

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS  
CURSO DE ZOOTECNIA

BRUNO EDUARDO CAXIAS MIRANDA

**CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS, POPULAÇÕES  
MICROBIANAS E COMPOSIÇÃO DA SILAGEM DE  
CAPIM TANZÂNIA COM NÍVEIS DE FENO DE MATA  
PASTO**

CHAPADINHA-MA

2021

**BRUNO EDUARDO CAXIAS MIRANDA**

**CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS,  
POPULAÇÕES MICROBIANAS E COMPOSIÇÃO DA  
SILAGEM DE CAPIM TANZÂNIA COM NÍVEIS DE  
FENO DE MATA PASTO**

Trabalho apresentado ao curso de  
Zootecnia da Universidade Federal  
do Maranhão como requisito para  
obtenção do título de Zootecnista

**CHAPADINHA-MA**

**2021**

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Caxias Miranda, Bruno Eduardo.

Características fermentativas, populações microbianas e composição da silagem de capim tanzânia com níveis de feno de mata pasto / Bruno Eduardo Caxias Miranda. - 2021.  
47 p.

Coorientador(a): Francisco Naysson de Sousa Santos.

Orientador(a): Rosane Cláudia Rodrigues.

Monografia (Graduação) - Curso de Zootecnia,  
Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha - MA, 2021.

1. Conservação. 2. Fermentação. 3. Megathyrus maximus. 4. Microbiologia. 5. Senna obtusifolia. I. Rodrigues, Rosane Cláudia. II. Sousa Santos, Francisco Naysson de. III. Título.

BRUNO EDUARDO CAXIAS MIRANDA

**CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS, POPULAÇÕES  
MICROBIANAS E COMPOSIÇÃO DA SILAGEM DE  
CAPIM TANZÂNIA COM NÍVEIS DE FENO DE MATA  
PASTO**

Trabalho apresentado ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Maranhão  
como requisito para obtenção do título de Zootecnista.

BANCA EXAMINADORA



---

Profa. Dra. Rosane Claudia Rodrigues  
Orientadora  
Universidade Federal do Maranhão - UFMA



---

Prof.º Dr. Anderson de Moura Zanine  
Universidade Federal do Maranhão - UFMA



---

Dr. Clésio dos Santos Costa  
Examinador externo

CHAPADINHA-MA

2021

## **DEDICATÓRIA**

*Todo esse trabalho dedico a toda a minha família, por sempre estar ao meu lado nos momentos bons ou ruins. Em especial à minha mãe **Cleide Maria Caxias Miranda**, ao meu pai (pai de criação) **Clebson Caxias Miranda**, minha vó **Francisca Caxias Miranda**, minha irmã **Rita de Cássia Miranda de Queiroz** e minha prima **Mayra Pauline Miranda Santos**, pela confiança, incentivo, e por todo apoio em minha caminhada. Também dedico in memoriam da minha bisavó **Elvira Ferreira Caxias** e ao meu tio **José Inácio Baldez**.*

## AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente ao meu bom Deus pelo discernimento e por me conceder saúde, força e condições para que eu chegasse até aqui, agradeço, pois, sem estas bênçãos, não conseguiria nada.

A **Universidade Federal do Maranhão - UFMA**, pela oportunidade de realização deste curso maravilhoso.

A minha querida orientadora **Dra. Rosane Cláudia Rodrigues** pelos ensinamentos e direcionamentos passados, por toda paciência e por ter aberto as portas para mim no melhor grupo de pesquisa da instituição, grupo FOPAMA. Obrigado por ter me orientado e mostrado sempre o caminho mais correto a ser seguido, por ter se tornado uma grande amiga e principalmente por nunca desistir de mim, mesmos nos momentos mais difíceis.

A todos os meus **professores** de graduação que foram importantíssimos no meu aprendizado e formação, em especial aos professores **Dra. Ana Paula Ribeiro de Jesus, Dr. Jocélio dos Santos Araújo, Dr. Ricardo Alves, Dr. Sinval Garcia Pereira, Dr. Rafael Cardoso Carvalho, Dr. Claudener Sousa Teixeira, Dra. Daniele de Jesus Ferreira, Dr. Anderson de Moura Zanine, Dr. Henrique Nunes Parente, Dr. José Maria do Amaral Rezende, Dr. Marcos Antônio Delmondes Bomfim, Dr. Jefferson Costa de Siqueira e Dr. Zinaldo Firmino da Silva**, professores que dos quais tenho profunda admiração como pessoas e profissionais.

A professora **Daniele de Oliveira Maia** pelos ensinamentos e pela amizade conquistada na graduação. A todos os **funcionários** da UFMA, em especial ao técnico administrativo do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tomaz Neto e ao auxiliar Daniel pela parceria ao longo desses anos.

Ao professor **Dr. Edson Mauro Santos** e ao Grupo de Estudos em Forragicultura **GEF**, da Universidade Federal da Paraíba por terem prontamente aceito que as análises fossem realizadas no Laboratório de Forragicultura da UFPB, sem a ajuda e apoio de vocês esse trabalho não poderia ter sido concluído.

Aos integrantes do grupo **FOPAMA**, a professora **Ana Paula Ribeiro de Jesus** (já mencionada), ao **Clésio Costa, Giovanne Oliveira, Izakiel Reis, Reinaldo Oliveira, Fernando Freitas, Rafaela Leopoldina, Eduarda Castro, Yara Lima,**

**Maciel Teixeira, Antonio Barbosa, Joaz, Michel Rocha, Rodrigo Silva, Rosilda Lopes, Eduardo Rocha, Emanuel Vitor e Raphael Silva.** Aos ex-integrantes que hoje atuam indiretamente, **Ricardo Araújo** (já mencionado), **Ivone Rodrigues, Francisco Naysson, Juliana Lacerda, Leonardo Santana, Xerxes Tosta e Morgana Barros.** Aos professores associados do grupo **Dr. Jardel Santos, Dr. José Roberto, Dr. Jocélio Araújo.**

Ao meu grande amigo e mentor **Clésio Costa** (já mencionado), ao qual tenho grande admiração como pessoa e profissional. Agradeço imensamente pelos ensinamentos, por ter realizado as análises estatísticas e por toda ajuda prestada quando eu precisei, além disso, pelo exemplo de humildade, que fique aqui registrado o quanto sou grato.

Ao **Francisco Naysson** (já mencionado), por toda ajuda na realização das análises. Agradeço pela tutoria e valiosas sugestões para a melhoria deste trabalho. Aos ex-integrantes do grupo, pela amizade e que de certa forma contribuíram na minha formação, que são, **Diego Ribeiro, Gesiel Lima** (vulgo mito), **Francisco Bruno e Noilson Monteles.**

Aos meus amigos de turma **Danrley Bandeira, Cledson Gomes, Bruna Tássia Pantoja, Francisca Cláudia Sousa, Fernando Braga, Frank Jonas, Gildilene e Bianca.** A minha amiga de início da graduação **Rita Silva.** Aos colegas de outras turmas/curso, **Eduardo José, Thiago de Cássio, Felipe Oliveira, Ana Leão, Antônia Cardoso (Carol), Isaías Viana, Paulo Júnio, Laís Santos, Ismael Oliveira, Gleydson Martins, Maria das Neves, Gabriela Santos, Ygor Portela, Leilane Sousa, Daylane Oliveira, Diego Veras, Marjory Kaaelly, Oliven, Genival Rocha, André Felipe (Verde)** e tantos outros que de certa forma estiveram comigo durante esta caminhada.

Ao meu grande amigo **José Alves (Zé Neto),** pela amizade e toda ajuda prestada em toda a minha vida acadêmica e por sempre me proporcionar momentos de descontração e alegria.

À todos os meus **familiares e amigos** que mesmo com a distância, sempre me apoiaram e torceram por mim. Por fim, à todos que contribuíram de certa forma na minha vida acadêmica e na realização deste trabalho e não foram citados.

*A todos, o meu muito obrigado!*

*“São fúteis e cheias de erros as ciências que não nasceram da experimentação, mãe de todos os conhecimentos”.*

Leonardo Da Vinci

## RESUMO

Objetivou-se avaliar as características fermentativas, populações microbianas e composição da silagem de capim tanzânia *in natura*, mata pasto *in natura* e pré-emurcheado, assim como da adição de níveis de feno na silagem de capim. Foi realizado dois experimentos dependentes, sendo um avaliando as formas de silagens e outro quanto aos níveis de adição de feno de mata pasto. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos, sendo quatro níveis de inclusão de feno de mata pasto na silagem com capim tanzânia (0, 10, 20, e 30%), e outros dois tratamentos, um com 100% de silagem de mata-pasto pré-emurcheado e outro com 100% de mata-pasto *in natura*, com quatro repetições, totalizando-se 24 unidades experimentais. Houve diferença ( $P < 0,05$ ), para as variáveis perdas por gases, perdas por efluentes e recuperação da matéria seca, observou-se menores perdas de gases e efluentes na silagem de mata pasto pré-emurcheado, resultando no aumento da recuperação de matéria seca desta silagem. Efeito significativo foi verificado para pH e N-amoniaco, sendo verificado menores valores de pH e maiores valores de N-amoniaco para as silagens de mata pasto *in natura* e mata pasto pré-emurcheado. As variáveis perda por gases, perda por efluentes, N-NH<sub>3</sub> e carboidratos solúveis decresceram linearmente ( $P < 0,05$ ) em função da inclusão do feno de mata pasto, enquanto a recuperação da matéria seca e pH apresentaram comportamento quadrático. Houve diferença ( $P < 0,05$ ) na população de bactérias ácido-láticas no momento de abertura dos silos e após estabilidade aeróbia, sendo verificado que silagem de capim tanzânia *in natura* apresentou maiores quantidades (5,94 ufc/g e 5,95 ufc/g). Foi verificado população de leveduras (4,4 ufc/g) na silagem *in natura* do capim tanzânia. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) na quantidade de bactérias ácido-láticas nas silagens com níveis de inclusão de feno de mata pasto, no momento de abertura dos silos e após estabilidade aeróbia. No entanto, houve diferença ( $P < 0,05$ ) nas populações de mofo e leveduras no momento de abertura dos silos. Houve diferença ( $P < 0,05$ ) nas populações de mofos nas silagens com níveis de inclusão de feno da leguminosa, após estabilidade aeróbia. Houve diferença ( $P < 0,05$ ) no teores de MS, MM, EE, PB, FDN, FDA, CT e CNF, sendo verificado na silagens de mata pasto pré-emurcheado maiores teores de MS e PB e, menores valores de MM, EE, FDN, FDA e CNF. O maior teor de CT ocorreu na silagem de mata pasto *in natura*. O teor de MS, PB, CT e CNF da silagem aumentaram linearmente ( $P < 0,05$ ) em função da inclusão do feno de mata pasto, enquanto a MM, EE, FDN e FDA apresentaram comportamento linear negativo. O mata pasto pré-emurcheado originou silagens com adequado perfil fermentativo, microbiológico e nutricional. A inclusão de 20% de feno de mata pasto não prejudica as características fermentativas da silagem, promove bom perfil microbiológico, além de reduzir os conteúdos de FDN e FDA e elevar o teor de PB da massa ensilada.

**Palavras-chave:** conservação, fermentação, *Megathyrus maximus*, microbiologia, *Senna obtusifolia*

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the fermentative characteristics, microbial populations and composition of tanzânia grass in natura silage, in natura and pre-wilted pasture, as well as the addition of hay levels in the grass silage. Two dependent experiments were carried out, one evaluating the forms of silages and the other regarding the levels of addition of hay from pasture. A completely randomized design with six treatments was used, with four levels of inclusion of pasture hay in the silage with tanzania grass (0, 10, 20, and 30%), and two other treatments, one with 100% silage of pre-wilted pasture forest and another with 100% fresh forest pasture, with four replications, totaling 24 experimental units. There was a difference ( $P < 0.05$ ) for the variables losses of gases, losses of effluents and recovery of dry matter, lower losses of gases and effluents were observed in the pre-withered pasture forest silage, resulting in increased recovery of dry matter of this silage. Significant effect was verified for pH and N-ammoniacal, being verified lower pH values and higher N-ammoniacal values for silages of pasture in natura and pre-withered pasture. The variables loss by gases, loss by effluents, N-NH<sub>3</sub> and soluble carbohydrates decreased linearly ( $P < 0.05$ ) due to the inclusion of pasture hay, while the recovery of dry matter and pH showed a quadratic behavior. There was a difference ( $P < 0.05$ ) in the population of lactic acid bacteria at the time of opening the silos and after aerobic stability, and it was verified that tanzania grass silage in natura presented higher amounts (5.94 cfu / g and 5.95 cfu / g). Yeast population (4.4 cfu / g) was verified in the fresh silage of the tanzania grass. There was no difference ( $P > 0.05$ ) in the amount of lactic acid bacteria in the silages with levels of inclusion of pasture hay, at the moment of opening the silos and after aerobic stability. However, there was a difference ( $P < 0.05$ ) in the populations of mold and yeast at the time of opening the silos. There was a difference ( $P < 0.05$ ) in mold populations in silages with levels of inclusion of legume hay, after aerobic stability. There was a difference ( $P < 0.05$ ) in the contents of DM, MM, EE, PB, FDN, FDA, CT and CNF, being verified in the silages of pre-wilted pasture forest higher contents of DM and PB and, lower values of MM, EE, FDN, FDA and CNF. The highest content of TC occurred in the silage of forest pasture in natura. The content of MS, PB, CT and CNF in the silage increased linearly ( $P < 0.05$ ) due to the inclusion of pasture hay, while MM, EE, FDN and FDA showed negative linear behavior. The pre-withered pasture forest gave rise to silages with an adequate fermentative, microbiological and nutritional profile. The inclusion of 20% of pasture hay does not affect the fermentation characteristics of the silage, promotes a good microbiological profile, in addition to reducing the contents of NDF and FDA and increasing the CP content of the ensiled mass.

**Keyword:** conservation, fermentation, *Megathyrus maximus*, microbiology, *Senna obtusifolia*

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Médias mensais da temperatura (°C) e acúmulo mensal da precipitação pluviométrica (mm) durante o período de janeiro a dezembro de 2019. ....21
- Figura 2.** População de bactérias ácido lácticas, mofos e leveduras nas formas de silagem de capim tanzânia *in natura*, mata pasto *in natura* e mata pasto pré-emurchecido no momento da abertura do silo (**a**) e após estabilidade aeróbia (**b**).....31
- Figura 3.** População de bactérias ácido lácticas, mofos e leveduras na silagem de capim tanzânia com níveis de inclusão de feno de mata pasto no momento da abertura do silo (**a**) e após estabilidade aeróbia (**b**).....32

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Perdas e perfil fermentativos quanto as formas de silagem de capim tanzânia e mata pasto .....	26
<b>Tabela 2</b> – Perdas e perfil fermentativos da silagem de capim tanzânia com níveis de adição de feno de mata pasto.....	30
<b>Tabela 3</b> – Composição química-bromatológica quanto as formas de silagem de capim tanzânia e mata pasto.....	34
<b>Tabela 4</b> – Composição química-bromatológica da silagem de capim tanzânia com níveis de adição de feno de mata pasto.....	38

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
2.1 Silagem de gramíneas tropicais.....	16
2.2 Uso de Leguminosas como aditivo em silagem.....	17
2.3 Parâmetros Microbiológicos e Fermentativos em silagem.....	18
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>20</b>
3.1 Objetivo geral .....	20
3.2 Objetivos específicos .....	20
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>9. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A região Nordeste apresenta distribuição de chuvas irregulares fatores que podem comprometer a produção de forragem e conseqüentemente a produção animal. Em virtude das condições climáticas da região, formas estratégicas devem ser levantadas para minimizar os impactos da falta de alimento em parte do ano.

A técnica de ensilagem é amplamente utilizada e tem por objetivo a conservação do volumoso para posterior utilização em períodos críticos do ano. Em síntese, o processo de conservação é decorrente do consumo de carboidratos solúveis por parte dos microrganismos que estão presentes na planta ou no meio, de modo que há a conversão destes carboidratos em ácidos orgânicos que farão a conservação da massa ensilada, desde que o meio esteja em condições adequadas (SANTOS e ZANINE, 2006).

O valor alimentício da silagem será definido pelo valor nutricional da forrageira que será ensilada, pelo processo de ensilagem, pelo processo de fermentação dentro do silo e pelo manejo logo após a abertura do silo. O milho e o sorgo são considerados como as melhores forrageiras para a ensilagem, no entanto, possuem custo de produção elevado quando comparado aos capins. Um dos entraves encontrados para a produção de silagem de capins, como visto anteriormente, é o baixo teor de carboidratos solúveis que serão utilizados pelos microrganismos para fermentação.

Assim sendo, torna-se necessário o uso de ingredientes, como os aditivos que quando adicionados aos materiais ensilados contribuem para aumentar o valor nutricional e suprir as necessidades dos animais que irão consumir a silagem (PEREIRA, 2017). Considerando-se que os capins por terem excedentes de produção no período das águas, torna-se justificável o seu uso para ensilagem, desde que utilizem técnicas de confecção adequadas, como também aditivos apropriados (SANTOS, et al., 2006).

Uma das formas de melhorar o valor nutricional de silagem de gramíneas é a utilização de leguminosas, que proporcionam aumento no teor de proteína da silagem, sem prejudicar a fermentação. No entanto, leguminosas geralmente apresentam características como baixas concentrações de carboidratos solúveis e elevado poder tampão que são indesejáveis para a conservação dessa forrageira na forma de silagem

(PAULINO et al., 2009). Além disso, a inclusão de leguminosa fresca na silagem de gramíneas resulta na redução de matéria seca das silagens. Tais problemas podem ser contornados por meio do emurhecimento da leguminosa, tendo em vista que o devido processo promove maior concentração de substratos fermentáveis, aumento no teor de matéria seca da silagem e contribui para diminuição das perdas por efluentes (LIMA JÚNIOR, et al., 2014).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a utilização da leguminosa mata pasto processado de diferentes formas (*in natura* e pré-emurhecido) e em diferentes níveis, adicionado à ensilagem de capim tanzânia com vistas na melhora do perfil fermentativo e microbiológico e na qualidade nutricional das silagens.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Silagem de gramíneas tropicais

Nas condições de clima tropical e mais precisamente nas épocas das águas, a produção de capim é elevada, face à alta pluviosidade, sendo que posterior, ocorre uma redução acentuada nas épocas secas do ano (SANTOS et al., 2006). Devido a esta estacionalidade, se faz necessário do uso da técnica de conservação de forragem na forma de silagem para época de escassez e/ou crescimento de forragem reduzido.

A ensilagem é entendida como um conjunto de operações necessárias para produção do alimento silagem. Possui como objetivo final, preservar forragem de alto valor nutritivo com o mínimo de perdas. A conservação de forragem por meio desta técnica pode ser utilizada devido ao baixo custo para manter a sustentabilidade no sistema de produção animal (NEGRÃO & SILVA, 2011).

De acordo com Rammer, (1996), a adequação da cultura à ensilagem envolve características, como os teores de MS (superior a 30%), de carboidratos solúveis (maior que 5%), de nitrato, poder tampão e, bactérias lácticas homofermentativas (5 log UFC/g), (McDONALD et al., 1991). Na ensilagem, o sucesso da conservação da forragem se dá pela redução do pH devido à fermentação dos CHOs da planta. Desse modo, as melhores forrageiras para ensilagens são aquelas que possuem elevado teor de CHOs, como é o caso do milho e sorgo. No entanto, gramíneas graníferas como estas, apresentam elevado custo de produção quando comparado à gramíneas não graníferas (capins) ou outras fontes de suplementação volumosa (SANTOS, et al., 2006).

Além desses fatores, atenta-se também para as características adaptativas e produtivas que a forrageira possa oferecer, principalmente, para a região semiárida brasileira. O capim Tanzânia é uma gramínea do gênero *Panicum* que possui um alto potencial de produção de massa seca, bom valor nutritivo e alta capacidade de adaptação e produção de forragem, devido a essas características, torna-se justificável a utilização dessa gramínea para a ensilagem. De acordo com Cano et al., (2004), gramíneas do gênero *Panicum* em boas condições edafoclimáticas, produzem anualmente de 10 a 20 t/ha de MS (matéria seca), podendo chegar a 50 t/ha em condições excepcional (COSTA, 2016).

## **2.2.Uso de Leguminosas como aditivo em silagem**

A produção de silagem de capins tropicais apresenta algumas desvantagens como alto teor de umidade e necessita de condições de anaerobiose na sua estocagem (NUSSIO et al, 2002). Silagens de capins, em média, apresentam teor proteico baixo entre 4,0 % a 7,0 %, esse valor é considerado aquém das necessidades nutricionais de algumas categorias animais em crescimento, tais como bovinos e cordeiros precoces (PAULINO, et al., 2009).

O uso de ingrediente nas silagens de capim como aditivo, deve apresentar alto teor de matéria seca, alta capacidade de retenção de água, boa palatabilidade, além de fornecer carboidratos para fermentação. Assim, deverão ser também de fácil manipulação, baixo custo e fácil aquisição (BERGAMASCHINE, et al., 2006). Para Kung Jr., (2009), os aditivos utilizados em processos de ensilagem devem elevar a energia e aumentar a recuperação de nutrientes da forragem, e, por conseguinte beneficiar no desempenho dos animais.

Os aditivos podem ser categorizados de acordo com a sua natureza química, pela função que exercem durante o processo de ensilagem ou pela combinação destas duas características. Logo, os mesmo podem ser assim classificados:

- 1- Fontes de carboidratos solúveis;
- 2- Absorventes de umidades;
- 3- Aditivos químicos;
- 4- Aditivos microbianos.

Para Santos et al., (2016), nos processos de ensilagem de capins tropicais, diversos aditivos podem ser usados, de acordo com as características do material ensilado, como o teor de matéria seca (MS), carboidratos solúveis (CHOs), bactérias da ácido láticas (BAL), porém os aditivos mais utilizados são os aditivos absorventes de umidade, fontes de carboidratos solúveis e microbianos. Os capins em sua maioria possuem baixo teor de MS, CHOs e BAL em sua microbiota autóctone.

A utilização de leguminosas em silagem de gramíneas mostram resultados favoráveis por proporcionarem aumento no teor de proteína da silagem e por supri-la com maiores quantidades de minerais (PEREIRA, et al., 1999).

O mata pasto (*Senna Obtusifolia* (L.) Irwin & Barneby) é uma leguminosa herbácea de ciclo anual, medindo cerca de 1,5 m de altura, de crescimento ereto, flores amarelas, vagens aproximadamente cilíndricas, com cerca de 0,3 a 0,5 cm de diâmetro e 10 a 12 cm de comprimento (FILHO, 2008). De acordo com Sousa (2006), o consumo de plantas jovens de Mata-pasto pelos ruminantes é muito baixo, pois possuem sabor amargo e adstringente. Entretanto, após a fase de senescência, quando as folhas secam e caem, esse consumo é elevado. “Esse é um dos motivos pelo qual se recomenda a fenação, que deve ser realizada na época em que ocorra a melhor combinação entre produtividade e valor nutritivo (FILHO, 2008)”.

A fenação do mata pasto é recomendada como uma alternativa viável para quê, além de contornar o problema de escassez de forragem, têm-se o aproveitamento da produção desta invasora de pastagens durante o período de chuvas e até mesmo pelo cultivo de áreas específicas para o corte (FILHO, 2008; SOUSA, 2004).

### **2.3. Parâmetros Microbiológicos e Fermentativos em silagens**

Silagem é o material produzido por fermentação controlada de uma forragem com alto teor de umidade ou parcialmente seca (PEREIRA, 2017). A finalidade da ensilagem é preservar a forrageira através do armazenamento em ambiente anaeróbico, diminuindo ou mesmo limitando a respiração celular e fornecendo condições adequadas para o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido lático, capazes de tornar o meio ácido mantendo a qualidade e as características da silagem o mais próximo do material original (McDONALD et al., 1991; PEREIRA et al., 2005).

A dinâmica da fermentação que ocorre dentro do silo é a conversão de carboidratos solúveis em ácidos orgânicos como ácidos acéticos, butíricos e principalmente, ácido lático, pela ação de microrganismos, principalmente bactérias ácido-láticas, que promovem a rápida queda do pH e inibem a atividade de microrganismos danosos. Santos et al (2006), enfatizam que as bactérias ácido-láticas são gram-positivas, não produzem esporos e nem apresentam mobilidade, são catalase negativas. A fermentação tem como produto final o ácido lático, no entanto, bactérias denominadas heterofermentativas produzem quantidades consideráveis de CO<sub>2</sub>, etanol e outros metabólitos. De acordo com Ohmomo et al., (2002), *Lactobacillus plantarum* são os maiores fermentadores da silagem. No entanto, bactérias do gênero *Lactococcus*, são

de grande relevância no estágio inicial da fermentação, na manutenção de um ambiente ácido, posteriormente, tornando-se os lactobacilos predominantes.

O processo da fermentação é dividido em quatro fases, descritas por Weinberg e Muck (1996):

A fase I, conhecida como fase aeróbica é compreendida desde o enchimento do silo até algumas horas após a vedação. Nessa fase, devido à alta concentração de O<sub>2</sub>, há presença de microrganismos aeróbicos como fungos, leveduras e algumas bactérias. A atividade desses microrganismos juntamente com o processo respiratório da planta acarreta em redução do O<sub>2</sub>, aquecimento da massa, proporcionando a liberação de proteases presentes nas plantas que são responsáveis por degradar as proteínas a aminoácidos (PEREIRA, 2017).

A fase de fermentação ativa ou fase II ocorre à formação dos ácidos orgânicos a partir de carboidratos solúveis da forrageira. Nesta atividade, inicialmente as enterobactérias e bactérias heterofermentativas predominam sobre as demais, sendo posteriormente as homofermentativas às dominantes. Esta fase encerra quando o pH cai para valores abaixo de 5,0 (SANTOS et al, 2006).

A fase III chamada de fase de estabilidade, com o pH abaixo de 4,0 reduz a quase zero a atividade biológica, sendo tolerantes à pH apenas alguns microrganismos, como as bactérias ácidas lácticas com atividades muito reduzida. Esta fase perdura até que o silo seja aberto e exposto ao O<sub>2</sub> novamente (PEREIRA, 2017).

A última fase (fase IV), também conhecida como fase de descarga ou fase de fornecimento, inicia-se no momento de abertura do silo, quando o material exposto ao O<sub>2</sub>, favorece o crescimento de fungos e levedura o que resultará na degradação do material ensilado (BOLSEN et al, 1996). Esse retorno à aerobiose é chamado de estabilidade anaeróbica, sendo esta a propriedade de inibição da proliferação de fungos e leveduras, após o contato com o oxigênio.

Para Pereira et al, (2017), no decorrer do processo da ensilagem algumas características químicas intrínsecas da forragem podem ser manipuladas por estratégias, como a de utilização de aditivos com o propósito de melhorar as características da silagem.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Geral:**

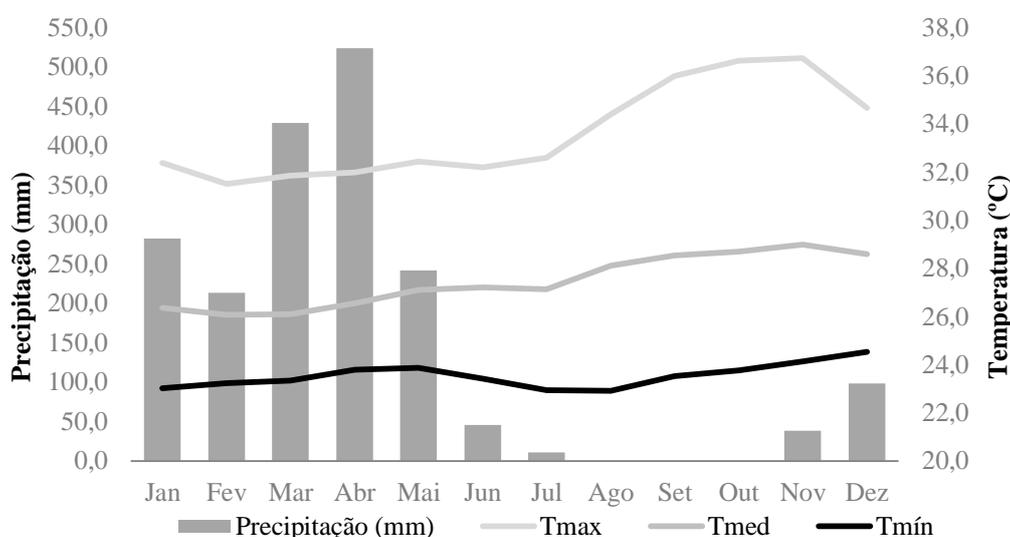
Avaliar as características fermentativas, populações microbianas e composição da silagem de capim *Megathyrsus maximum* (*Syn. Panicum maximum*) cv. tanzânia com inclusão de feno de mata pasto (*Senna Obtusifolia* (L.) Irwin & Barneby).

#### **3.2. Específicos:**

1. Quantificar os valores de perdas por gases e efluentes, pH, N-amoniaco, carboidratos solúveis e recuperação da matéria seca nas formas de silagens de capim tanzânia *in natura*, mata pasto *in natura* e pré-emurcheado, assim como da adição de níveis de feno na silagem de capim.
2. Quantificar as populações bactérias lácticas, mofo e leveduras nas formas de silagens de capim tanzânia *in natura*, mata pasto *in natura* e pré-emurcheado, assim como da adição de níveis de feno na silagem de capim.
3. Determinar os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA); carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos nas formas de silagens de capim tanzânia *in natura*, mata pasto *in natura* e pré-emurcheado, assim como da adição de níveis de feno na silagem de capim.

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura, em área pertencente ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão (UFMA/CCAA), no Município de Chapadinha, Região do Baixo Parnaíba situada a 03°44'33" W de latitude, 43°21'21" W de longitude. O clima, segundo a classificação Köppen, é do tipo tropical quente e úmido (Aw), com períodos de chuvas entre os meses de janeiro e junho e de seca de julho a dezembro (Maranhão, 2002).



**Figura 1.** Médias mensais da temperatura (°C) e acúmulo mensal da precipitação pluviométrica (mm) durante o período de janeiro a dezembro de 2019. Fonte: INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

O solo da área com capim tanzânia já estabelecido, foi classificado como Latossolo Amarelo de acordo com a EMBRAPA (2013), possuindo as seguintes características químicas: pH em  $\text{CaCl}_2 = 5,1$ ;  $\text{MO} = 15 \text{ g kg}^{-1}$ ;  $\text{P}(\text{res}) = 6,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{S} = 6,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{K} = 1,8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca} = 18 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg} = 8,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{SB} = 28 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{T} = 55 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{V} = 50\%$ ;  $(\text{H} + \text{Al}) = 28 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Al} = 0,40$ . Com base na análise de solo elevou-se a saturação de base para 60%, utilizando-se calcário com PRNT 96%.

Foi realizado dois experimentos dependentes em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos, sendo quatro níveis de inclusão de feno de mata pasto na silagem com capim tanzânia (0, 10, 20, e 30%), e outros dois tratamentos,

um com 100% de silagem de mata-pasto pré-emurchecido e outro com 100% de mata-pasto *in natura*, com quatro repetições, totalizando-se 24 unidades experimentais.

O capim tanzânia já estabelecido foi cortado para retirada de material morto e para uniformização do pasto. A adubação foi realizada na proporção de 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na forma de ureia e 65 kg ha<sup>-1</sup> de potássio na forma de KCl, no total, sendo parceladas em duas vezes. Após 30 dias de rebrotação com altura de 70 cm, foi cortado a uma altura de 40 cm e coletado para dar início da ensilagem. O capim foi picado em picadeira acoplada a trator, com partícula de aproximadamente 2 a 3 cm.

O mata pasto foi coletado com 140 dias de idade, estando esta dentro da faixa (120-150 dias) considerada como a mais adequada à fenação (NASCIMENTO et al., 2006; SOUSA et al., 2006). Foram coletados de forma manual nos arredores do residencial Masul, pertencente ao município de Chapadinha. A fenação ocorreu dez dias antes da ensilagem do capim Tanzânia. O mata pasto coletado para produção de feno foi picado em picadeira acoplada a trator com partículas de 2 a 3 cm e colocado pra desidratar em lona plástica. Durante o dia, o material picado foi revolvido várias vezes para poder desidrata-lo de forma homogênea, evitando perdas do material por fermentação. Quando atingiu o ponto de feno o material foi armazenado em sacos plásticos. O mata pasto para os tratamentos *in natura* e pré-emurchecido, foram coletados no dia da ensilagem. O tempo de emurchecimento foi entorno de 5 horas.

Na confecção das silagens foram utilizados silos de PVC com 100 mm de diâmetro e 0,35 m de altura, dotados com válvulas de Bunsen para permitir escape dos gases oriundos da fermentação. Foi colocado em cada mini-silo 1 Kg de areia lavada para quantificar as perdas por efluentes, e para evitar que o material entre em contato com a areia, foi arranjado tela do tipo mosquiteira Nylon. Os silos tinham capacidade para aproximadamente 3 Kg de material.

Foram coletadas amostras representativas do mata pasto (*in natura* e pré-emurchecido) bem como do capim tanzânia antes da ensilagem (material *in natura*). Essas amostras foram destinadas ao laboratório de Forragicultura, para posteriores análises laboratoriais.

A abertura dos mini-silos foram realizadas no Laboratório de Forragicultura da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, 60 dias após a ensilagem. Antes da abertura

foi realizada a pesagem de cada mini-silo fechado, do mini-silo sem a tampa e do mini-silo após a retirada da silagem. Todos os pesos foram registrados e utilizados para os cálculos de quantificação de perdas por gases, perdas por efluentes e recuperação da matéria seca, de acordo com as fórmulas descritas por Jobim et al., (2007):

Perdas por gases:  $PG = ((P_{sf} - P_{sa}) / (M_{ff} \times M_{sf})) \times 100$ , onde: PG: perda de gases durante o armazenamento (% da MS inicial);  $P_{sf}$ : peso do silo na ensilagem;  $P_{sa}$ : peso do silo na abertura; MFs: massa de forragem na ensilagem;  $M_{sf}$ : teor de MS da forragem ensilada.

Perdas por efluentes:  $PE = (P_{ef} \times 1.000) / M_{vi}$ , onde: PE: perdas por efluentes;  $P_{ef}$ : peso de efluente (peso do conjunto vazio após a abertura – peso do conjunto vazio antes do enchimento);  $M_{vi}$ : quantidade de massa verde de forragem ensilada.

Recuperação de matéria seca:  $RMS = ((M_{Fab} \times M_{Sab}) / (M_{Ffe} \times M_{Sfe})) \times 100$ , onde: RMS: índice de recuperação de matéria seca;  $M_{Fab}$ : massa de forragem na abertura;  $M_{Sab}$ : teor de MS na abertura;  $M_{Ffe}$ : massa de forragem no fechamento;  $M_{Sfe}$ : teor de MS da forragem no fechamento.

As avaliações de estabilidade aeróbia das silagens foram realizadas em sala com temperatura ambiente controlada a 25°C. A temperatura foi monitorada com auxílio de um termômetro suspenso ao ar. As verificações de estabilidade aeróbia foram realizadas com auxílio de termômetros digitais inseridos no centro da massa da silagem. Para avaliar a quebra da estabilidade aeróbia, foi utilizado o tempo gasto em horas para a silagem aumentar 2°C acima da temperatura ambiente (TAYLOR; KUNG Jr, 2002).

Em seguida, para a análise microbiológica, foram quantificadas as populações microbianas de bactérias lácticas (BAL), Mofos (M) e Leveduras (L). Foi coletado 10 g de amostra fresca de silagens formando uma amostra composta, onde foram adicionados 90 mL de água destilada, obtendo-se a diluição de  $10^{-1}$ . O objetivo foi à obtenção de diluições de  $10^{-2}$  a  $10^{-6}$ , de acordo com a metodologia proposta por (GONZÁLEZ e RODRIGUES, 2003).

As populações microbianas foram quantificadas usando o meio de crescimento seletivo para cada grupo microbiano listado, como segue: Agar Rogosa (Difco TM), para enumeração das BAL e Batata Dextrose Agar para contagem de ML, após foram incubadas em BOD, de 24 a 48 horas.

As placas consideradas susceptíveis à contagem foram aquelas em que houve valores entre 30 e 300 UFC (unidades formadoras de colônias) em uma placa de Petri. Consideradas então, as médias das placas da diluição selecionada. Os valores assim obtidos foram expressos em log.

Foram retirados 25 gramas da silagem fresca e nestas adicionado 100 mL de água destilada, permanecendo em repouso por 1 hora para posterior aferição do valor do pH com auxílio de potenciômetro. A concentração de carboidratos solúveis (CS) foi obtida pelo método do ácido sulfúrico concentrado, conforme descrito por Dubois et al., (1956). Para a determinação da concentração de Nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) das silagens, foi utilizado 5,6 mL de ácido sulfúrico diluído em 1 litro de água destilada (valor que foi ajustado de acordo com a densidade e volume descrito no rótulo do reagente). Dessa solução, adicionou-se 100 mL em 12,5 gramas de amostra da silagem, mantidos em potes plásticos com tampa, durante 48 horas, a temperatura ambiente e caixa fechada. Após, realizou-se a filtração do material com auxílio de peneiras, pipetando-se 1,5 mL do extrato em 2 tubos eppendorfs. Em seguida, o material foi submetido à centrifugação (13.000 rpm por 10 minutos). Posteriormente, realizou-se a retirada do sobrenadante, mantendo o pellet, conforme (VIEIRA, 1980).

Foram retirados de cada silo aproximadamente 300 gramas de silagem, as amostras foram colocadas em bandejas de alumínio, identificadas, pesadas e seguidamente destinadas à estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas para a pré-secagem. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho de facas utilizando-se peneira de porosidade 1 mm. Foram determinados os teores de matéria seca – MS (Método 934.01; AOAC 1990) e proteína bruta – PB (método 920.87; AOAC 1990), matéria mineral - MM ou cinzas (AOAC, 2005, método número 942.05). Para as análises de fibra em detergente neutro – FDN e fibra em detergente ácido – FDA, adotou-se o método do autoclave de acordo com os métodos analíticos padrão do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ciência Animal (INCT-CA; DETMANN et al., 2012). A determinação do extrato etéreo – EE das silagens foi realizado no Instituto Nacional do Semiárido-INSA de acordo com a metodologia descrita por (SILVA e QUEIROZ, 2002). Os carboidratos totais – CT e carboidratos não fibrosos – CNF, foram calculados de acordo com a equação descrita por (Sniffen et al., 1992):  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$  e (Weiss, 1999):  $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM + \%FDN)$ , porém utilizou-se a FDN sem correção para cinzas e proteína.

Todos os dados foram tabulados, calculados e submetidos a testes que assegurassem as prerrogativas básicas (teste de homocedasticidade e normalidade) para que os dados pudessem ser submetidos à análise de variância. As comparações entre as formas de silagem foram realizadas através do teste Tukey a 5% de probabilidade, e o efeito dos níveis de inclusão de feno de mata pasto foram explorados pelo uso de análise de regressão por meio de polinômios de primeiro e segundo grau ao nível de 5% de probabilidade. Para a estimativa das médias foi utilizado o procedimento MIXED e para a análise de regressão o PROC REG do programa estatístico SAS® (Edition University, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) na perdas de gases (PG) nas formas de silagem avaliada (Tabela 1). A silagem *in natura* do capim tanzânia apresentou maior valor (9,55%) em relação aos demais tratamentos, devido ao alto teor de umidade da planta, ocorrendo assim maior fermentação dos carboidratos. Quando se tem o teor de matéria seca relativamente baixo, há o favorecimento de bactérias do gênero *Clostridium* e microrganismos aeróbicos, que concorrem para a fermentação secundária (SANTOS et al., 2014). De acordo com Muck (1996), a produção de gás da massa ensilada é consequência de fermentação secundária, ou seja, fermentação indesejada.

**Tabela 1** – Perdas e perfil fermentativos das formas de silagem de capim tanzânia e mata pasto

Variável	Silagem			<sup>4</sup> EPM	p-valor
	<sup>1</sup> <i>In natura</i>	<sup>2</sup> MP <i>in natura</i>	<sup>3</sup> MPP-E		
PG (%) <sup>5</sup>	9,55a	8,4b	7,66b	0,26	0,0007
PE (kg/t MV) <sup>6</sup>	95,42a	23,45b	4,27c	12,54	<0,0001
RMS (%) <sup>7</sup>	81,06c	89,39b	92,04a	1,42	<0,0001
pH (%) <sup>8</sup>	5,24a	4,15c	4,28b	0,15	<0,0001
N-NH <sub>3</sub> (%) <sup>9</sup>	1,73b	1,27c	2,06a	0,12	0,0009
CS (%) <sup>10</sup>	0,56a	0,81a	0,55a	0,08	0,3778

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>1</sup>*In natura* – capim tanzânia *in natura*; <sup>2</sup>MP *in natura* – mata pasto *in natura*; <sup>3</sup>MPP-E – mata pasto pré-emurchecido; <sup>4</sup>EPM: erro padrão da média; <sup>5</sup>PG: perdas por gases; <sup>6</sup>PE: perdas por efluentes; <sup>7</sup>RMS: recuperação da matéria seca; <sup>8</sup>pH: potencial hidrogeniônico; <sup>9</sup>N-NH<sub>3</sub>: nitrogênio amoniacal; <sup>10</sup>CS: carboidratos solúveis

As perdas por efluentes (PE) foram influenciadas ( $P < 0,05$ ) quanto as formas de silagens (Tabela 1). A menor PE registrada no valor de 4,27 kg/MV, foi na silagem de mata pasto pré-emurchecido, respectivamente. O efeito do emurchecimento promove aumento significativo do teor de matéria seca do material ensilado (McDONALD et al., 1991), e retenção da umidade diminuindo a produção de efluentes. Seu emprego é de suma importância pois evita que vários nutrientes sejam carregados e perdidos juntos com a silagem (BEZERRA et al., 2016).

A recuperação de matéria seca (RMS) diferiu ( $P < 0,05$ ) entre as formas de silagens avaliadas, verificando-se maior valor de 92,04% para a silagem de mata pasto pré-emurchecido. Esse resultado foi devido principalmente as menores perdas de efluentes e gases, observados anteriormente na tabela 1.

O benefício dos aditivos na RMS pode ser comprovado pela redução de perdas nas formas de gases e de efluentes como observados anteriormente. Rodrigues et al., (2020), observaram resultado semelhante da RMS (91,91%) quando avaliaram a silagem de milho com inclusão de leucena.

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para o valor de pH quanto as formas de silagem avaliadas. A silagem de capim tanzânia *in natura* apresentou maior pH, sendo verificado o valor de 5,24, respectivamente. Gramíneas forrageiras tropicais apresentam elevado teor de umidade o que frequentemente está associado à elevado poder tampão, o que torna o meio resistente à variação do pH (LIMA JÚNIOR et al., 2014).

A silagem de mata pasto *in natura* apresentou menor pH (4,15), verificando-se aumento para 4,28 da silagem de mata pasto pré-emurhecido (Tabela 1). O emurhecimento de forragens úmidas exerce efeito de concentração de substrato, que, juntamente com o potencial osmótico, dificulta o desenvolvimento de bactérias indesejáveis, principalmente clostrídios; o que permite a dominância de bactérias homofermentativas lácticas, possibilitando um rápido declínio do pH e menor extensão da fermentação (Woolford, 1984). Nesse sentido, a prática de emurhecimento beneficiou o processo fermentativo das silagens, reduzindo a capacidade tamponante quando comparado à silagem de capim tanzânia *in natura*.

Possenti et al., (2010), ao avaliarem o efeito de emurhecimento em silagem de *Arachis pintoi*, verificaram menor valor de pH (4,69) da leguminosa emurhecida e maior valor (5,33) quanto a forma *in natura*. Segundo os autores supracitados, provavelmente isso ocorreu devido a intensa proteólise do material com maior teor de umidade.

Segundo McDonald et al., (1991), há uma faixa de conservação de silagem com base nos valores de pH, sendo essa faixa de 3,8 a 4,2. As silagens da leguminosa nas suas formas *in natura* e pré-emurhecida apresentaram bons valores de pH, suficientes para preservar a qualidade da silagem.

Silva et al., (2018), avaliando silagens mistas de capim-marandu e estilante campo grande, verificaram redução nos valores de pH com a inclusão da leguminosa. Segundo os autores, a inclusão da leguminosa na ensilagem de gramíneas tropicais não

alterou os teores de ácido lático, acético e propiônico, responsáveis pela redução do pH da silagem.

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para o nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ) entre as formas de silagens avaliadas. O maior valor de 2,06% observado foi para a silagem de mata pasto pré-emurchecido (Tabela 1). As médias de  $N-NH_3$  encontradas com o presente estudo são bem inferiores a 10%, sendo este valor considerado por Mc Donald (1991) de excelente qualidade visto que este fato indica reduzida proteólise da proteína bruta.

O tempo de ensilagem, presença de oxigênio, pH e conteúdo de matéria seca constituem os principais fatores que influenciam a proteólise e conseqüentemente os teores de nitrogênio amoniacal na silagem (MCKERSIE, 1985; FIJAKOWSKA et al., 2015).

O teor de  $N-NH_3$  em comparação ao nitrogênio total, é um dos parâmetros que designa a qualidade do processo fermentativo, sendo que uma das principais alterações na ensilagem é o aumento do nitrogênio, que é afetado pela ação de microorganismos, principalmente, clostrídeos proteolíticos (MCGECHAN, 1989; AMARAL et al., 2007).

Pereira, (2017), avaliando a silagem de sorgo com inclusão de diferentes níveis de feno de leucena, verificou valor de 10,85% de  $N-NH_3$  até o nível de 30% de inclusão da leguminosa, tendo este valor dentro do aceitável para uma adequada fermentação e baixa degradação da proteína.

Não foi verificado efeito significativo ( $P > 0,05$ ) para a variável carboidratos solúvel (CS), representado na tabela 1. O maior valor observado de CS de 0,81% foi na silagem de mata pasto *in natura*. Em geral, plantas leguminosas e capins apresentam reduzidos teores de carboidratos solúveis, uma vez que esse influencia diretamente no perfil fermentativo do material ensilado (PINHO et al., 2016), dificultando o decréscimo do pH, favorecendo assim fermentações secundárias e indesejáveis devido a ação de bactérias butíricas, que irão diminuir o lactato produzido e açúcares residuais (McDONALD, 1981).

As variáveis perdas por gases (PG) e efluentes (PE) foram influenciadas com o aumento dos níveis de inclusão de feno de mata pasto (Tabela 2), apresentando comportamento linear decrescente. As PG e PE reduziram 0,009% da MS e 2,63 kg/t

MV, para cada 1% de inclusão de feno de mata pasto na ensilagem, respectivamente. As perdas no processo de ensilagem ocorrem pela redução da matéria seca, e isso se dá principalmente pelo consumo de carboidratos solúveis (CS), via processo respiratório da planta, de microrganismos aeróbicos ou pelo processo fermentativo (BEZERRA et al., 2016).

A inclusão de feno de mata pasto proporcionou efeito quadrático da RMS, onde a maior recuperação (90,67%) foi obtida com 25,5% de inclusão de feno de mata pasto. Monteiro et al., (2005), relataram elevação na RMS de silagem de capim mombaça utilizando farelo de trigo como aditivo absorvente de umidade, observando recuperação média de até 98,2%.

Para a variável pH, foi verificado efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) conforme adição do feno da leguminosa. Observaram-se dois comportamentos distintos, no primeiro há redução até o nível de 10% de feno de mata pasto na silagem, provavelmente, devido ao aumento no teor de matéria seca com a inclusão de feno da leguminosa compensou a baixa relação CS/ poder tampão, ocorrendo assim a redução do pH. No segundo momento, há aumento no pH, o que pode ser justificado, segundo McDonald (1981), cerca de 80% da resistência ao declínio do pH em forragens com alta capacidade tampão se deve à presença de ácidos orgânicos como os ácidos cítrico, málico, fosfórico e glicérico (Lima Junior, et al., 2014), enquanto apenas 20% são atribuídos ao alto teor de proteína, independentemente da alta concentração de cátions como cálcio, potássio e magnésio (COSTA, et al., 2019). Embora houve aumento no teor de MS da silagem os teores de CS reduziram drasticamente com o aumento da inclusão de feno de mata pasto, reduzindo ainda mais a relação CS/ poder tampão, resultando no aumento do pH.

No presente trabalho, o menor pH (5,10) foi obtido com 14,17% de inclusão de feno de mata pasto, segundo a equação de regressão (Tabela 2). O valor de pH é um importante fator no julgamento da qualidade do processo fermentativo das silagens (Jobim et al., 2007), no entanto, em silagens com alto teor de MS, o pH tem uma menor importância, podendo-se obter silagens de boa qualidade, mesmo com valores de pH mais altos (VAN SOEST, 1994).

**Tabela 2** – Perdas e perfil fermentativos da silagem de capim tanzânia com níveis de adição de feno de mata pasto

Variável	Níveis de feno de Mata Pasto				EPM <sup>1</sup>	Equação	R <sup>2</sup>	p-valor	
	0	10	20	30				Lin	Quad
PG <sup>2</sup>	9,55	8,87	9,76	8,92	0,17	$\hat{Y} = 9,38 - 0,009x$	0,03	0,5474	0,9369
PE <sup>3</sup>	95,42	23,03	16,90	4,30	9,21	$\hat{Y} = 72,89 - 2,63x$	0,68	<0,0001	0,0021
RMS <sup>4</sup>	81,06	88,98	88,50	90,67	0,99	$\hat{Y} = 81,62 + 0,714x - 0,014x^2$	0,69	<0,0001	0,0063
pH <sup>5</sup>	5,24	5,10	5,16	5,27	0,02	$\hat{Y} = 5,23 - 0,017x + 0,0006x^2$	0,08	0,3096	0,0005
N-NH <sub>3</sub> <sup>6</sup>	1,81	1,75	1,31	1,13	0,08	$\hat{Y} = 1,88 - 0,025x$	0,71	<0,0001	0,5489
CS <sup>7</sup>	0,56	0,50	0,26	0,23	0,06	$\hat{Y} = 0,58 - 0,013x$	0,60	0,0086	0,8457

<sup>1</sup>EPM: erro padrão da média; <sup>2</sup>PG: perdas por gases (%); <sup>3</sup>PE: perdas por efluentes (kg/t MV); <sup>4</sup>RMS: recuperação da matéria seca (%); <sup>5</sup>pH: potencial hidrogeniônico; <sup>6</sup>N-NH<sub>3</sub>: nitrogênio amoniacal (%); <sup>7</sup>CS: carboidratos solúveis

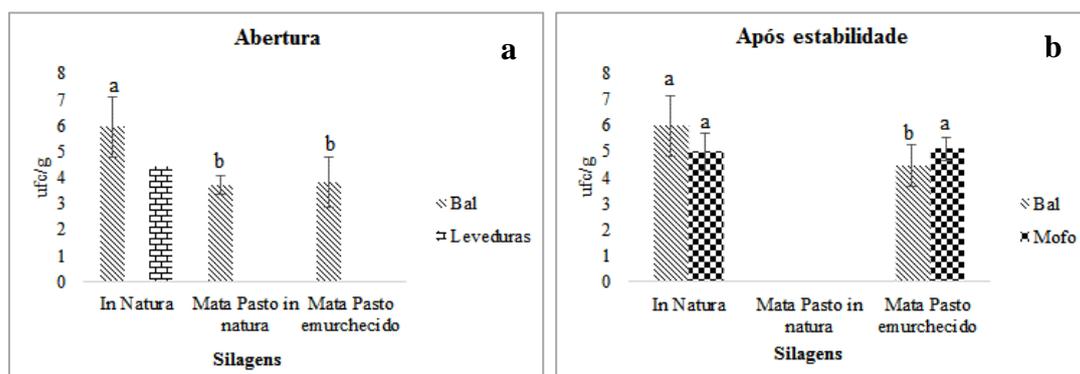
Os valores de N-NH<sub>3</sub> (Tabela 2), sofreram influência da inclusão de feno de mata pasto (P<0,05), essa variável apresentou comportamento linear decrescente com valores variando de 1,81% para o tratamento somente com capim tanzânia e 1,13% para o tratamento com 30% de inclusão de feno de mata pasto. De acordo com a equação, para cada 1% de inclusão de feno de mata pasto, o N-NH<sub>3</sub> reduziu 0,025%. Segundo Woolford (1984), quando a forragem é cortada a proteólise se inicia e continua durante a ensilagem, tendo sua extensão dependente da rapidez com que as condições ácidas sejam estabelecidas. Nesse contexto, explica-se a ação do aditivo nos teores de N-NH<sub>3</sub> da silagem, já que eles agem sobre os valores de pH, sendo que este foi suficientemente baixo para reduzir a atividade proteolítica. Ávila et al., (2003), verificaram que o pH (4,05) não foi suficientemente baixo para inibir a atividade proteolítica mesmo com utilização de aditivos, quando avaliaram os teores de nitrogênio amoniacal em silagens de capim tanzânia com diferentes aditivos.

A porcentagem de carboidratos solúveis (CS) reduziram linearmente (P<0,05) em função da inclusão de feno na silagem, apresentando comportamento linear decrescente com o aumento nos níveis de feno. Foi verificado que para cada 1% de inclusão de feno o teor de CS reduziu 0,013%, variando de 0,56% a 0,23% para as silagens com 0 e 30% de inclusão de feno de mata pasto, respectivamente. Estes valores estão abaixo da meta (4 a 6%), considerando silagens de gramíneas e leguminosas (MAHANNA, 1994).

Houve diferença significativas ( $P < 0,05$ ) na população de bactérias ácido-láticas (BAL) quanto as formas de silagens, no momento de abertura dos silos e após estabilidade aeróbia. A silagem de capim tanzânia *in natura* apresentou maiores quantidades (5,94 ufc/g e 5,95 ufc/g) de BAL em relação as demais formas de silagens (Figuras 2a e 2b). A presença de bactérias ácido-láticas é extremamente necessária em silagem, visto que promovem fermentações desejáveis, principalmente, as homofermentativas como a espécie *Lactobacillus plantarum*, principal espécie em diversas culturas e, predominantes em capim mombaça (SANTOS et al., 2006; PINHO et al., 2016).

Zanine et al., (2007) ao estudarem as populações microbianas e os componentes nutricionais nos órgãos do capim tanzânia antes e após a ensilagem, verificaram quantidade de BAL superior (7,40 log ufc/g) à encontrada neste estudo (5,95 ufc/g).

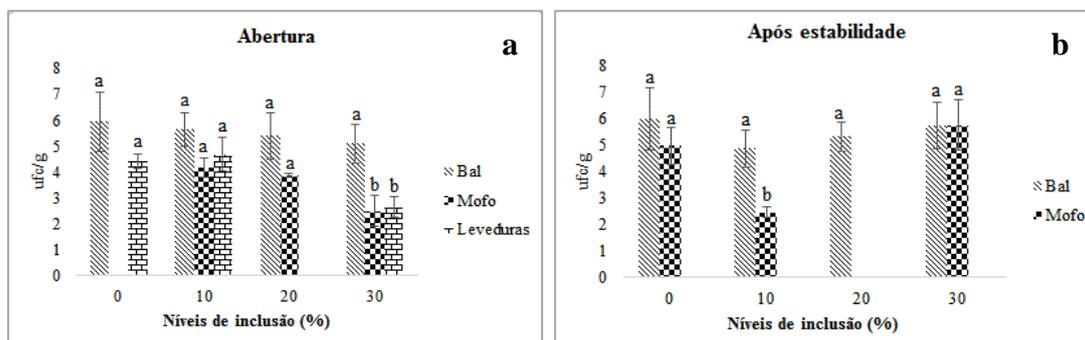
Contudo, foi verificado população de leveduras (4,4 ufc/g) na silagem *in natura* do capim tanzânia (Figura 2a). As leveduras estão relacionadas com a instabilidade das silagens e o desenvolvimento destes microorganismos resulta na deterioração das silagens após abertura dos silos. Por ocasião da abertura do silo, e a exposição de elevadas concentrações de  $O_2$ , esses microorganismos iniciam a quebra da estabilidade das silagens, principalmente pela utilização do lactato presente no meio (PINHO et al., 2016). Os mesmos autores ressaltam que o consumo de lactato resulta em aumento do pH, fato que foi registrado nesta pesquisa, onde se observou o maior valor de pH de 5,24 da silagem de capim tanzânia *in natura* (Tabela 1).



**Figuras 2.** População de bactérias ácido láticas (BAL), mofos e leveduras nas formas de silagem de capim tanzânia *in natura*, mata pasto *in natura* e mata pasto pré-emurchecido no momento da abertura do silo (a) e após estabilidade aeróbia (b)

Após estabilidade, observou-se populações de mofos nas formas de silagens à excessão da silagem de mata pasto *in natura* (Figura 2b). Mofos são fungos filamentosos que utilizam O<sub>2</sub> remanescente entre as partículas das plantas e normalmente atingem seu valor máximo logo no primeiro dia de fermentação (McDONALD, 1981; PINHO et al., 2016). Segundo os autores supracitados, estes microrganismos produzem grande quantidade de esporos que são ativados quando a silagem é exposta ao ar, na ocorrência da abertura dos silos, fato esse observado com o presente estudo.

Não houve diferença significativas ( $P>0,05$ ) na quantidade de BAL nas silagens com níveis de inclusão de feno de mata pasto, no momento de abertura dos silos e após estabilidade aeróbia (Figura 3a e 3b). No entanto, houve diferença ( $P<0,05$ ) significativa nas populações de mofo e leveduras no momento de abertura dos silos, sendo verificado populações desses microrganismos em todas as silagens com inclusão de feno (Figura 3a). Provavelmente, o desenvolvimento desses microrganismos foi devido ao elevado pH, com médias de 5,24; 5,10; 5,16; 5,27 para as silagens com 0; 10; 20 e 30% de inclusão de feno de mata pasto, respectivamente (Tabela 2). Mofos e leveduras se desenvolvem melhor sob pH elevados, atuando na faixa de 5-6, respectivamente (MUCK, 2010).



**Figuras 3.** População de bactérias ácido láticas (BAL), mofos e leveduras na silagem de capim tanzânia com níveis de inclusão de feno de mata pasto no momento da abertura do silo (a) e após estabilidade aeróbia (b)

Houve diferença significativa ( $P<0,05$ ) nas populações de mofos nas silagens com níveis de inclusão de feno da leguminosa, após estabilidade aeróbia (Figura 3b). A quantidade de mofos no nível de 10% de inclusão de feno reduziu de 4,16 ufc/g no momento de abertura do silo para 2,45 ufc/g após estabilidade aeróbia. No entanto, a

quantidade desses microorganismos aumentaram após estabilidade, apresentando as quantidades de 4,95 ufc/g e 5,73 ufc/g nos níveis de 0 e 30% de inclusão de feno, respectivamente. Isso ocorreu devido a elevada oxigenação após abertura dos silos que gerou estímulo para o crescimento desses microorganismos, visto que crescem melhor sob condições aeróbias e temperatura ideal na faixa de 25 a 35°C (McDonald et al., 1991; Ruiz, 1992).

A presença de fungos é extremamente indesejada em silagem, pois além de causar perdas durante a ensilagem e após a abertura dos silos, produzem micotoxinas que podem causar danos à saúde animal (PINHO et al., 2016).

A ausência de leveduras após estabilidade aeróbia, possivelmente se deve a maior produção de ácido acético em decorrência do processo heterofermentativo, onde as BAL heterofermentativas produzem elevadas concentrações de ácido acético que inibem os fungos (HOLZER et al., 2003; FILYA e SUCU, 2010; QUEIROZ et al., 2013; SILVA, 2017). A ação dessas bactérias também resultam em produtos finais como etanol e CO<sub>2</sub>, sendo que sua ação resulta geralmente num baixo declínio do pH (SILVA, 2017), fato observado na tabela 2.

De acordo com Pinho et al., (2016), silagens de capim e leguminosas são mais estáveis, devido à pequena quantidade de substrato para o desenvolvimento de leveduras após a abertura dos silos.

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) no teor de matéria seca (MS) entre as formas de silagens avaliada (Tabela 3). A silagem de capim tanzânia *in natura* apresentou menor média, sendo de 18,93%, respectivamente. Tal resultado já era esperado, tendo em vista que gramíneas tropicais apresentam baixos teores de MS.

As silagens de mata pasto nas formas *in natura* e pré-emurhecido obtiveram maiores teores de MS, sendo de 30,85% e 41,54%, respectivamente. Esses altos teores estão relacionados com a idade de coleta da leguminosa que foi de 140 dias, o que justifica a elevação no teor de MS das silagens, já que a produção de matéria seca tende a elevar-se com o aumento da idade da planta (VIEIRA et al., 1980).

Alves et al., (2014), ao avaliarem a composição bromatológica do feno de mata pasto com 30, 60, 90 e 120 dias de idade, verificaram elevação no teor de MS de 14,14%; 20,84%; 24,22% e 27,72%, respectivamente.

De acordo com Ruiz e Ruiz, (1990), para obter boa fermentação na silagem o teor de MS deve está entre 25 a 35%. No presente estudo, apenas a silagem do mata pasto *in natura* obteve valor dentro dessa classificação. Entretanto, o teor de MS isolado não é determinante para a avaliação exata da qualidade fermentativa da silagem, sendo importante associar aos níveis de pH que, como observado obteve-se à nível adequado (Tabela 1).

**Tabela 3** – Composição química-bromatológica quanto as formas de silagem de capim tanzânia e mata pasto

Variável (%)	Silagem			EPM <sup>4</sup>	p-valor
	<i>In natura</i> <sup>1</sup>	MP <i>in natura</i> <sup>2</sup>	MPP-E <sup>3</sup>		
MS	18,93c	30,85b	41,54a	2,79	<0,0001
MM	7,93a	6,60b	6,00b	0,28	0,0025
EE	3,07a	2,14b	2,26b	0,15	0,0003
PB	16,31b	17,83b	21,08a	0,68	<0,0001
FDN	67,92a	47,49b	46,88b	3,00	<0,0001
FDA	40,78a	29,75b	29,77b	1,61	<0,0001
CT	72,54a	73,79a	71,27ab	0,47	0,0588
CNF	5,53c	27,06a	22,14b	3,19	<0,0001

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>1</sup>*In natura* – capim tanzânia *in natura*; <sup>2</sup>MP *in natura* – mata pasto *in natura*; <sup>3</sup>MPP-E – mata pasto pré-emurchecido; <sup>4</sup>EPM: erro padrão da média; MS: matéria seca; MM: matéria mineral; EE: extrato etéreo; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos

Ressalta-se ainda que o maior valor de MS observado na silagem de mata pasto pré-emurchecido, foi devido ao efeito do processo de emurchecimento ocorrido na leguminosa, tendo em vista que o devido processo possibilita aumentar o teor de matéria seca do material antes da ensilagem.

O teor de matéria mineral (MM) diferiu (P<0,05) quantos as formas de silagens avaliadas, verificando-se maior média (7,93%) para a silagem *in natura* do capim tanzânia. Loures et al., (2005), avaliando a composição química da silagem de capim tanzânia sem emurchecimento, verificaram média de 10,7% de MM.

Igarasi, (2002), avaliando o valor nutritivo da silagem de capim tanzânia colhido durante o inverno e com umidade original (sem emurchecimento), verificou teor de 12,7% de MM, acima ao encontrado com o presente trabalho.

Observou-se menores médias de MM para as silagens de mata pasto *in natura* (6,60%) e mata pasto pré-emurchecido (6,00%) (Tabela 3). Os baixos teores de MM observados nas silagens da leguminosa, provavelmente se devem ao fósforo e cálcio, que decrescem de acordo com a idade da colheita da planta. Nascimento et al., (2000), ao avaliar o valor nutritivo do mata pasto em diferentes idades, verificaram decréscimo da concentração de fósforo, com médias variando de 0,28% ao início do crescimento a 0,14% aos 195 dias e, cálcio inferior a 1% a partir dos 150 dias de idade. Ressalta-se que no presente trabalho, o mata pasto foi coletado com 140 dias de idade, o que pode justificar tal decréscimo nas silagens.

Houve diferença significativa nos teores de extrato etéreo ( $P < 0,05$ ), sendo verificado maior média (3,07%) para silagem *in natura* da gramínea e menores médias para as silagens da leguminosa nas formas *in natura* (2,14%) e pré-emurchecida (2,26%), respectivamente. Esses valores são considerados baixos, no entanto, isso não impediu que as bactérias lácticas atuassem no interior do silo, fermentando e acidificando o meio. Igarasi, (2002), observou valor de extrato etéreo de 1,6% na silagem de capim tanzânia, valor este baixo ao encontrado neste trabalho.

Nascimento et al., (2000), analisando o valor nutritivo do mata pasto em diferentes idades, verificaram que não houve variação nos teores de EE de 2,02 a 2,28%, do 15º ao 195º dia do seu ciclo. Fernandes et al., (2018), ao avaliarem a composição do feno de mata pasto para rações de frando de corte, verificaram teor de 2,74% de EE, respectivamente. Os baixos valores de EE encontrados da leguminosa podem justificar os baixos valores encontrados nas formas de silagens do mata pasto (Tabela 3).

Diferença significativa foi observada nos teores de proteína bruta nas formas de silagens ( $P < 0,05$ ), sendo verificado maior teor para a silagem de mata pasto pré-emurchecido (21,08%). Tal fato pode ser justificado pelo emurchecimento ocorrido no material, já que o devido processo promove maior concentrações de substratos fermentáveis (LIMA JÚNIOR et al., 2014). Além disso, no processo de fermentação, uma pequena parte da proteína é degradada em nitrogênio não proteico, sendo que esta degradação pode ser potencializada quando uma cultura com baixos teores de MS, CHOs e alto poder tampão é ensilada (PEREIRA et al., 2014). Provavelmente, devido

ao alto teor de MS da silagem de mata pasto pré-emurcheado (41,54%) garantiu mínima proteólise, não afetando assim o teor de proteína bruta.

O teor de proteína bruta da silagem *in natura* do capim tanzânia apresentou-se alto, com média de 16,31%, respectivamente. Esse resultado se deu provavelmente, devido à intensificação da adubação nitrogenada utilizada que foi de 100 kg/ha de N, visto que esta pode alterar o teor de proteína das plantas. Ademais, o alto valor proteico na silagem se deve à reduzida proteólise ocorrida no material, fato esse comprovado pelo valor de N-NH<sub>3</sub> na silagem do capim tanzânia *in natura* (Tabela 1).

Quanto ao teor de FDN, foi observado diferença significativa ( $P < 0,05$ ), sendo observados maior média para a silagem de capim tanzânia (67,92%) e menores médias para as silagens do mata pasto, tanto *in natura* (47,29%) como pré-emurcheado (46,88%) (Tabela 3). De forma semelhante, as médias observadas de FDA foi maior na silagem da gramínea e menores médias foram para as silagens do mata pasto *in natura* (29,75%) e mata pasto pré-emurcheado (29,77%), respectivamente. Em geral, os teores de FDN e FDA das leguminosas são mais baixos do que das gramíneas (CRUZ et al., 2001; PEREIRA, 2017), o que justifica os resultados observados no presente estudo.

De acordo com Van Soest, (1994), os teores de FDN e FDA são indicativos da quantidade e qualidade da fibra em forragem, sendo que altos teores de FDN limita o consumo de matéria seca de forragem pelos ruminantes devido as baixas taxas de degradação, e menores teores de FDA é um bom indicador da melhoria do valor nutritivo da silagem (RODRIGUES et al., 2020).

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para o teor de carboidratos totais (CT) entre as formas de silagens (Tabela 3). A silagem de mata pasto pré-emurcheado obteve menor teor de CT, sendo de 71,27%, respectivamente. Os carboidratos totais englobam os carboidratos fibrosos que são pertencentes a parede celular insolúvel em FDN (celulose e hemicelulose), e são calculados com base nos teores de PB, MM e EE. Com base nisso, o teor de CT foi diretamente influenciado pelo alto teor da proteína, como observado na tabela 3.

Em relação aos teores de carboidratos não fibrosos (CNF), os mesmos foram influenciados significativamente ( $P < 0,05$ ) pelas formas de silagem avaliada (Tabela 3). O menor teor verificado foi da silagem *in natura* do capim tanzânia, sendo de 5,53%,

respectivamente, o que pode estar associado ao baixo teor de CNF em gramíneas tropicais. Ademais, provavelmente o baixo teor de CNF se deve a uma maior solubilização dos componentes fibrosos durante a fermentação, ocorrendo assim maior liberação de açúcares, amido e pectina.

Os CNF são todos os carboidratos solúveis em solução de detergente neutro (açúcar, amido e pectina); compreendem carboidratos que fazem parte da parede celular e que não se enquadram como fibra, pois são quase que totalmente digeridos e não ocupam espaço no rúmen (VAN SOEST, 1994; HALL, 2003).

O teor de matéria seca (MS) da silagem aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ) em função da inclusão do feno de mata pasto, com médias de 18,92%; 24,27%; 29,40%; 36,54% para as silagens com 0; 10; 20 e 30% de inclusão de feno de mata pasto, respectivamente (Tabela 4). O efeito linear pode ser explicado pelo maior teor de matéria seca do feno, com aumento de 0,58% para cada 1% de inclusão de feno de mata pasto.

Segundo Tomich et al., (2003), silagens que são classificadas de boa qualidade devem ter de 25 a 35% de MS. No presente estudo, apenas o tratamento com inclusão de 20% obteve valor (29,40%) dentro dessa classificação. Tal resultado corrobora com o encontrado por Pacheco et al., (2013), no qual avaliaram os efeitos da inclusão de feno de gliricídia na ensilagem de capim-elefante, observaram valor médio de 29,40% de MS para o nível de 20% de inclusão da leguminosa.

Embora os tratamentos com inclusão de 10% e 30% obtiveram valores de MS fora desta classificação, sendo de 24,27% e 36,54%, respectivamente, ainda estão dentro do aceitável para uma silagem de boa qualidade.

**Tabela 4** – Composição química-bromatológica da silagem de capim tanzânia com níveis de adição de feno de mata pasto

Variável (%)	Níveis de feno de Mata Pasto				<sup>1</sup> EPM	Equação	R <sup>2</sup>	p-valor	
	0	10	20	30				Lin	Quad
MS	18,92	24,27	29,40	36,54	1,69	$\hat{Y} = 18,59 + 0,58x$	0,97	<0,0001	0,1356
MM	7,93	7,67	7,12	6,81	0,15	$\hat{Y} = 7,97 - 0,039x$	0,50	0,0020	0,9225
EE	3,07	2,58	2,24	2,05	0,12	$\hat{Y} = 2,99 - 0,034x$	0,93	<0,0001	0,0093
PB	16,31	16,12	16,82	17,22	0,13	$\hat{Y} = 16,19 + 0,031x$	0,65	0,0015	0,1277
FDN	67,92	66,75	64,29	63,36	0,64	$\hat{Y} = 67,98 - 0,162x$	0,62	0,0009	0,8519
FDA	41,37	40,79	39,57	39,24	0,38	$\hat{Y} = 41,23 - 0,085x$	0,65	0,0026	0,1131
CT	72,54	73,72	74,38	75,05	0,35	$\hat{Y} = 72,65 + 0,084x$	0,66	0,0025	0,6353
CNF	5,53	6,72	10,09	19,52	1,95	$\hat{Y} = 4,50 + 0,392x$	0,53	0,0109	0,1496

<sup>1</sup>EPM: Erro padrão da média; MS: matéria seca; MM: matéria mineral; EE: extrato etéreo; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos

O teor de MM decresceu com o aumento dos níveis de inclusão de feno de mata pasto ( $P < 0,05$ ), variando de 7,93% a 6,81% para as silagens com 0 e 30% de inclusão de feno da leguminosa, respectivamente (Tabela 4). Provavelmente, conforme houve aumento da participação de feno da leguminosa, que possui menor teor de MM, como observado na tabela 3, promoveu diminuição na porcentagem de MM nos tratamentos com inclusões.

Houve efeito linear decrescente para o teor de extrato etéreo ( $P < 0,05$ ) com o aumento da adição de feno de mata pasto, sendo que a cada 1% incluído nas silagens, obteve redução de 0,34% no teor de EE. Fato que pode ser explicado pelo menor teor de EE do leguminosa em relação ao capim, como observado na tabela 3. Os teores de EE variaram de 3,07% (0% de feno) a 2,05% (30% de feno). Segundo Van Soest (1994), o teor de extrato etéreo não pode ultrapassar o valor de 8% na alimentação de ruminantes, pois acima desse valor pode ocorrer limitação no consumo de matéria seca pelo animal.

Pacheco et al., (2013), obtiveram respostas linear crescente ao adicionar feno de gliricídia na silagem de capim-elefante, com valores variando de 3% para silagem somente de capim e 8,26% para silagem com 40% de feno.

Observou-se comportamento linear crescente ( $P < 0,05$ ) para o teor de proteína bruta (PB) com o aumento dos níveis de feno de mata pasto, variando de 16,82 a

17,22% para adição de 20 e 30%, respectivamente, representando aumento de 0,31% na PB para cada 1% de inclusão (Tabela 4). O menor nível de adição de feno de mata pasto (10%) não foi suficiente para alterar o teor de PB da silagem, no entanto, observa-se que a partir do nível de 20% de inclusão obteve-se elevação no teor de PB, o que pode ser explicado pelo elevado teor de PB contido no feno de mata pasto, como observado na tabela 3. Vale ressaltar que a proetina bruta é o ingrediente mais oneroso da dieta, sendo importante o uso de volumoso com maiores concentrações proteicas.

Pereira, (2017), avaliando a silagem de sorgo com adição de 0%; 15%; 30% e 45% de feno de leucena, observou valores médios de PB de 6,23%; 10,44%; 14,03%; 17,61%, respectivamente.

Costa et al., (2019), ao avaliarem a composição nutricional da silagem de sorgo ponta negra aditivada com forragem de leucena desidratada, verificaram teores de proteína bruta de 10,59%; 12,40%; 12,93% e 12,86% para os níveis de 0; 10; 20 e 30% de inclusão de leucena desidratada, estes valores estão abaixo dos observados com o presente trabalho.

Foi observado efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) para os teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido das silagens (Tabela 4), observando-se valores mínimos de 63,36% e 39,24% no teor de FDN e FDA, respectivamente, para o nível de 30% de inclusão de feno nas silagens. Como já mencionado, as leguminosas possuem baixos teores de FDN e FDA quando comparado as gramíneas, assim, as reduções aqui observadas se devem ao fato de que conforme se elevou a participação de feno da leguminosa, houveram reduções nas porcentagens de FDN e FDA das silagens aditivadas.

O teor de carboidratos totais (CT) cresceu com o aumento dos níveis de inclusão de feno de mata pasto ( $P < 0,05$ ), variando de 72,54% a 75,05% para as silagens com 0 e 30% de inclusão da leguminosa, respectivamente. Para cada 1% de inclusão verificou-se aumento de 0,84% de carboidratos totais.

Os teores de MM e EE reduziram conforme se aumentou os níveis de feno nas silagens (Tabela 4), isso justifica o aumento do teor de carboidatos totais aqui observado. Rodrigues et al., (2020), observaram aumento no teor de CT de 78,62% para

83,57% das silagens com milho puro e com 30% de inclusão de feno de gliricídia, respectivamente.

O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ) com a inclusão do feno de mata pasto (Tabela 4). A porcentagem variou de 5,53% para a silagem somente de capim tanzânia e 19,52% para a silagem com 30% de inclusão do feno, respectivamente, representando aumento de 0,39% no teor de CNF para cada 1% de inclusão. Silva et al., (2015), afirmam que o teor de CNF não deve ser inferior a 10%, pois pode causar uma diminuição na formação de ácidos orgânicos que são responsáveis pela preservação da silagem. Diante disso, observa-se que somente a partir de 20% de inclusão de feno observa-se valor acima de 10% de carboidratos não fibrosos.

## **6. CONCLUSÃO**

O mata pasto pré-emurhecido originou silagens com adequado perfil fermentativo, microbiológico e nutricional, principalmente pelo elevado teor de proteína bruta.

A inclusão de 30% de feno de mata pasto não prejudica as características fermentativas da silagem, promove bom perfil microbiológico, além de reduzir os conteúdos de FDN e FDA e elevar o teor de PB da massa ensilada, sendo este o nutriente mais oneroso na nutrição de ruminantes.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALVES, G.A.; ALMEIDA, P.N.M.; MOURA, M.M.A. et al., Avaliação bromatológica do feno de mata pasto “senna obtusifolia” em diferentes idades. **Revista Bionorte**, v. 3, n. 2, jul. 2014.
- AMARAL, Rafael Camargo do et al . Características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa , v. 36, n. 3, p. 532-539, June 2007 .
- ÁVILA, Carla Luiza da Silva et al. Perfil de fermentação das silagens de capim-tanzânia com aditivos teores de nitrogênio amoniacal e ph. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 5, p. 1144-1151, 2003.
- BERGAMASCHINE, A.F.; PASSIPIÉRI, M.; FILHO, W.V.V. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurchecida. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 35, n.4, p.1454-1462, 2006.
- BEZERRA, H.F.C. et al. Ensilagens de capim. In: SANTOS, E.M.; PARENTE, H.N.; OLIVEIRA, J.S.; PARENTE, M.O.M (org.). **Ensilagens de Plantas Forrageiras para o Semiárido**. EDUFMA, São Luís, 2016. p. 251-242.
- BOLSEN, K. K.; ASHBELL, G. WEINBERG, Z. G. Silage fermentation and silage additives: Review – **Asian - Australasian Journal of Animal Sciences**.,9, p.483-493, 1996.
- CANO, C.C.P.; CECATO, U.; CANTO, M.W.; SANTOS, G.T. et al. Valor nutritivo do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) Pastejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 06, p. 1959-1968, 2004.
- COSTA, C. S.; RODRIGUES, R. C.; ARAÚJO, R. A. et al. Nutritional composition of ‘Ponta Negra’ forage sorghum silage enriched with dried *Leucaena leucocephala* forage. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 40, n. 5, suplemento 1, p. 2397-2406, 2019.
- COSTA, F. O.; Características agronômicas, valor nutritivo e comportamento de pastejo de ovinos em Capim-Tanzânia em função de alturas de resíduo e idades de rebrotação. DISSERTAÇÃO (Mestrado), Universidade Federal do Maranhão. 2016.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.S.; FERREIRA, J.J. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 544p.2001.

DO NASCIMENTO, H.T.S.; NASCIMENTO, M.P.S.C.B; RIBEIRO, V.Q. Valor nutritivo do mata-pasto (Senna obtusifolia (L.) Irwin & Barneby) em diferentes idades. In: **Embrapa Meio-Norte-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUCAO ANIMAL, 2., 2000, Teresina, PI. Resumos... Teresina: SNPA, 2000. p. 130-131., 2000.

FILHO, J.M.A. Curva de desidratação e degradação *in situ* do feno de Forrageiras nativas da Caatinga Cearense. Dissertação (**Mestrado**). Universidade Federal do Ceará, 2008.

FILYA, I. E SUCU, E., 2010. The effects of lactic acid bacteria on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. **Grass and forage Science**, 65: 446-455.

HOLZER, M., MAYRHUBER, E., HERBERT, D. E BRAUN, R., 2003. The role of Lactobacillus buchnerion forage preservation. **TRENDS in Biotechnology** 21:282-287.

IGARASI, Mauricio Scoton. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (Panicum maximum Jacq. cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano**. 2002. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

JOBIM, C.C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p.101-110, 2007.

KUNG JR., L. Side effects of microbial inoculants on silage fermentation In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION, 1., 2009, São Pedro. **Proceedings [...]**. Piracicaba: FEALQ, p.7-26, 2009.

MAHANNA, B. Proper management assures high-quality silage, grains. **Feedstuffs**, p. 12-56.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley & Sons, Ltd., 1981. 226 p.

McDONALD, P; HENDERSON, A.R; HERON, S. **The Biochemistry of Silage**. 2ed. Marlow: Chalcombe Publicatins, p. 340, 1991.

McGECHAN, M.B. A review of losses arising during conservation of grass forage: storage losses. **Journal Agricultural Engineering Research**, v.45, p.1-30, 1989.

MONTEIRO, T. A. et al. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas por gases, efluentes e recuperação da matéria seca na silagem de capim-mombaça. In: JORNADA DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO, 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRRJ, 2005.

MUCK, R. Inoculant of silage and its effects on silage quality. **In: Informational Conference Dairy Forage Industries US Dairy Forage Research**, Madison, WI. p. 43-52, 1996.

NASCIMENTO, M.do P.S.C.B.do; NASCIMENTO, H.T.S.do; OLIVEIRA, E.de, et al. Análise do crescimento e do valor forrageiro de mata-pasto para a produção de feno. **Rev. Caatinga** (Mossoró, Brasil), v.19, n.3, p.215-220, julho/setembro 2006.

NEGRÃO, F. M. SILVA, E.A. Co-produtos na silagem de gramíneas tropicais. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 8, p. 163-171, 2011.1.

NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F.; NUSSIO, C.M.B. Ensilagem de capins tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002. Recife. **Anais [...]** Recife, p.60-99, 2002.

OHMOMO, S.; TANAKA, O.; KITAMOTO, H.K.; CAI, Y. Silage and microbial performance, old history but new problem. **JARQ**. v36 (2), p. 59-71, 2002. <http://www.jircas.affrc.go.jp>

PACHECO, F. W.; CARNEIRO, M. S. S.; EDVAN, R.L.; ARRUDA, P. C. L.; CARMO, A. B.R. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Shum) com feno de gliricídia (*Gliricidia sepium*(Jacq.) Walp). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 8, n. 2, p. 240 - 246, 2013.

PACHECO, F. W.; 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 (*Pennisetum purpureum schum.*) com níveis crescentes de feno de gliricídia (*Gliricidia sepium*). **Acta Veterinaria Brasilica**, v.8, n.3, p.155-162, 2014.

PAULINO, V.T.; JÚNIOR, E.F.; POSSENTI, R.A. et al.: Silagem DE AMENDOIM FORRAGEIRO (*Arachis pintoi*) cv. BELMONTE) COM DIFERENTES ADITIVOS. **Boletim de Indústria Animal**. N. Odessa, v.66, n.1, p.33-43, Jan. Mar., 2009.

PEREIRA, B. G.; Características fermentativas e nutricionais da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor (L.) Moench*) com diferentes níveis de feno de leucena (*Leucaena leucocephala*). Dissertação (**Mestrado**). Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical, 2017.

PEREIRA, J. A.; AZEVEDO, A. R.; SALES, R. O.; PIMENTEL, J. C. M.; AZEVEDO, A.; Composição química da silagem de Capim Elefante cv. Napier (*pennisetum purpureum, schum*) com diferentes níveis de Leucena cv. Cunningham (*Leucaena leucocephala (lam) de wit*). **Revista Científica de Produção Animal**., v.1, n.2, p. 191-204, 1999.

PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C.; TOMICH, T.R.; BORGES, I.; RODRIGUES, N.M. Silos experimentais para avaliação da silagem de três genótipos de girassol (*Helianthus annuus L.*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.5, p.690-696, 2005.

PINHO, R. M. A. et al. Microbiologia e o processo de ensilagem. In: SANTOS, E.M.; PARENTE, H.N.; OLIVEIRA, J.S.; PARENTE, M.O.M (org.). **Ensilagens de Plantas Forrageiras para o Semiárido**. EDUFMA, São Luís, 2016. p. 251-242.

POSSENTI, R. A.; FERRARI JÚNIOR, E.; PAULINO, V.; OTSUK, I.; BRÁS, P. Efeito do emurchecimento e da adição de aditivo biológico na degradabilidade in situ e composição físico-química da silagem de *Arachis pintoi* cv Belmonte. **Boletim de Indústria Animal**, v. 67, n. 1, p. 45-56, 13 jan. 2010.

QUEIROZ, O.C.M.; ARRIOLA, K.G.; DANIEL, J.L.P. E ADESOGAN, A.T., 2013. Effects of 8 chemical and bacterial additives on the quality of corn silage. **Journal of Dairy Science**, 96:5836-5843.

RAMMER, C. Manure in grass silage production. Doctoral Thesis. 1996, **Agraria**, 2. Uppsala. Swedish University of Agricultural Sciences.

RIBEIRO, Eden Eduardo Alves et al. Curva de desidratação do mata-pasto para confecção de feno. **Fórum de ensino, pesquisa e extensão e gestão**, set. 2015.

RUIZ, E.M.; RUIZ, A. Metodologias para investigaciones sobre conservación y utilización de ensilagens. In.: INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. **Nutrición de ruminantes**: guia metodológico de cooperación. San José, p. 179-218, 1990.

SANTOS, E. M.; ZANINE, A. M.; OLIVEIRA, J. S. Produção de silagem de gramíneas tropicais. **Colloquium Agrariae**, v.2, n.1, p. 32-45, 2006.

SANTOS, E. M; ZANINE, A. de M. Silagem de gramíneas tropicais. **Colloquium Agrariae**, v. 2, n.1, p. 32-45, 2006.

**SANTOS, E.M.; PARENTE, H.N.; OLIVEIRA, J.S. et al. Ensilagem de Plantas Forrageiras para o Semiárido. Ensilagens de Capins. São Luís: EDUFMA, 2016, p. 229.**

SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; OLIVEIRA, J.S.; Produção de silagem de gramíneas tropicais. **Revista Eletrônica de Veterinária**. vol. VII, n. 7, p. 1-16, Julho, 2006.

SILVA, J. S. D.; RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, O. G.; MANTOVANI, H. C.; CECON, P. R., PEREIRA, R. C.; SILVA, J.L. Nutritive value and fermentation quality of palisade grass and stylo mixed silages. **Animal. Science Journal**, v.89, p.72-80, 2018.

SILVA, Luísa Carolina Bettencourt. **A qualidade das silagens de milho (*Zea mays* L.) e azevém italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) e a sua influência na composição do leite: um caso de estudo**. 2017. Tese de Doutorado. ISA/UL.

SILVA, M. D. A.; CARNEIRO, M. S. DE S.; PINTO, A. P.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, D. S.; COUTILHO, M. J. F.; FONTENELE, R. M. Avaliação da composição químico-bromatológica das silagens de forrageiras lenhosas do semiárido brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, p.571- 578, 2015.

SILVA, Raphael Ramos et al. Métodos de conservação do restolho de abacaxi 'pérola' para alimentação de ruminantes. Dissertação (**Mestrado**). Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, 2018.

SILVA, T.C. et al. Papel da fermentação láctica na produção de silagem. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 1, Ed. 148, Art. 998, 2011.

SOUSA, H.M.H.; BATISTA, A.M.V.; PIMENTA FILHO, E.C. et al. Efeito da idade de corte sobre as características de Senna obtusifolia. **Archivos de Zootecnia**, v.55, n.211, p.285-288, 2006.

TAVARES, V.B.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; FIGUEIREDO, H.C.P. et al. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurchecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. **R. Bras. Zootecnia.**, v.38, n.1, p.40-49, 2009.

TOMICH, T. R.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C.; TOMICH, R. G. P. BORGES, I. **Características Químicas para Avaliação do Processo Fermentativo de Silagens: uma Proposta para Qualificação da Fermentação**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 20p. Documentos / Embrapa Pantanal ISSN 1517-1973.2003.

VAN SOEST, P. **Nutricional ecology of ruminant**. Ithaca. Comstock Publishing, 1994. 476p.

VIEIRA, J.D.; HAAG, H.P.; CORSI, M. and BOSE, M.L.V.. Produção, coeficiente de digestibilidade da matéria seca e concentração de nutrientes em *Panicum maximum* Jacq., em função dos cortes aos 30, 45, 60 e 75 dias de idade. **An. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz** [online]. vol.37, n.1, pp.419-441, 1980.

WEINBERG, Z.G.; MUCK, R.E. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. **FEMS Microbiology Reviews**, v.19, p.53-68, 1996.

WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York: MarcelDekker, 1984. 322p.