4, p.347-358, abril, 1996.

MEYER, H.; BRONSCH, K.; LIEBETSEDER, J. **Supplemente zu Vorlesungen und bungen inder Tierernhrung**. Verlag M. e H. Schaper, Hannover, 1989.

MORAN, J. P.; WEINBERG, Z. G.; ASHBELL, G; HEN, Y.; OWEN, T. R. **A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage**. *In: International Silage Conference*, 11., 1996. Aberystwyth. Proceedings...Aberystwyth: University of Wales AberystwythUK, p. 162-163, 1996.

NEUMANN, M. HORST, E. H.; ALMEIDA, E. R.; SOUZA, A. M. Qualidade da silagem de sorgo no período de desensilagem: avaliação de híbridos, estratos do silo e estrutura da massa. **Ciência Animal Brasileira**, v.22, 2021.

PACHECO, W. F., CARNEIRO, M. S. S., PINTO, A. P., EDVAN, R. L., ARRUDA, P. C. L.; CARMO, A. B. R. Perdas fermentativas de silagens de capim-elefante com níveis crescentes de feno de Gliricídia. **Acta Veterinária Brasília**, Mossoró, RN, v.8, n.3, p 155-162, ago. 2014.

PAZIANI, S. F.; NUSSIO, L. G.; LOURES, D. R. S.; IGARASI, M. S.; PEDROSO, A. F.; MARI, L. J. Influência do teor de matéria seca e do inoculante bacteriano nas características físicas e químicas da silagem de capim Tanzânia. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v. 28, n. 3, p. 265-271, 2006.

RAPOSO, V. S. **Valor nutricional de silagens de sorgo colhidas precocemente e reensiladas em diferentes tempos**. 2019. 55 f. Tese (Doutorado em Zootecnia – Nutrição de Ruminantes) – Departamento de Zootecnia - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo - Horizonte, 2019.

RODRIGUES, R.C. Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos. Pelotas, RS: **Embrapa Clima Temperado**, 2010.

SANTOS, R. I. R. **Efeitos da exposição aeróbia e tempo de armazenamento em silagens de milho realocadas**. 2018. 158 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Produção Animal na Amazônia) - Programa de Pós-graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2018.

SILVA, D.J. QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, M. D.; CARNEIRO, M. S. S.; Pinto, A. P.; Pompeu, R. C. F. F.; SILVA, D. S.; COUTINHO, M. J. F.; FONTENELE, R. M. Avaliação da composição químico-bromatológicas das silagens de forrageiras lenhosas do semiárido brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 571-578, jan./fev. 2015.

SILVA, J. C.; NETO, G. G. R. **Caracterização do sistema produtivo de silagem de Paragominas-Pa**. 2019. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso - Bacharelado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

SILVA, T. C.; MEDONÇA, R. C. A.; SANTOS, R. I. R.; SOUZA, M. S.; QUEIROZ, A. C. M.; REGO, A. C. **Realocação de Silagens**. In: 1 Simpósio Paraiabano de Conservação e Utilização de Forragem, **SICONFOR** – 19 a 21 de Set., 2019.

SILVA, T. I.; SANTANA, L. D.; CAMARA, F. T.; PINTO, A. A.; BRITO, L. L. M.; MOTA, A. M. D. Produtividade de variedades de sorgo em diferentes arranjos populacionais em primeiro corte e rebrota. **Revista Espacios**, v. 38, n.27, pg.16, 2017.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B. LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p. 3583-3597, out. 1991.

VAN SOEST, P.J., 1994. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press. 476p.

### **CAPITULO 3 – NÍVEIS DE UREIA EM SILAGENS DE SORGO FORRAGEIRO SUBMETIDAS À EXPOSIÇÃO AERÓBICA**

**RESUMO:** O trabalho objetivou avaliar os efeitos de níveis de ureia e exposição aeróbica sobre a composição químico-bromatológica e estabilidade em silagens de sorgo cultivar Santa Elisa. A cultivar foi Santa Elisa. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2 composto por cinco níveis de ureia (0; 0,5; 1,5; 2,5 e 3,5% com base na matéria seca) e dois tempos de exposição aeróbica 0 e 72 horas. Com quatro repetições por tratamentos, totalizando 20 silos experimentais. Para os dados referentes às perdas de gases, perdas de matéria seca e recuperação de matéria seca, foi utilizado apenas o tempo de 0 horas. Após 100 dias, os silos foram abertos, e feitos à avaliação sensorial, análises químico-bromatológicas e avaliação da estabilidade aeróbica. Os dados da estabilidade aeróbica foram submetidos à análise descritiva e as médias da composição químico – bromatológica à análise de variância através do PROC GLM (General Linear Models) do *software* SAS, onde foram testados os contrastes linear e quadrático, considerando a probabilidade de 5% ( $P < 0,05$ ) como nível de significância estatística. A avaliação sensorial quanto ao aspecto nutritivo e aspecto sanitário das silagens, foi classificada como “Boa a Muito Boa”. A proteína bruta apresentou efeito crescente ( $P < 0,05$ ) no tempo de 0 h, demonstrando aumento nos teores, chegando a 7,5%. A adição de ureia promoveu efeito ( $P < 0,05$ ) para matéria seca, matéria mineral em relação ao tempo de 72 horas de exposição anaeróbica. No extrato etéreo, compostos nitrogenados insolúveis no detergente ácido e proteína insolúvel no detergente ácido, a adição de ureia promoveu efeito em ambos os tempos. A estabilidade aeróbica permaneceu estável até 108 h de exposição aeróbica. A adição de ureia e período de exposição aeróbica de até 72 h promoveram modificações na fermentação da silagem, a estabilidade aeróbica se manteve estável até às 84 horas.

**Palavras – chave:** Aditivo químico. Deterioração. Perdas

### **CHAPTER 3 - UREA LEVELS IN FORAGE SORGHUM SILAGES SUBMITTED TO AEROBIC EXPOSURE**

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the effects of urea levels and aerobic exposure on the chemical-bromatological composition and stability in sorghum silages cultivar Santa Elisa. The cultivar was Santa Elisa. The experimental design was entirely randomized in a 5 x 2 factorial scheme composed of five levels of urea (0; 0.5; 1.5; 2.5 and 3.5% based on dry matter) and two aerobic exposure times of 0 and 72 hours. There were four repetitions per treatment, totaling 20 experimental bins. For data regarding gas losses, dry matter losses, and dry matter recovery, only the 0 hour time was used. After 100 days, the silos were opened, and sensory evaluation, chemical and bromatological analysis, and aerobic stability evaluation were performed. The data of aerobic stability were subjected to descriptive analysis and the means of chemical - bromatological composition to analysis of variance through the PROC GLM (General Linear Models) of SAS software, where the linear and quadratic contrasts were tested, considering the probability of 5% ( $P < 0.05$ ) as level of statistical significance. The sensory evaluation regarding the nutritional aspect and health aspect of the silages was classified as "Good to Very Good". The crude protein showed an increasing effect ( $P < 0.05$ ) at 0 h, showing an increase in the contents, reaching 7.5%. The addition of urea promoted effect ( $P < 0.05$ ) for dry matter, mineral matter in relation to the time of 72 hours of anaerobic exposure. In the ethereal extract, acid detergent insoluble nitrogenous compounds and acid detergent insoluble protein, the addition of urea promoted an effect in both times. The aerobic stability remained stable until 108 h of aerobic exposure. The addition of urea and aerobic exposure period of up to 72 h promoted changes in the fermentation of silage, the aerobic stability remained stable until 84 hours.

**Keywords:** Chemical additive. Spoilage. Losses

### 3.1. INTRODUÇÃO

Um dos principais alimentos utilizados na nutrição de bovinos nos sistemas de produção em confinamento é a silagem, que compreende a conservação de alimentos úmidos ou parcialmente secos em meio anaeróbico, com objetivo de conservar as características nutricionais da planta, com poucas perdas (LEITE et al., 2022). Entre as forrageiras empregadas na conservação, o milho e o sorgo podem ser consideradas as culturas mais utilizadas no mundo para tal finalidade, especialmente devido ao seu teor de carboidratos solúveis que beneficiam a fermentação láctica e consequente conservação da forragem, (AVELINO et al., 2011).

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) vem se destacando no meio agropecuário. É uma planta com características peculiares, que determinam facilidade de cultivo, baixo custo de produção quando incluso na alimentação animal, elevada produtividade em ambientes pouco favoráveis, grande potencial energético, maior retorno econômico, principalmente por possui capacidade de rebrota, e alta digestibilidade (MARTINS, 2022).

No entanto, no processo de ensilagem ocorrem algumas perdas, resultantes da produção de gases, efluentes e calor. Santos (2018) descreve que se tem observado elevadas perdas gasosas no sorgo forrageiro em função da fermentação alcoólica. Com isso, para evitar as perdas nas silagens tem se buscado alternativas para o problema, essas alternativas estão relacionadas ao uso de aditivos para melhorar a fermentação e minimizar as perdas nutricionais que ocorrem (MARQUES, et al. 2022).

A ureia, frequentemente utilizada no processo de ensilagem, vem se destacando como aditivo por atuar na fração fibrosa da forragem, solubilizando a hemicelulose e aumentando a disponibilidade de substratos prontamente fermentescíveis aos microrganismos do rúmen, podendo melhorar o valor nutricional do alimento com concentrações reduzidas de proteína, minimizando perdas fermentativas (SANTOS, 2018).

Um dos processos que vem sendo estudados é a exposição aeróbia de silagens por determinadas horas, visando observar a influência dessa exposição sobre a qualidade químico-bromatológica das silagens. Diante disso, trabalhos têm mostrado que silagens expostas a determinadas horas tem baixa influencia no seu valor nutricional, no entanto silagens, com adição de ureia e inoculante comercial, tem apresentado maior estabilidade aeróbia, com perdas mínimas do valor nutricional que não apresentam valor significativo (Chen & Weinberg, 2014; MARQUES et al., 2018).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos de níveis de ureia e exposição aeróbica sobre a composição químico-bromatológica e a estabilidade em silagens de sorgo.

### 3.2. MATERIAIS E MÉTODO

O trabalho foi realizado no Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, no município de Santarém- Pará, com coordenadas geográficas de latitude 02°26'35" S e longitude 54°42'30" W, altitude de 51 metros e uma área de 24422,5 km<sup>2</sup> (IBGE, 2018). A cultivar Santa Elisa foi cultivada na Fazenda Experimental da UFOPA, Km 37 da PA-370, na cidade de Santarém-Pará.

O plantio ocorreu em dezembro de 2020 e a colheita no mês de março de 2021, quando o sorgo estava com aproximadamente 120 dias e os grãos estavam pastoso – farináceo. A adubação de plantio foi constituída de 300 kg.ha<sup>-1</sup> do fertilizante 10-18-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). Após 30 dias da semeadura foram aplicados 150 kg.ha<sup>-1</sup> de ureia em cobertura. A condução da lavoura de sorgo não envolveu práticas de controle químicos, as plantas daninhas foram removidas com limpezas manuais entrelinhas e linhas.

As plantas foram colhidas de forma manual, com facão a 20 cm da superfície do solo, simulando máquina de colheita. Em seguida o sorgo foi processado em uma ensiladeira acoplada ao trator regulado para cortar a forragem em partículas em torno de 2,0 a 3,0 cm.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2, composto por cinco níveis de ureia (0; 0,5; 1,5; 2,5 e 3,5% com base na matéria seca) e dois tempos de exposição aeróbia 0 e 72 horas. Com quatro repetições por tratamentos, totalizando 20 silos experimentais. Para os dados referentes às perdas de gases, perdas de matéria seca e recuperação de matéria seca, foi utilizado apenas o tempo de 0 horas.

O sorgo depois de picado foi transportado para o Laboratório de Bromatologia/UFOPA para o ensaio em silos experimentais (SE) de PVC, com 100 mm de diâmetro e 350 mm de comprimento, adaptados com válvulas tipo Bunsen. Após a pesagem e homogeneização do sorgo, o material foi colocado nos silos (1,6 kg de forragem, em densidade de 600 kg/m<sup>3</sup>) a forragem foi compactada manualmente utilizando-se soquete de madeira. Completado o enchimento, os silos foram fechados, lacrados com fita adesiva para evitar entrada de ar, e acondicionados em local de temperatura ambiente sob proteção de luz solar e chuvas.

Os silos foram abertos 100 dias após a ensilagem e os conteúdos superiores, uma faixa de aproximadamente 10 cm de silagem, foi descartada para maior confiabilidade da amostragem. O material foi retirado do silo e colocado sobre uma bandeja plástica para homogeneização, em seguida realizou-se por três alunos avaliação sensorial das silagens conforme os critérios estabelecidos por Meyer et al. (1989), quanto aos aspectos odor, coloração e manipulação (teor de MS), para os quais as silagens receberam pontuações e, a partir da soma

destas, as silagens foram então classificadas em boa a muito boa, satisfatória, regular e insatisfatória.

Para a determinação dos teores de matéria seca (MS) foram retiradas amostras de 300 g de silagem no tempo de 0 h e 200 g no tempo 72 h de exposição aeróbia, as amostras foram pré - secas em estufa de circulação de ar a 55°C por 72 horas. Em seguida foram processadas em moinho de facas com peneira de crivo de 2 mm. Posteriormente o material foi armazenado em potes fechados para a realização das análises químico-bromatológica.

Foram retiradas amostras de silagem de cada tratamento com 0 h e 72 h de exposição ao ar e colocadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer, para a determinação do nitrogênio amoniacal, seguindo a metodologia de Bolsen et al. (1992).

Na avaliação da estabilidade aeróbia foi feita uma amostra composta de cada tratamento com 2 kg de silagem não compactado acondicionadas em baldes de polipropileno com capacidade para 7 kg, onde ficaram por sete dias em uma sala fechada com temperatura média de 27°C ambiente. A temperatura foi monitorada duas vezes ao dia (8:00 e 20:00 h), com uso de termômetro inserido a 10 cm da massa. Um termômetro de ambiente digital permitiu observar as condições térmicas da sala. Foram avaliados 13 tempos (0, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108, 120, 132, 144, 156 horas após a abertura dos silos) e no mesmo horário foram aferidos os valores de pH, segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

A estabilidade aeróbia foi calculada como o número de horas observado para que a silagem, após a abertura do silo experimental, apresentasse elevação em 2°C em relação à temperatura ambiente (MORAN et al., 1996).

As perdas por gases (PG) e a recuperação de MS (RMS) foram quantificadas de acordo com as equações propostas por Paziani et al. (2006). A determinação das perdas por gases foi calculada pela diferença de peso da massa de forragem no momento da ensilagem e da abertura e seus respectivos teores de MS (equação 1).

$$G = \frac{(Pfe - Pab)}{(MFfe * MSfe)} * 100$$

Em que:

**G** = perda por gases (% MS); **Pfe** = peso do silo experimental cheio no fechamento (kg); **Pab** = peso do silo experimental cheio na abertura (kg); **MFfe** = massa de forragem no fechamento (kg); **MSfe** = teor de MS da forragem no fechamento (% MS).

O índice de recuperação de matéria seca (RMS) foi adquirido através do peso obtido pela massa de forragem nos momentos da ensilagem e da abertura e seus respectivos teores de MS (equação 2).

$$RMS = ((MFab * MSab))/((MFfe * MSfe) * 100$$

Em que:

**RMS** = índice de recuperação de matéria seca (%); **MFab** = massa de forragem na abertura (kg); **MSab** = teor de matéria seca da forragem na abertura (%); **MFfe** = massa de forragem no fechamento (kg); **MSfe** = teor de matéria seca da forragem no fechamento (%).

A determinação das perdas totais de MS foi calculada pela diferença entre o peso bruto de MS inicial e final dos SE, em relação à quantidade de forragem ensilada. Foi descontado o peso do silo experimental na ensilagem e na abertura, conforme equação descrita por Schmidt (2006).

$$PMS = [(MSi - MSf)] * \frac{100}{MSi}$$

Onde:

**PMS** = perda total de MS,

**MSi** = quantidade de MS inicial. Peso do silo experimental após o enchimento – peso do conjunto vazio (tara seca) x teor de MS da forragem na ensilagem;

**MSf** = quantidade de MS final. Peso do silo experimental cheio antes da abertura – peso do conjunto vazio (tara úmida) x teor de MS da forragem na abertura.

A composição químico-bromatológica, do sorgo antes da ensilagem *in natura* e das silagens foram obtidas de acordo com técnicas descritas por AOAC (1990), para matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), sendo que para EE houve uma adaptação, consistindo na pesagem de 2 g de amostra em cartuchos de papel filtro, posteriormente colocados nos tubos com 170 mL de éter etílico. A extração foi realizada com a amostra mergulhada no éter por 4 horas à 50°C. Logo após o processo os cartuchos foram retirados e levados em estufa a 105°C, por 12 horas, e pesados para obtenção do EE. Na Tabela 1 está descrita a composição químico-bromatológica da planta inteira de sorgo e dos tratamentos com ureia antes de ensilar.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica da planta do sorgo inteira (PI) e dos tratamentos com níveis de ureia

Variável	Sorgo PI	Nível de ureia (% da matéria seca)				
		0	0,5	1,5	2,5	3,5
Matéria seca (%)	29,0	30,1	29,2	32,5	30,4	30,4
Matéria mineral (%)	3,3	3,3	3,8	3,7	3,8	3,9
Matéria orgânica (%)	96,6	95,6	96,2	96,3	96,2	96,1
Fibra em Detergente Neutro (%)	59,0	59,5	59,5	58,9	57,3	60,5
Fibra em Detergente Ácido (%)	38,5	38,5	36,9	34,4	33,1	32,6
NIDA (%)	0,8	0,8	1,1	1,1	0,8	1,2
PIDA (%)	5,2	5,2	6,9	6,7	5,3	7,5
Proteína Bruta (%)	5,8	5,8	3,4	7,7	6,9	7,7
Extrato Etéreo (%)	5,7	5,8	7,5	7,0	7,0	5,8
Nutrientes Digestíveis Totais (%)	60,9	62,0	64,8	63,8	64,7	65,1
Digestibilidade da Matéria seca (%)	59,0	60,2	63,3	62,1	63,2	63,5

NIDA – compostos nitrogenados insolúveis no detergente ácido, PIDA - proteína insolúvel no detergente ácido.

Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas de acordo com Van Soest et al. (1991). Os valores de FDN corrigido para cinzas (FDNc) e a MO (matéria orgânica) foram estimados pelas seguintes fórmulas:

Em que:

$$\text{MO} = 100 - \text{MM};$$

$$\text{FDNc} = \text{FDN} - \text{CFDN}$$

$$\text{CFDN} = \text{cinzas da FDN}$$

Os teores de compostos nitrogenados insolúveis em detergente ácido (NIDA) foram estimados nos resíduos obtidos após extração das amostras no detergente ácido, respectivamente (VAN SOEST et al. 1991), por intermédio do procedimento de micro Kjeldahl (AOAC, 1990). A correção da FDN para cinzas e da FDA para os compostos nitrogenados e a estimativa dos conteúdos de proteína insolúvel no detergente ácido (PIDA) foram feitas conforme Van Soest et al. (1996).

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) e digestibilidade da matéria seca (DMS) foram estimados conforme Rodrigues (2010), pelas equações:  $\text{NDT} = 87,84 - (0,7 \times \% \text{ FDA})$  e  $\text{DMS} = 88,9 - (0,779 \times \% \text{ FDA})$ .

Os dados da estabilidade aeróbia foram submetidos à análise descritiva e as médias da composição químico-bromatológica à análise de variância através do PROC GLM (General Linear Models) com o uso do *software* SAS (Statistical Analysis System). Nas médias foram aplicados os contrastes linear e quadrático, considerando a probabilidade de 5% ( $P < 0,05$ ) como nível de significância estatística.

### 3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 2 e 3 estão descritas as avaliações sensoriais das silagens de sorgo com adição de níveis de ureia. As silagens apresentaram boa qualidade, sendo classificadas como “Boa a muito boa” nos níveis de adição de 0 a 3,5 %. Não demonstraram alterações significativas nos parâmetros analisados, todas estavam com odor agradável, característico de silagens, com coloração esverdeada, indicando quantidades favoráveis de ácidos desejáveis para a fermentação anaeróbia.

Tabela 2 - Avaliação sensorial das silagens de sorgo com adição de níveis de ureia quanto às características associadas ao valor nutritivo

Níveis de adição	Pontuação	Classificação*	Parâmetro*
0%	25	Boa a muito boa	21 - 25
0,5%	25	Boa a muito boa	21 - 25
1,5%	24	Boa a muito boa	21 - 25
2,5%	24	Boa a muito boa	21 - 25
3,5%	24	Boa a muito boa	21 - 25

\*Conforme critérios estabelecidos por MEYER et al. (1989).

Em relação aos aspectos sanitários (Tabela 3), as silagens dos tratamentos apresentaram efeitos positivos, dentro dos parâmetros estabelecidos de qualidade, com coloração esverdeada, textura consistente e sem mofos. Esses resultados estão associados ao correto processo de ensilagem, como compactação, vedação e armazenagem adequadas.

Tabela 3. Avaliação sensorial das silagens de sorgo com adição de níveis de ureia quanto as características associadas ao aspecto sanitário

Níveis de adição	Pontuação	Classificação*	Parâmetro*
0%	0	Boa a muito boa	0 a -5
0,5%	0	Boa a muito boa	0 a -5
1,5%	0	Boa a muito boa	0 a -5
2,5%	-3	Boa a muito boa	0 a -5
3,5%	-2	Boa a muito boa	0 a -5

\*Conforme critérios estabelecidos por MEYER et al. (1989).

As análises químico-bromatológica das silagens com níveis de ureia expostas a 0 h estão apresentadas nas Tabelas 4. Os teores de MS nas silagens de 0 h apresentaram efeito linear ( $P < 0,05$ ), sendo o maior valor observado no tratamento controle, 33,1 % e o menor nas silagens com adição de 2,5 % de ureia, com teor de 28,4%. Fernandes et al. (2009), observaram que silagens de sorgo com adição de ureia apresentaram efeito quadrático ( $P > 0,05$ ), com um ponto mínimo de 5,7% de ureia, que correspondeu a 21,9% de MS, demonstrando que a dose de ureia afeta os teores de MS da silagem.

As MM e MO, não se diferenciaram entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ). Santos (2018) observou em seu estudo que silagens de sorgo aditivada com ureia/inoculante e apenas com ureia, apresentaram maiores teores de MM, e as silagens com inoculante, foram semelhantes às com adição de ureia. Segundo o autor os teores de MM apresentaram efeito linear ( $P < 0,05$ ) à medida que os silos foram abertos nos diferentes tempos em que estavam sendo expostas ao ar.

Em relação aos teores de NDT,  $N-NH_3/NT$  e DMS, não houve diferenças ( $P > 0,05$ ) com a adição de ureia. No entanto os teores de  $N-NH_3/NT$  estavam elevados, com valor de 9,2% no tratamento com adição de 1,5% de ureia. Porém segundo Kung Jr et al. (2018) esses teores elevados estavam dentro do permitido, pois o  $N-NH_3/NT$  deve ser inferior a 10%, demonstrando que houve baixa degradação de proteína e que o processo de fermentação ocorreu de forma adequada.

Os teores de PB diferiram estatisticamente, com efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) mediante adição de ureia. No tempo de 0 h a silagem com 3,5% de ureia apresentou o maior teor de PB, 7,5%. De acordo com Araújo (2017) esse resultado já é esperado uma vez que a ureia pelo fato de ser constituída de nitrogênio não-proteico possibilita o incremento dos teores de PB em forragens conservadas, dessa forma é possível que tenha ocorrido a retenção de nitrogênio na silagem através da atividade ureolítica, conseqüentemente a reteve no material.

Fernandes et al. (2009) observaram que as doses de ureia na silagem de sorgo em dois tipos de armazenamento tiveram efeito linear positivo ( $P < 0,05$ ) nos teores de PB que foram bastante elevados, relacionando o resultado principalmente ao nitrogênio não-proteico, oriundo de ureia residual, onde essa ureia adicionada pode ser recuperada, tanto como amônia quanto como ureia.

De acordo com a Tabela 4, para os teores de EE, PIDA e NIDA, observou-se efeito linear ( $P < 0,05$ ). Dessa forma, à medida que houve aumento dos níveis de ureia foi vista uma redução de EE, apresentando teores dentro do recomendado, até 6% de acordo com Kozloski (2002). Efeito contrário foi observado por Araújo (2017), cujo EE não apresentou efeito significativo para silagens de sorgo com adição de ureia e os tempos de aerobiose. Em relação ao PIDA e NIDA houve uma discreta redução nos teores, semelhante ao que foi observado pelo autor acima citado, à medida que se aumentou os níveis de ureia em silagens de sorgo, houve redução nos teores de PIDA e NIDA, em relação aos níveis do aditivo e a exposição aeróbia.

Os teores de FDN apresentaram resposta quadrática ( $P < 0,05$ ). A adição de ureia promoveu efeito negativo em relação a FDN, houve um aumento considerado na silagem que foi adicionado 2,5% de ureia quando comparada a silagem sem ureia. Esses teores encontrados estão acima dos valores recomendados pela literatura. Segundo Costa et al. (2016) o teor de FDN deve variar de 50 a 60%, pois teores acima de 60% podem influenciar na digestibilidade e consumo da silagem, devido a FDN está relacionado com a taxa de ingestão da forragem pelos animais.

Tabela 4 - Composição químico-bromatológica das silagens de sorgo com adição de níveis de ureia no tempo 0 horas com 100 dias de fermentação

Variável	Nível (% da matéria natural)					EPM	Efeito	
	0	0,5	1,5	2,5	3,5		L	Q
MS	33,1	30,2	31,5	28,4	30,7	9,95	0,04	0,11
MM	3,9	3,5	3,9	3,7	3,9	0,13	0,8	0,16
MO	96,0	96,4	96	96,2	96,0	0,13	0,8	0,16
PB	4,3	5,0	5,6	7,2	7,5	0,63	<0,001	0,89
EE	5,1	6,1	5,3	4,0	4,0	0,61	0,02	0,49
FDN	57,2	63,8	64,4	65,4	61,7	1,99	0,11	0,01
FDA	39,0	38,0	37,8	39,5	36,5	0,96	0,26	0,58
NDT	60,4	61,1	61,3	60,1	62,2	0,67	0,26	0,58

Continua

N-NH <sub>3</sub> /NT	8,5	7,9	9,2	8,3	7,3	1,49	0,67	0,61
DMS	58,4	59,2	59,4	58,0	60,3	0,75	0,26	0,58
PIDA	5,9	5,5	5,5	5,2	5,3	0,23	0,03	0,39
NIDA	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,03	0,03	0,39

MS – matéria seca, MO – matéria orgânica, MM – matéria mineral, EE – extrato etéreo, PB – proteína bruta, FDN – fibra em detergente neutro, FDA – fibra em detergente ácido, NDT – nutrientes digestíveis totais, N-NH<sub>3</sub>/NT – nitrogênio amoniacal, DMS – digestibilidade da matéria seca, PIDA - proteína insolúvel no detergente ácido NIDA – compostos nitrogenados insolúveis no detergente ácido.

EPM – erro padrão da média, L – linear, Q – quadrático.

Os valores de FDA não diferiram entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ). De acordo com Silva et al. (2021) o FDA é inversamente proporcional à digestão da forragem, pois quanto maior a quantidade de FDA na silagem significará menor valor nutricional, podendo concluir que há maior participação do colmo da planta na massa ensilada. Estes resultados corroboram com os de PEREIRA et al. (2008) que observaram não haver diferença nos teores de FDA das silagens de sorgo tratadas com ureia e CaCO<sub>3</sub>. De acordo com os autores provavelmente, o nitrogênio adicional fornecido pela ureia e o cálcio do CaCO<sub>3</sub> não favoreceram o metabolismo das bactérias fibrolíticas.

Os níveis de ureia apresentaram efeito linear ( $P < 0,05$ ) nos teores de PMS e RMS, (Tabela 5). Os valores de PMS variaram entre 7,2 a 26,1%. Resultados estes que diferem de Araújo (2017), que observou que a adição de ureia não influenciou ( $> 0,05$ ) na perda de matéria seca, pelo fato do material ter sido ensilado no momento que o sorgo apresentava adequados teores de MS, segundo o autor. Todavia em relação a RMS os resultados corroboram com os dados de Araújo (2017), onde a silagem apresentou efeito significativo ( $P < 0,05$ ), quando 7 g/kg de ureia foi acrescido à silagem de sorgo, verificando-se uma máxima recuperação de matéria seca (RMS) de (895,19 g/kg).

Quanto aos valores de PG não foi observado efeito ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos com médias abaixo de 0 (Tabela 5). Segundo Pacheco et al. (2013) a perda de gases pode estar relacionada a ação dos microrganismos produtores de gás, como as enterobactérias e bactérias clostrídicas, que se desenvolvem em silagens mal fermentadas. Araújo (2018) observou efeito oposto, onde a adição de ureia em silagens de sorgo promoveu efeito significativo ( $P < 0,05$ ), nesta variável, possivelmente ocorrido devido ao elevado teor proteico adicionado nas silagens. Santos (2018) observou diferença para perda por gases entre as silagens de sorgo aditivadas

com ureia e/ou inoculante microbiano, a silagem de sorgo com ureia apresentou maior perda por gases que a silagem de sorgo sem aditivo e a silagem de sorgo com inoculante.

Tabela 5 - Teores médios de PMS - Perdas de matéria seca, RMS - recuperação de matéria seca e PG - perdas de gases de silagens de sorgo com níveis de ureia

Variável	Nível de ureia (% da matéria seca)					EPM	Efeito	
	0	0,5	1,5	2,5	3,5		L	Q
PMS	7,2	17,7	17,2	26,1	15,8	4,16	0,03	0,07
RMS	93,2	86,1	93,1	79,6	86,3	2,98	0,04	0,52
PG	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,01	0,77	0,42

EPM – erro padrão da média, L – linear, Q – quadrático.

As análises químico-bromatológica das silagens com níveis de ureia expostas a 72 h estão descritas na (Tabela 6). Os teores de MS no tempo de 72 h, não apresentaram efeito ( $P>0,05$ ). Contudo, a MS estava com teores acima do preconizado na literatura para obtenção de uma silagem de boa qualidade, que apresenta teores entre 28 a 35% de MS (McDonald et al., 1991). Após 72h as silagens apresentaram alta contaminação por microrganismos indesejáveis que aceleraram a deterioração do material, afetando o valor nutricional da silagem, com valores de MS variando entre 35,7 a 40,2%, revelando que apesar de não haver resultados significativos estatisticamente, todos os tratamentos estavam acima dos parâmetros de uma boa silagem.

Em relação a MM, houve efeito quadrático ( $P<0,05$ ) na adição de ureia e exposição aeróbia de 72 h, com os valores variando de 4,0% a 3,5% na silagem sem ureia e silagem com adição de 1,5%, respectivamente. Santos (2018) observou resultado semelhante, um aumento significativo nos teores de MM para as silagens de sorgo com ureia e inoculante após a exposição no tempo de 48 horas, e uma redução no tempo de 96 horas ( $P<0,05$ ). Já os teores de MO, não responderam aos tratamentos ( $P>0,05$ ), variando entre 95,9 a 96,3%.

Quanto aos teores de NDT, N-NH<sub>3</sub>/NT e DMS, não houve diferenças ( $P>0,05$ ) com a adição de ureia e o tempo de 72 h de exposição aeróbia. Todavia, os teores de N-NH<sub>3</sub> estavam muito elevados no tratamento com adição de 3,5% de ureia, com o valor de 23,9%. Esse alto teor indica que ocorreu aquecimento excessivo da silagem, gerando perdas de MS (Tabela 6) e, conseqüente intensa ação dos microrganismos indesejáveis, causando perdas de nutrientes das silagens. Nas silagens com adição de 3,5%, esses altos valores indicaram uma silagem insatisfatória, segundo McDonald et al. (1991), pois estava acima do teor indicado de 10%. No

entanto, esses altos valores nas silagens expostas a 72 h confirmam o que já foi observado por outros autores, que a adição de ureia eleva os teores de N-NH<sub>3</sub>, podendo ser justificado pela adição de fonte de amônia (SINGH e PANDITA, 1983; HINDS et al., 1985; NEIVA et al., 1998).

Os teores de PB não diferiram significativamente ( $P>0,05$ ), possivelmente, devido a acelerada proliferação de leveduras, que ocasionaram a deterioração da silagem, sendo necessário descartá-la após as 72 h. Efeito oposto foi observado por Araújo (2017) onde, as silagens com níveis de ureia e períodos de exposição aeróbia apresentaram os maiores valores no nível de 20 g/kg de ureia e no tempo de 72 h de exposição ao ar.

Para os teores de EE, PIDA e NIDA (Tabela 6) houve efeito linear ( $P<0,05$ ) dos tratamentos. Dessa forma, à medida que se elevaram os níveis de ureia no material foi observado um aumento discreto de EE, apresentando teores acima do recomendado, Kozloski (2002), de até 6 %. Segundo o autor dietas com teor de lipídeo acima desse valor podem inibir a fermentação e o crescimento microbiano ruminal, com redução de digestibilidade da fibra e na taxa de passagem dos alimentos. Quanto aos teores de PIDA e NIDA houve uma discreta dos mesmos mediante aplicação de ureia, como foi observado nas silagens sem exposição.

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) para FDN e FDA (Tabela 6), ambas variáveis apresentaram valores acima do proposto por Van Soest (1994), FDN com teores acima de 60%, e FDA acima de 35%, indicando que apesar de não ter efeito significativo, essas silagens provavelmente afetariam o consumo e a digestibilidade do alimento. No tempo de 72 h as silagens apresentaram deterioração máxima, com aparência clara de leveduras, mofos, indicando que a silagem estava comprometida, não podendo ser fornecida ao consumo.

Tabela 06 - Composição químico-bromatológica das silagens de sorgo com adição de níveis de ureia no tempo 72 horas com 100 dias de fermentação

Variável	Nível (% da matéria natural)					EPM	Efeito	
	0	0,5	1,5	2,5	3,5		L	Q
MS	39,7	37,8	35,7	40,2	38,3	1,63	0,94	0,45
MM	4,0	3,7	3,5	3,6	3,6	0,09	<0,001	<0,001
MO	95,9	95,2	96,9	96,2	96,3	0,27	0,27	0,91
PB	5,9	6,4	6,0	6,4	4,5	1,14	0,44	0,35
EE	10,7	11	10,3	9,0	8,7	0,61	0,02	0,49
FDN	63,9	67,9	65,5	65,4	66,3	1,88	0,74	0,60

Continua

FDA	28,9	37,6	38,8	38,2	38,1	0,87	0,86	0,98
NDT	60,7	61,4	60,6	61	61,1	0,53	0,86	0,98
N-NH <sub>3</sub> /NT	12,4	10,4	7,47	17,9	23,9	7,4	0,19	0,27
DMS	58,8	59,5	58,6	59	59,1	0,59	0,86	0,98
PIDA	6	5,5	4,8	4,7	5,2	0,25	<0,001	0,02
NIDA	0,9	0,8	0,7	0,7	0,8	0,04	<0,001	0,02

MS – matéria seca, MO – matéria orgânica, MM – matéria mineral, EE – extrato etéreo, PB – proteína bruta, FDN – fibra em detergente neutro, FDA – fibra em detergente ácido, NDT – nutrientes digestíveis totais, N-NH<sub>3</sub> – nitrogênio amoniacal, DMS – digestibilidade da matéria seca, PIDA - proteína insolúvel no detergente ácido NIDA – compostos nitrogenados insolúveis no detergente ácido.

EPM – erro padrão da média, L – linear, Q – quadrático.

Segundo Santos et al. (2013) a quebra da estabilidade ocorre quando a silagem apresenta um aumento de temperatura, ao longo do tempo, 2°C acima da temperatura ambiente. A Figura 1 mostra o tempo necessário para as silagens romperem a barreira da estabilidade. Dessa forma, as silagens, em relação à temperatura, mantiveram sua estabilidade até às 84 h de exposição, podendo ser consideradas estáveis, uma vez que não ultrapassaram 2°C da temperatura ambiente durante as 84 h. Todavia, após esse horário as silagens apresentaram aumento de temperatura, deterioração elevada, com presença de leveduras, mofos e ação de microrganismos indesejáveis. No entanto, esperava-se que a silagem controle apresentasse menor estabilidade aeróbica em comparação às demais em que houve o uso da ureia em virtude deste aditivo ser considerado inibidor do processo fermentativo, porém ela se manteve estável assim como as demais.

Não foi possível conduzir o experimento até às 156 h de exposição, as silagens foram descartadas. Araújo (2017), afirmou que não houve instabilidade da qualidade da silagem de sorgo tratadas com níveis de ureia ao longo de 72 horas de exposição. Segundo o autor, todas permaneceram estáveis até o final do ensaio de estabilidade, a adição de ureia contribuiu para inibição do crescimento de microrganismos indesejáveis na massa ensilada.

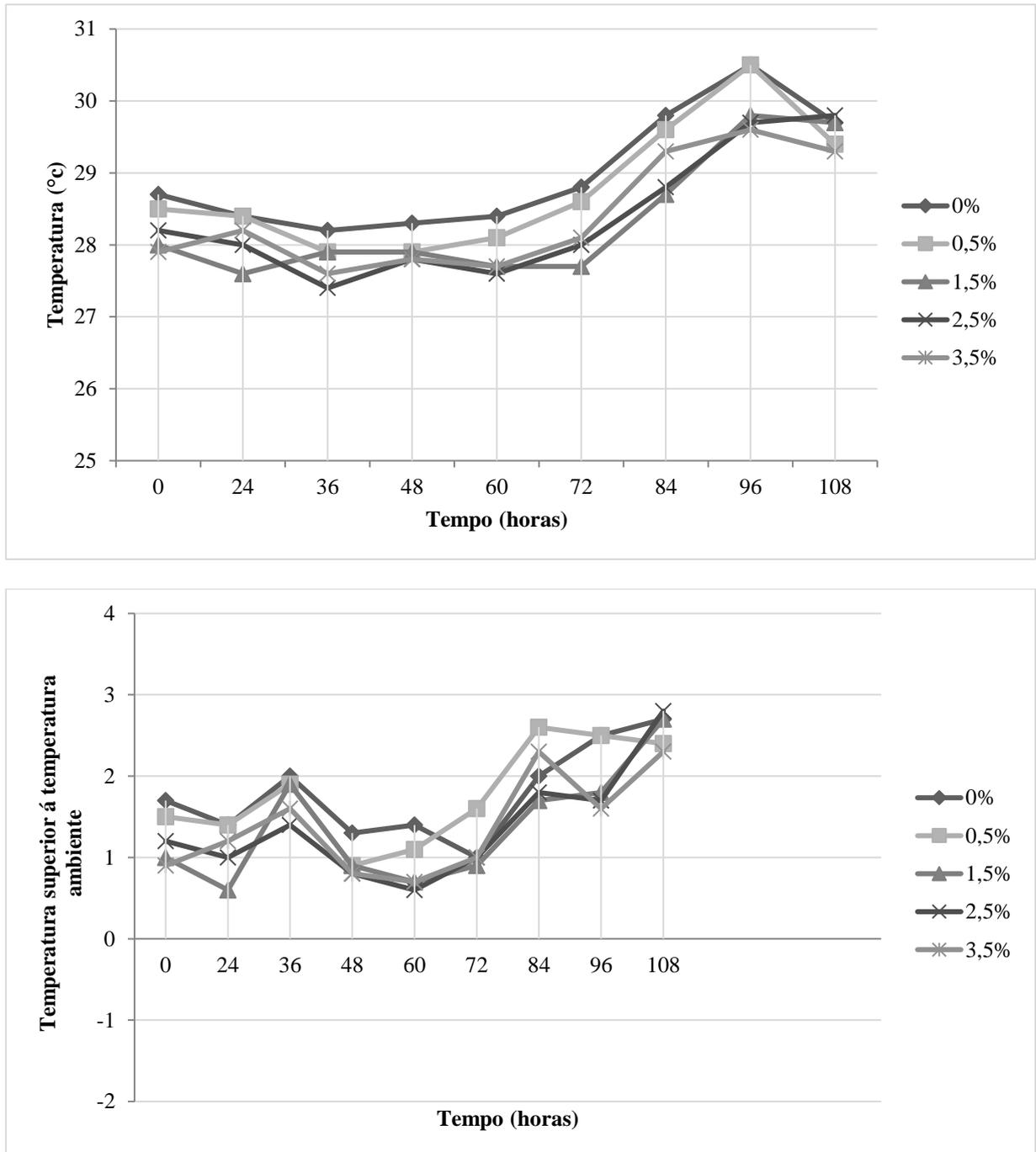


Figura 1. Temperatura das silagens de sorgo com níveis de ureia após a abertura dos silos.

Quanto ao pH (Figura 2) as silagens apresentaram valores entre 3,52 a 4,55, até às 108 h, após esse tempo, as silagens foram descartadas, estavam comprometidas e deterioradas. Para Silva et al. (2021) as leveduras consomem ácidos orgânicos, fazendo com que o pH alcance valores entre 5 e 6, deixando o ambiente propício para o desenvolvimento de outros microrganismos, causando perdas de MS e aumento de temperatura. As silagens com adição de ureia não suportaram a exposição aeróbia por mais de 108 h.

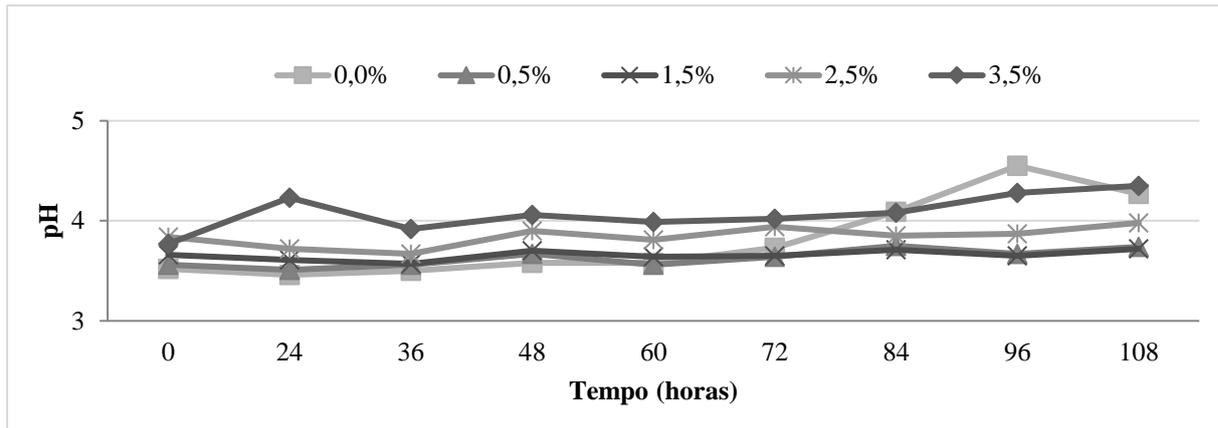


Figura 2. pH das silagens de sorgo com níveis de ureia após a abertura dos silos.

### 3.4. CONCLUSÃO

A adição de ureia promoveu modificações na composição químico-bromatológica do material, houve aumento dos teores de proteína bruta e afetou as frações fibrosas. Os teores de matéria seca e nitrogênio amoniacal nas silagens expostas por 72 horas ficaram fora do valor desejado para uma silagem de boa qualidade, sendo inviável ao consumo pelo o animal. A ureia nos níveis avaliados não inibiu o crescimento de microrganismos indesejáveis em silagens expostas por 72 horas.

Em relação a estabilidade, as silagens permaneceram até 84 horas após a abertura dos silos, tendo que ser descartada após esse tempo. Diante dos resultados obtidos, não é recomendado o uso da ureia em silagens de sorgo que precisem ficar expostas por um período de tempo.

### 3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Virginia:Arlington, v.1, 15. Ed, p. 1117, 1990.

ARAÚJO, M. L. G. L. **Impacto da ureia no processo fermentativo da silagem de sorgo e o seu uso em dietas para cordeiros**. 2017. 169 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Pós – Graduação em Zootecnia - Escola de Medicina Veterinária - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

AVELINO, P.M.; NEIVA, J.N.M.; ARAUJO, V.L.; ALEXANDRINO, E.; BOMFIM, M.A.D.; RESTLE, E.J. Composição bromatológica de sistemas de híbridos de sorgo cultivados em diferentes densidades de plantas. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.1, p.208-215, 2011.

BOLSEN, K.K.; LIN, B.E.; BRENT, B.E; FEVERHERM, A.M.; URBAN, J.E.; AIMUTIS, W.R. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.3066-3083, 1992.

CARVALHO, R. M. **Avaliação da silagem de milho em fazendas leiteiras de Patos de Minas, MG**. 2016. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós - graduação em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

COSTA, R.F. *et al.* Agronomic characteristics of sorghum genotypes and nutritional values of silage. **Acta Scie. Anim. Scie.**, v.38, n.2, p.127-133, 2016.

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

FERNANDES, F. E. P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; PEREIRA, G. P.; CARVALHO, G. G. P.; OLIVINDO, C. S. Ensilagem de sorgo forrageiro com adição de ureia em dois períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p. 2111-2115, 2009.

HINDS, M.A.; BOLSEN, K.K.; BRETHOUR, J. *et al.* Effects of molasses/urea and bacterial inoculant additives on silage quality, dry matter recovery, and feeding value for cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.12, n.3, p.205-214, 1985.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, 2018. **Estimativas da População Residente para Os Municípios e para As Unidades da Federação com Data de Referência em 1º de julho de 2018**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/municipio/150680>.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria, RS: Editora UFSM, 2002. 140p.

KUNG, J. R. L. *et al.* Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science**,v. 101, n. 5, p. 4020-4033, 2018.

LEITE, R. A.; BARROS, R. P.; OLIVEIRA, J. P.; CAVALCANTE, J. S.; SANOTS, D. S.; LIMA, F. S.; SILVA, D. S.; SOUSA, J. I.; GALDINO, W. O.; BARBOSA, J. E. C. Produtividade do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) (Poaceae) submetido a diferentes fontes de adubação orgânica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6. 2019.

LICITRA, G., HERNANDES, T.M. & VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, n.4, p.347-358, abril, 1996.

MARTINS, M. R. **Estabilidade e composição bromatológica de silagem de grãos de sorgo em função de reidratação e uso de inoculante**. 2022. 41 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2022.

MEYER, H.; BRONSCH, K.; LIEBETSEDER, J. **Supplemente zu Vorlesungen und bungen in der Tierernahrung**. Verlag M. e H. Schaper, Hannover, 1989.

- MORAN, J. P.; WEINBERG, Z. G.; ASHBELL, G; HEN, Y.; OWEN, T. R. **A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage.** *In: International Silage Conference*, 11., 1996. Aberystwyth. Proceedings...Aberystwyth: University of Wales AberystwythUK, p. 162-163, 1996.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage.** 2.ed. Marlow: Chalcombe, 1991. 340p.
- NEIVA, J.N.M.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.C.; PIRES, A.J.V.; PEREIRA, O.G. Características fermentativas das silagens de milho amonizadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.461-465, 1998.
- PACHECO, W. F., CARNEIRO, M. S. S., PINTO, A. P., EDVAN, R. L., ARRUDA, P. C. L.; CARMO, A. B. R. Perdas fermentativas de silagens de capim-elefante com níveis crescentes de feno de Gliricídia. **Acta Veterinária Brasileira**, Mossoró, RN, v.8, n.3, p 155-162, 2014.
- PAZIANI, S. F.; NUSSIO, L. G.; LOURES, D. R. S.; IGARASI, M. S.; PEDROSO, A. F.; MARI, L. J. Influência do teor de matéria seca e do inoculante bacteriano nas características físicas e químicas da silagem de capim Tanzânia. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v. 28, n. 3, p. 265-271, 2006.
- PEREIRA, A. S., SHITSUKA, D. M., PARREIRA, F. J., & SHITSUKA, R. Metodologia da pesquisa científica. (2018) **UAB/NTE/UFSM**. Disponível em: [https://ufsm.br/app/uploads/sites/358/2019/02/Methodologia-da-Pesquisa-Cientifica\\_final.pdf](https://ufsm.br/app/uploads/sites/358/2019/02/Methodologia-da-Pesquisa-Cientifica_final.pdf). Acesso em: 20, fev. 2022.
- RODRIGUES, R.C. Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos. Pelotas, RS: **Embrapa Clima Temperado**, 2010.
- SANTOS, R. I. R. **Efeitos da exposição aeróbia e tempo de armazenamento em silagens de milho realocadas.** 2018. 158 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Produção Animal na Amazônia) - Programa de Pós-graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia. Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém. 2018.
- SANTOS, A.O.; ÁVILA, C.L.S.; SCHWAN, R.F. Selection of tropical lactic acid bacteria for enhancing the quality of maize silage. **Journal of Dairy Science**, v.96, n.12, p.7777-7789, 2013.
- SILVA, D.J. QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SILVA, M. D.; CARNEIRO, M. S. S.; Pinto, A. P.; Pompeu, R. C. F. F.; SILVA, D. S.; COUTINHO, M. J. F.; FONTENELE, R. M. Avaliação da composição químico-bromatológicas das silagens de forrageiras lenhosas do semiárido brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 571-578, jan./fev. 2015.
- SILVA, J. C.; NETO, G. G. R. **Caracterização do sistema produtivo de silagem de Paragominas-Pa.** 2019. Monografia (TCC - Trabalho de Conclusão de Curso - Bacharelado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.

SILVA, J. T.; VALENTIM, J. K.; MONÇÃO, F. P.; PIRES, D. A.; LEITE, G. D.; JUNIOR, V. R. R.; JUNQUEIRA, E. C.; DURÃES, H. F. Aspectos relacionados à silagem de sorgo. *Ensaio e Ciência*, v.25, n.5, p.597-602, 2021.

SILVA, T. C.; MEDONÇA, R. C. A.; SANTOS, R. I. R.; SOUZA, M. S.; QUEIROZ, A. C. M.; REGO, A. C. Realocação De Silagens. *In: 1 Simpósio Paraibano de Conservação e Utilização de Forragem, SICONFOR – Set., 2019.*

SILVA, T. I.; SANTANA, L. D; CAMARA, F. T.; PINTO, A. A.; BRITO, L. L. M.; MOTA, A. M. D. Produtividade de variedades de sorgo em diferentes arranjos populacionais em primeiro corte e rebrota. *Revista Espacios -*, v.38, n.27, p.16, 2017.

SINGH, A.P.; PANDITA, N.N. Studies on fermentation of sorghum silage during storage, and its effect on milch animals. *Animal Feed Science and Technology*, v.9, n.3, p.143-148, 1983

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar.** Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.Piracicaba, 2006.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B. LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.10, p. 3583-3597, out. 1991.

VAN SOEST, P.J., 1994. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2.ed. Ithaca: Cornell University Press. 476p.