

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**EFEITO DA ALTURA DA PLANTA E USO DE ADITIVOS NA  
ENSILAGEM DE CAPIM BRS CAPIAÇU**

**Rafael de Oliveira Lima**

**CAMPO GRANDE, MS  
2022**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

**EFEITO DA ALTURA DA PLANTA E USO DE ADITIVOS NA  
ENSILAGEM DE CAPIM BRS CAPIAÇU**

Effect of plant height and use of additives on BRS Capiaçú silage

**Rafael de Oliveira Lima**

**Orientador: Prof. Dr. Alexandre Menezes Dias**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS  
2022



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



### Certificado de aprovação

RAFAEL DE OLIVEIRA LIMA

**Efeito da altura da planta e uso de aditivos na ensilagem do capim BRS Capiaçú**  
**Effect of plant height and use of additives on BRS Capiaçú silage**

Dissertação apresenta à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

Aprovado em: 31-08-2022

BANCA EXAMINADORA:

---

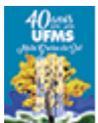
Dr. Alexandre Menezes Dias  
(UFMS) – (Presidente)

---

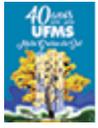
Dr. Elson Martins Coelho  
(UFMS)

---

Dr. Gelson dos Santos Difante  
(UFMS)



Documento assinado eletronicamente por **Gelson dos Santos Difante, Professor do Magisterio Superior**, em 30/09/2022, às 14:46, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alexandre Menezes Dias, Professor do Magisterio Superior**, em 30/09/2022, às 16:15, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elson Martins Coelho, Usuário Externo**, em 04/10/2022, às 14:34, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufms.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3588490** e o código CRC **448B3C51**.

## COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

## **Dedicatória**

Aos meus pais,

Francisco José de Lima e Maria Aparecida de Oliveira Lima por todo o apoio até aqui, vocês me inspiram e sem vocês nada disso seria possível.

A minha amada,

Ester Lays Martins Ribeiro, por seu amor, carinho e companheirismo, te amo meu bem.

As minhas irmãs,

Amanda de Oliveira Lima e Deborah Cassia de Oliveira Lima, pela e força em mim depositada.

A minha avó,

Flaviana Braga de Oliveira, por todas as orações que com certeza serão atendidas e por sua proteção implacável.

A meu sobrinho,

Samuel de Oliveira Lima, minha inspiração, futuro zootecnista, me fez entender o quando uma criança alegre a vida de uma família.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar meus passos, iluminar meu caminho e por todas as bênçãos que já concedeu em minha vida.

A minha família, pelo apoio e incentivo nessa jornada.

A minha namorada, por todo o carinho, incentivo, amor, por sempre estar ao meu lado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alexandre Menezes Dias pela paciência, orientação, por todos os alinhamentos necessários, ensinamentos, conselhos, profissionalismo, amor a profissão e incentivo à pesquisa.

Ao prof. Dr. Luís Carlos Vinhas Ítavo, pelo auxílio e pelo exemplo de profissionalismo.

Aos membros da banca de qualificação, pelo tempo disponibilizado e conhecimento compartilhado na correção deste trabalho.

Ao Grupo de Forragicultura e Pastagens, e a todos os estagiários por toda a ajuda na condução dos experimentos, pelo apoio, amizade e pelos conhecimentos.

Aos funcionários da Fazenda Escola da UFMS, do laboratório de Nutrição Aplicada e Nutrição Animal por todo o auxílio e disponibilidade durante a condução dos experimentos e das análises laboratoriais.

A secretaria do curso de Pós-Graduação em Ciência Animal (UFMS), por todo o suporte.

Aos colegas do curso de mestrado.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e a Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEZ).

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, e a todos os professores por todos os ensinamentos e pela oportunidade.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de Mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

A todos, que contribuíram de alguma forma para a realização desse trabalho.

*“E bem lá no fim de tudo  
Começo de outro lugar  
Será como Deus quiser  
Como o destino mandar.”*

***Almir Sater***

## Resumo

OLIVEIRA, R.L. EFEITO DA ALTURA DA PLANTA E USO DE ADITIVOS NA ENSILAGEM DE CAPIM BRS CAPIAÇU. 2022. 26 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2022.

Objetivou-se avaliar altura da planta e aditivos na ensilagem do *Pennisetum purpureum* Schum cv. BRS Capiaçú. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4, com quatro alturas das plantas (AC): 2 - 2,5 - 3 - 3,5 metros, controle e três aditivos: inoculante homolático, inoculante heterolático e fubá de milho como aditivo absorvente, com seis repetições. Foram utilizados seis microsilos experimentais de PVC para cada tratamento que foram abertos 60 dias após o fechamento do silo, para determinação dos parâmetros de silagem: densidade, recuperação de matéria seca (RMS), perda por efluente (PE), perda por gases (PG) e pH, teor de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB). Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. A escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes lineares e quadráticos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Não foi observada interação entre altura de corte x aditivos ( $p>0,05$ ) para PG e MO. Houve interação entre altura x aditivos ( $p<0,05$ ) para densidade, RMS, PE, pH, MS e PB. A produtividade observada aos 3,5 metros foi de 18,64 t ha<sup>-1</sup> matéria seca, com intervalo entre cortes de 173 dias, semelhante à altura de 3 metros que foi de 18,62 t h<sup>-1</sup> de MS com 108 dias de intervalo entre cortes. O aditivo absorvente e o aumento da altura foram eficazes para reduzir as perdas, o aditivo homolático promoveu os melhores valores para pH 3,34 na altura de 2,5 metros. Recomenda-se o corte do BRS Capiaçú para ensilagem quando a planta atingir 2,5 metros de altura e utilizar aditivo homolático.

**Palavra-chave:** capineira; conservação de forragem; fermentação; manejo de corte.

## Abstract

OLIVEIRA, R.L. EFFECT OF PLANT HEIGHT AND USE OF ADDITIVES ON SILAGE OF BRS CAPIAÇU GRASS. 2022. 26 f. Dissertation (Master in Animal Science) - Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2022.

The objective was to evaluate plant height and additives in the silage of *Pennisetum purpureum* Schum cv. BRS Capiaçú. The experimental design was completely randomized, in a 4x4 factorial scheme, with four plant heights (CA): 2 - 2.5 - 3 - 3.5 meters, control and three additives: homolactic inoculant, heterolactic inoculant and cornmeal as additive. absorbent, with six repetitions. Six experimental PVC microsilos were used for each treatment, which were opened 60 days after the closing of the silo, to determine the silage parameters: density, dry matter recovery (DMR), effluent loss (EL), gas loss (GL) and pH, dry matter (DM), organic matter (OM) and crude protein (CP) content. Data were submitted to analysis of variance and regression. The choice of models was based on the significance of linear and quadratic coefficients, at the level of 5% probability by Tukey's test. No interaction was observed between cutting height x additives ( $p>0.05$ ) for PG and MO. There was an interaction between height x additives ( $p<0.05$ ) for density, RMS, PE, pH, MS and CP. The productivity observed at 3.5 meters was 18.64 t ha<sup>-1</sup> dry matter, with an interval between cuts of 173 days, similar to the height of 3 meters, which was 18.62 t h<sup>-1</sup> of DM with 108 days of interval between polite. The absorbent additive and the height increase were effective to reduce losses, the homolactic additive promoted the best values for pH 3.34 at the height of 2.5 meters. It is recommended to cut the BRS Capiaçú for silage when the plant reaches 2.5 meters in height and use homolactic additive.

**Keyword:** weeding; forage conservation; fermentation; cutting management.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Capim-elefante.....	3
2.2 Silagem de capim .....	4
2.3 <i>Pennisetum Purpureum</i> Schum. cv. BRS Capiaçú.....	4
2.4 Altura da planta .....	6
2.5 Processo fermentativo.....	6
2.6 Aditivos .....	7
2.7 Mecanismo de ação .....	8
2.8 Inoculante homolático .....	8
2.9 Inoculante heterofermentativo .....	9
2.10 Aditivo absorvente.....	9
3. REFERÊNCIAS .....	11
ARTIGO .....	15
Efeito da altura e aditivos na silagem de capim-elefante cv. Brs capiaçu.....	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.</b>	
Introdução.....	16
Material e métodos .....	17
Resultados.....	20
Discussão .....	25
Conclusão .....	28
Referências .....	28

## 1. INTRODUÇÃO

A silagem é um meio importante de conservação de alimento para animais de produção, sendo utilizada globalmente e em diversas realidades a técnica está em constante evolução à medida que novas tecnologias surgem, não deixando de ter como objetivo principal dispor um alimento de qualidade nas formulações das dietas para animais de produção (Wilkinson & Muck, 2019).

A produção de silagem no Brasil, permite fornecer alimento o ano todo, minimizando a escassez da época seca do ano, aumentando ou mantendo a taxa de lotação, sempre atendendo a demanda do sistema de produção (Daniel et al., 2019). Notoriamente o milho e o sorgo são as culturas mais utilizadas para a produção de silagem (Bernardes & Rego, 2014). Logo após essas duas culturas observa-se que gramíneas tropicais também ocupam um lugar de destaque na confecção de silagem (Pinto & Millen, 2016).

São vários os gêneros e espécies de gramíneas que podem ser utilizadas para ensilagem. Tendo em vista todo o processo operacional da confecção da silagem (corte, transporte, descarregamento e compactação), deve-se optar por espécies de forragens com alto potencial de produção, e para fins de produção, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) é uma das forrageiras mais estudadas para obtenção de silagem em várias partes do mundo (Rigueira et al., 2018).

A produção de matéria seca por hectare e o bom valor nutricional são atrativos para cultivar BRS Capiaçú, o corte para ensilagem é recomendado de 90 a 110 dias após a rebrota (Pereira et al., 2016). O BRS Capiaçú mostrou também capacidade de tolerar estresse hídrico, sendo uma alternativa ao cultivo do milho em algumas regiões onde ocorrem veranicos e longos períodos chuvosos (Monteiro et al., 2016).

Levar em consideração a altura do pasto tem sido uma estratégia melhor do que dias de crescimento predefinidos no manejo de pastagens tropicais (Da Silva & Nascimento, 2007). Altura é uma característica que apresenta alta correlação com a estrutura da forragem, independentemente da fertilidade, clima e condições de manejo e pode ser usada para determinar o momento em que a forragem apresenta melhores condições para ensilagem (Tomaz et al., 2018).

O manejo de corte bem como estratégias para melhorar o processo de fermentação do BRS Capiaçú necessitam de mais informações. Ao cortar a forragem mais jovem permite aumentar o número de cortes por ano, além de poder favorecer a fermentação

disponibilizando maior teor de carboidratos solúveis. Ao esperar a planta atingir matéria seca adequada, diminui a quantidade de cortes por ano (Monção et al., 2019).

Alguns aditivos podem ser utilizados a fim de melhorar a fermentação e reduzir possíveis perdas nesse processo e submeter plantas mais jovens a ensilagem. O fubá de milho é categorizado como aditivo absorvente (McDonald, 1991). Amplamente estudado na ensilagem devido a capacidade de elevar o teor de matéria seca, facilidade na aquisição e disponibilidade, porém, o custo e equipamentos para homogeneização podem comprometer a viabilidade da sua utilização (Daniel et al., 2019).

Conforme Muck et al., (2018), dentro das categorias dos aditivos temos também os inoculantes microbianos. Esses incrementam a flora microbiana da massa ensilada, deve-se priorizar cepas que promovam a redução rápida do pH, iniba microrganismos indesejáveis e/ou que promovam a estabilidade da silagem (Wilkinson & Muck, 2019).

Objetivou-se avaliar o efeito da altura das plantas e de aditivos no processo de ensilagem do *Pennisetum purpureum* Schum cv. BRS Capiacu.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Capim-elefante

O gênero *Pennisetum*, é composto por espécies conhecidas como capim-elefante, tendo sua origem na África tropical, segundo Rodrigues et al., (2001), sua introdução no Brasil ocorreu no ano de 1920. Atualmente as espécies desse gênero são cultivadas por todo o país, por consequência da sua versatilidade e adaptabilidade a várias condições edafoclimáticas (Amaral et al., 2020).

Caracterizadas por hábito de crescimento cespitoso, de porte ereto, apresentando entrenós de 15 a 20 cm, diâmetro do caule de até 2,5 cm, suas folhas podem atingir 1,25 m de comprimento e 4,0 cm de largura, as inflorescências são classificadas como panícula espiciforme, o sistema radicular é composto de raízes grossas e rizomatosas, seus perfilhos são aéreos e basilares, formando densas touceiras (Pereira et al., 2008, Pereira et al., 2010).

O seu metabolismo C<sub>4</sub>, sustenta a alta produtividade, podendo produzir até 300 toneladas de matéria verde por hectare (Chaves et al., 2013). As folhas não saturam mesmo em condições de radiação solar máxima, refletindo em uma alta capacidade fotossintética, que resulta em um maior acúmulo de forragem, logo, isso infere exigência nutricional da planta (Jacques, 1994).

As espécies de capim-elefante são classificadas como plantas muito exigente em fertilidade do solo, principalmente quando submetido ao corte e fornecimento no cocho ou ensilagem, ocorrendo uma maior extração de nutrientes do solo. Outra opção de uso para o capim-elefante é o pastejo, podendo ser realizado em espécies de porte baixo, a extração de nutrientes do solo é menor devido a reciclagem, porém, o corte e fornecimento ou a ensilagem permitem melhor aproveitamento da forragem (Peixoto, 1992).

Quando bem manejada uma capineira pode ter uma vida útil superior a 5 anos (Pereira et al., 2010). Essa longevidade poderá variar conforme o manejo aplicado na implantação, manejo de corte e de pastejo (intervalo entre corte, reposição de nutriente, irrigação, espaçamento, intensidade de pastejo), e a espécie utilizada.

Afim de diferenciar as várias espécies de capim-elefante Pereira (1993), propôs uma classificação em grupos conforme as características, finalidade e importância agrônômica, respectivamente os grupos são (Anão, Mercker, Napier e Híbridos). As

espécies do Grupo híbridos são resultado do melhoramento genético vegetal buscando obter cultivares superiores a fim de atender a demanda dos sistemas de produção.

## **2.2 Silagem de capim**

A silagem é um meio importante de conservação de alimento para animais de produção, sendo utilizada globalmente e em diversas realidades a técnica está em constante evolução à medida que novas tecnologias surgem, não deixando de ter como objetivo principal dispor um alimento de qualidade nas formulações das dietas para animais de alta produção (Wilkinson & Muck, 2019).

A produção de silagem no Brasil, permite fornecer alimento o ano todo, minimizar a escassez da época seca do ano, aumentar a taxa de lotação, e atender a demanda dos sistemas de produção (Daniel et al., 2019). Notoriamente o milho e o sorgo ocupam lugar de destaque, sendo, as culturas mais utilizadas para a produção de silagem (Bernardes & Rego, 2014).

De acordo com Pinto & Millen (2016), as silagens de gramíneas tropicais estão entre as três maiores fontes de volumoso conservado mais utilizadas nas dietas em confinamentos no Brasil. As condições edafoclimáticas (precipitação, temperatura, textura e fertilidade do solo), em algumas regiões podem comprometer a produtividade das culturas anuais de interesse para silagem, haja vista, as espécies de capim tropical são uma das alternativas para produção de silagem (Pereira et al; 2016).

São vários os gêneros e espécies de gramíneas que podem ser utilizadas para ensilagem. Tendo em vista todo o processo operacional da confecção da silagem (corte, transporte, descarregamento e compactação), deve-se optar por espécies de forragens com alto potencial de produção, e para fins de produção, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) é uma das forrageiras mais estudadas para obtenção de silagem em várias partes do mundo (Rigueira et al., 2018).

Recentemente uma nova cultivar de capim-elefante mostrou-se superior as demais espécies de gramíneas de interesse para silagem, o lançamento do BRS Capiáçu promoveu grande interesse por pecuaristas do Brasil.

## **2.3 *Pennisetum purpureum* Schum. cv. BRS Capiáçu**

O *Pennisetum purpureum* Schum. cv. BRS Capiáçu é um híbrido lançado pela Embrapa Gado de Leite, obtido a partir do cruzamento de dois acessos pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma (BAGCE), Guaco (BAGCE 60) e Roxo (BAGCE 57), essa

cultivar destacou-se em várias regiões, a produção média do BRS Capiaçú foi 33% superior quando comparado as cultivares Camarões e Mineiro, recomendado para corte e fornecimento no cocho quando a planta atingir 2,5 a 3 m de altura por volta de 50 a 70 após a rebrota, e atingir 3,5 a 4 m de altura aproximadamente 90 a 110 após a rebrota ambas as recomendações para o verão (Pereira et al., 2016).

Segundo Monteiro et al., (2016), o BRS Capiaçú tem capacidade de tolerar estresse hídrico, sendo uma alternativa ao cultivo do milho em algumas regiões onde ocorrem veranicos e longos períodos chuvosos. Outras características que chamam atenção para o BRS Capiaçú é a resistência ao tombamento, facilidade para a colheita mecânica e ausência de joçal (pelos) (Pereira et al., 2016).

Monção et al., (2019) avaliaram produtividade do BRS Capiaçú no verão aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a rebrota e verificaram o incremento no acúmulo de forragem na ordem de 382 Kg ha<sup>-1</sup> por dia para matéria seca, as plantas cresceram 79,31%, de 1,03 com 30 dias a 4,98 metros com 150 dias após a rebrota. No verão Pereira et al. (2016), verificaram a que a produção de matéria seca atingiu 49,75 t ha<sup>-1</sup> aos 4,2 metros de altura.

Quando submetido a irrigação no inverno a produção de matéria seca do BRS Capiaçú cortado aos 120 dias de rebrota, observada foi de 72 t ha ano<sup>-1</sup> (Monção et al; 2019). A produção de silagem com o BRS Capiaçú acima de 120 dias após a rebrota não é recomendada pois a planta já se encontra em estágio fisiológico avançado perdendo valor nutritivo Schafhauser et al., (2018).

Matéria seca, capacidade tamponante e carboidratos solúveis são fatores que estão diretamente relacionados com a fermentação no processo de ensilagem. Avaliando espécies de capim-elefante Santos et al., (2013), observaram variações na matéria seca (17,7 a 25,7 %), na capacidade tamponante (220 a 307 mEq Kg MS<sup>-1</sup>) e no teor de carboidratos solúveis (4,1 a 13,8%).

Com o aumento da idade a rebrota Monção et al., (2019), observaram redução no conteúdo de carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais NDT e na degradabilidade efetiva da matéria seca e fibra em detergente neutro (FDN). Em contra partida ao cortar a forragem mais jovem os mesmos autores relatam um baixo teor de matéria seca e uma melhora no valor nutritivo.

As variações no conteúdo celular da planta conforme a maturidade afetam o resultado final da fermentação, obtendo uma silagem de qualidade e com bom valor nutritivo ou uma silagem resultante de fermentações indesejáveis.

## **2.4 Altura da planta**

Estabelecer o manejo de corte embasa decisões no planejamento de todo o processo de ensilagem. Ensilar o BRS Capiacu aos 30 dias após, pode resultar em uma silagem de melhor qualidade nutricional promovendo, maior ingestão de energia, maior digestibilidade, aumentando a produtividade animal, aos 120 após a rebrota, observaram maior produtividade porém menor valor nutritivo (Monção et al., 2019).

Cada local apresenta características diferentes de fertilidade, estrutura e adubação do solo, disponibilidade de água, manejo e estação do ano, afetando a idade a rebrota, tornando a aplicação da recomendação restrita a condição em que o estudo foi realizado (Tomaz et al., 2018). Levar em consideração a altura do pasto tem sido uma estratégia melhor no manejo rotativo de estocagem em pastagens tropicais do que considerar dias de crescimento predefinidos (Da Silva & Nascimento, 2007).

A altura do pasto é uma característica que apresenta alta correlação com a estrutura do pasto, independentemente da fertilidade, clima e condições de manejo e pode ser usada para determinar o momento em que a forragem apresenta melhores condições para ensilagem (Tomaz et al., 2018). Para estabelecer uma altura ideal para o corte deve-se investigar a ensilagem nos aspectos quantitativos e qualitativos no campo e principalmente no silo, onde ocorre a transformação de forragem em silagem.

## **2.5 Processo fermentativo**

Intermediário a fase de colheita e ao fornecimento aos animais, ocorre o processo fermentativo, onde a forragem se transforma em silagem baseando na ação de microrganismos anaeróbios que convertem carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, essa etapa é dividida em 4 fases: (I) a fase aeróbica, (II) a fase de fermentação, (III) a fase estabilidade e (IV) a fase de alimentação (Bolsen et al., 1992).

Imediatamente após a colheita inicia no silo fase I também denominada fase respiratória, a mesma consiste em eliminar o oxigênio residual através da compactação, quanto menor o intervalo de tempo entre a colheita, compactação e vedação melhor será o processo nas fases subsequentes. Holmes (2009), recomendou a densidade mínima de compactação de  $700 \text{ Kg m}^{-3}$ . Além disso a vedação é outro fator importante nesta fase, a utilização de uma lona adequada, melhora o processo impedindo a entrada de oxigênio e garantindo que após a respiração residual ocorra a anaerobiose (Amaral et al., 2014).

Na fase respiratória estão presentes bactérias aeróbicas e anaeróbicas facultativas, o oxigênio e os carboidratos solúveis serão convertidos em  $\text{CO}_2$  e água, ocorre também a

degradação de proteínas, sendo possível observar um aumento expressivo na temperatura da massa ensilada, diminuição no volume do silo devido a perdas por gases e efluente produzidos nesse processo e redução no pH (Martin, 1997).

Após a supressão do oxigênio inicia-se a fase II, nela ocorre a fermentação anaeróbica essa é caracterizada pelo crescimento de bactérias anaeróbicas principais responsáveis pela queda instantânea do pH, a queda lenta do pH causa efeitos negativos favorecendo microrganismos que consomem nutrientes e produzem metabólitos indesejáveis, uma estratégia que ajuda nesse processo é o uso de inoculantes e co-produtos agroindustriais ricos em carboidratos solúveis (Borreani et al., 2018, Daniel et al., 2019).

Diferente das intensas reações ocorridas nas duas primeiras, na fase III o material se mantém com um comportamento estável, a temperatura já se encontra próxima a ambiente e o pH baixo e estabilizado, monitorar se a vedação está em bom estado reparando se necessário contribui afim de garantir a anaerobiose. Esforços para aprimorar a primeira e a segunda fase são alvos de pesquisas atingir a fase estável com rapidez e qualidade, a adição de inibidores ou promotores de fermentação vem mostrando eficiência quando adicionados no momento da colheita (Kung et al., 2003).

A fase IV ocorre quando o silo é aberto e a silagem exposta ao ar, o resultado positivo ou negativo nessa fase é em função da presença ou inibição de microrganismos que comprometem a estabilidade da silagem. Os fatores bioquímicos e microbiológicos são variáveis resposta e servem para explicar o tempo até o início e o grau da deterioração da silagem (Wilkinson & Davies, 2012).

O processo de fermentação é dinâmico e vários fatores o influenciam para se obter uma silagem de qualidade, as perdas de matéria seca, por efluentes ou gases são inevitáveis, entretanto podem ser reduzidas com a utilização de aditivos.

## **2.6 Aditivos**

Em geral as gramíneas tropicais são susceptíveis a fermentações indesejadas, influência por fatores como a matéria seca, carboidratos solúveis e capacidade tampão. Isso promove circunstâncias desfavoráveis a fermentação retardando a redução do pH, possibilitando o crescimento de microrganismos prejudiciais e aumentando as perdas de MS e efluente (Muck et al., 2018; Borreani et al., 2018).

Os aditivos podem ser utilizados a fim de melhorar a fermentação e reduzir as perdas nesse processo. McDonald et al. (1991) classificam os aditivos em cinco grupos: estimulantes de fermentação, inibidores de fermentação, inibidores de deterioração

aeróbia, nutrientes e absorventes. Com uma abordagem mais prática, Nussio e Schmidt (2004) classificaram os aditivos mais usados no Brasil em três grupos: aditivos químicos, aditivos microbianos e sequestrantes de umidade.

O fubá de milho é um aditivo absorvente (McDonald, 1991). Amplamente estudado na ensilagem devido a facilidade na aquisição e disponibilidade (Daniel et al., 2019). Dentro dos grupos de aditivos temos também os inoculantes microbianos. Esses incrementam a flora microbiana da massa ensilada, deve-se priorizar uma cepa que promova redução rápida do pH, iniba microrganismos indesejáveis e (ou) promova a estabilidade da silagem (Wilkinson & Muck, 2019).

### **2.7 Mecanismo de ação**

Os produtores tem uma grande variedade de aditivos para silagem disponíveis para auxiliar na fermentação (Muck et al., 2018). O planejamento de todo o processo, o manejo na confecção do silo garante uma boa fermentação e a viabilidade econômica da silagem, o uso do aditivo correto aliado a isso pode acarretar em ganhos adicionais no processo (Schmidt et al., 2014).

### **2.8 Inoculante homolático**

Os homoláticos são os inoculantes mais antigos e utilizados na silagem, os microrganismos facultativos e obrigatórios desse grupo agem respectivamente utilizando hexoses como a glicose de substrato, tendo como principal produto o ácido lático, e pentoses que geram ácido lático e acético (Muck et al., 2018).

Silagens tratadas com esses microrganismos geralmente apresentam menor pH, baixa concentração de ácido acético, ácido butírico e amônia-M, já para o ácido lático são retadas concentrações mais altas, bem como uma melhor recuperação de matéria seca comparando com silagens não tratadas (Muck & Kung, 1997).

Testes com animais mostraram uma melhora na produção de leite, o ganho diário ou eficiência alimentar (Weinberg & Muck, 1996). Uma meta análise com vacas leiteiras em lactação indicou o aumento no leite, com uma tendencia para o aumento no consumo de matéria seca nas silagens tratadas (Oliveira et al., 2017).

Esses resultados são inconsistentes e difíceis de explicar, as vezes observaram melhora na silagem e nada em desempenho animal e em contra partida observaram ganhos sem quais quer alterações significas na silagem comparando tratadas ou não (Kung & Muck, 2015).

## **2.9 Inoculante heterofermentativo**

Uma descoberta de valor para o uso e conservação de forragem foi relatada na década de 90 e nos últimos anos muito se fala no Brasil sobre esses microrganismos. A adição de *L. buchneri* aumenta as concentrações de ácido acético na silagem que inibe a proliferação de leveduras e como resultado aumenta a estabilidade aeróbica (Muck, 1996).

Isso gerou muito debate na pesquisa devido a classificação das bactérias e ao fato de que as recomendações eram usar apenas bactérias homoláticas. A tecnologia evoluiu com o passar dos anos, foi descoberto que o *L. buchneri* não utilizava a via fosfocetolase, em vez disso ele converte o ácido láctico em acético e 1,2-propanodiol (Oude Elferink et al., 2001).

Para se obter sucesso na utilização do *L. buchneri* nas culturas utilizadas para silagem é notório que depende da dose aplicada, e os efeitos negativos como grande perda de matéria seca em virtude da fermentação heterolática e queda no consumo de matéria seca devido ao ácido acético aumentado na silagem não tiveram significância (Muck et al., 2018).

Os benefícios adicionais da inoculação heterolática são inconsistentes. Algumas cepas conseguem sintetizar esterase de ácido ferúlico, essa enzima pode contribuir para digestibilidade da fibra (Nsereko et al., 2008). Porém o ambiente fermentativo, a dose do microrganismo, o substrato utilizado, ainda não foram compreendidos.

## **2.10 Aditivo absorvente**

O aditivo absorvente como o próprio nome já diz, absorve a água presente no material que vai ser ensilado, isso eleva o conteúdo de matéria, proporcionando um ambiente mais favorável a fermentação. Além disso ele reduz as perdas de matéria, por gases e principalmente efluente e pode aumentar a concentração de carboidratos solúveis (Daniel et al., 2019).

Vários produtos podem ser utilizados como tal, basta ter alta concentração de matéria, o fubá de milho com certeza é o mais utilizado, isso se deve a oferta e disponibilidade no mercado. Outros produtos como casquinha de soja, farelos, DDGS ou até mesmo uma silagem de dieta total podem ser utilizados, o que implica é o custo e a operação, temos também a necessidade de encontrar as melhores misturas e entender a estabilidade da massa ensilada (Wilkinson & Muck, 2019).

Além da redução das perdas no processo de ensilagem, podemos ter ganhos adicionais em qualidade nutricional da silagem. A forragem tropical por ser susceptível a perder nutrientes como açúcares, sais orgânicos e minerais e compostos nitrogenados, adicionando um aditivo podemos diminuir esse carreamento de nutrientes (Andrade et al., 2012).

### 3. REFERÊNCIAS

- AMARAL, R. C., CARVALHO, B. F., COSTA, D. M., MORENZ, M. J. F., SCHWAN, R. F., ÁVILA, C. L. S. (2020). Novel lactic acid bacteria strains enhance the conservation of elephant grass silage cv. BRS capiaçu. **Animal Feed Science and Technology**, 264(1), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114472>
- AMARAL, R. C., SANTOS, M. C., DANIEL, J. L. P., SÁ NETO, A., BISPO, A. W., CABEZAS-GARCIA, E. H., ... NUSSIO, L. G. (2014). The influence of covering methods on the nutritive value of corn silage for lactating dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 43, 471–478. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982014000900003>
- ANDRADE, A. P., et al. Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante com fubá de milho e casca de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1209-1218, 2012. DOI: 10.5433/1679-0359.
- BERNARDES, T. F., DO RÊGO, A. C. (2014). Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, 97, 1852–1861. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7181>
- BOLSEN, K. K., LIN, C., BRENT, B. E., FEYERHERM, A. M., URBAN, J. E., AIMUTIS, W. R. 1992. Effect of Silage Additives on the Microbial Succession and Fermentation Process of Alfalfa and Corn Silages. **Journal of Dairy Science**. 75:3066–3083. doi:10.3168/jds. S0022-0302(92)78070-9.
- BORREANI, G., TABACCO, E., SCHMIDT, R. J., HOLMES, B. J., MUCK R. E. 2018. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**. 101:3952–3979. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-13837>
- CHAVES, C. S., GOMIDE, C. A. M., RIBEIRO, K. G., PACIULO, D. S. C., LEDO, F. J. S., COSTA, I. D., CAMPANA, L. L. Forage production of elephant grass under intermitente stocking. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 2, p. 234-240, 2013.
- DANIEL, J. L. P., BERNARDES, T. F., JOBIM, C. C., SCHMIDT, P., NUSSIO, L. G. 2019. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass Forage Science**. 74:188–200. <https://doi.org/10.1111/gfs.12417>
- DA SILVA, S. C., NASCIMENTO, J. R. D. (2007). Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: Características morfofisiológicas e manejo do pastejo (Advances in the research with tropical forage: Morphological characteristics and grazing management). **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36, 122–138. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000014>

HOLMES, B. J. (2009). Software applications for sizing silos to maximize silage quality. In M. Zopollatto, G. B. Muraro & L. G. Nussio (Eds.), *Proceedings of the International Symposium on forage quality and conservation* (pp. 189–208). Piracicaba, Brazil.

JACQUES, A.V.A. Caracteres morfo-fisiológicos e suas aplicações como manejo. In: CARVALHO, M.M., ALVIM, M.J., XAVIER, D.F. et al. (Eds.) *Capimelefante: produção e utilização*. Coronel Pacheco: **Embrapa-Gado de Leite**, 1994, p.31-47.

KUNG JR, L., MUCK, R. E. "Silage additives: where are we going." **In Proceedings of the XVII international silage conference**, July, pp. 1-3. 2015.

KUNG JR, L., TAYLOR, C. C., LYNCH, M. P., NEYLON, J. M. O efeito do tratamento de alfafa com *Lactobacillus buchneri* 40788 na fermentação da silagem, estabilidade aeróbica e valor nutricional para vacas leiteiras em lactação. **Journal of Dairy Science**, 86(1), pp.336-343.2003. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73611-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73611-X)

MARTIN, L.C.T. Bovinos – volumosos suplementares. São Paulo, SP, Editora Nobel, 143 p., 1997. MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science.**, Savoy, v. 71, n. 13, p. 2992-3002, 1988.

MCDONALD, P., HENDERSON, A.R., HERON, S.J.E. (1991) **The Biochemistry of Silage** (2nd ed.). Chalcombe Publications, Marlow, Bucks, UK.

MONÇÃO, F. P., COSTA, M., RIGUERIA, J., MOURA, M., JÚNIOR, V., GOMES, V., LEAL, D., MARANHÃO, C., ALBUQUERQUE, C. J., CHAMONE, J. (2019). Yield and nutritional value of BRS Capiapu grass at different regrowth ages. **Semina: Ciências Agrárias**. 40. 2045. 10.5433/1679-0359.2019v40n5p2045.

MONTEIRO, I. J. G., ABREU, J. G., CABRAL, L. D. S., RIBEIRO, M. D., REIS, R. H. P. Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 33, n. 4, p. 347- 352, 2016. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i4.12629>

MUCK, R. E., NADEAU, E. M. G., MC ALLISTER, T. A., CONTRERAS-GOVEA, F. E., SANTOS, M. C., KUNG L. 2018. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. **Journal Dairy Science**, 101:3980–4000. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-13839>

MUCK, R. E., KUNG JR, L. "Effects of silage additives on silage." **Silage: Field for trough** (1997).

MUCK, R. E. "A lactic acid bacteria strain to improve aerobic stability of silages." **US Dairy Forage Research Center** (1996): 42-43.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de

cana-de-açúcar. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2., 2004, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2004. p.1-33.

NSEREKO, V. L., SMILEY, B. K., RUTHERFORD, W. M., SPIELBAUER, A., FORRESTER, K. J., HETTINGER, G. H., HARMAN, E. K., Harman, B. R. "Influence of inoculating forage with lactic acid bacterial strains that produce ferulate esterase on ensilage and ruminal degradation of fiber." **Animal feed science and technology**. 145, no. 1-4 (2008): 122-135. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.06.039>

OLIVEIRA, A. S., WEINBERG, Z. G., OGUNADE, I. M., CERVANTES, A. A. P., ARRIOLA, K. G., JIANG, Y., KIM, D. et al. "Meta-analysis of effects of inoculation with homofermentative and facultative heterofermentative lactic acid bacteria on silage fermentation, aerobic stability, and the performance of dairy cows." **Journal of Dairy Science** 100, no. 6 (2017): 4587-4603. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11815>

OUDE ELFERINK, S. J. W. H., KROONEMAN, J., GOTTSCHAL, J. C., SPOELSTRA, S. F., FABER, F., DRIEHUIS, F. "Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1, 2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*." **Applied and Environmental microbiology** 67, no. 1 (2001): 125-132.

PEIXOTO, A.M. Alimentos volumosos: capineiras. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds). Curso de alimentação para bovinos. Piracicaba, FEALQ, 1992, p.97-126.

PINTO, A. C. J., MILLEN, D. D. (2016). Current situation of fattening cattle in feedlots and nutritional models in use. In: X. Simpósio de Produção de Gado de Corte (Simcorte) (pp. 103–120). **Anais...**Viçosa, Brasil: Federal University of Viçosa.

PEREIRA, A. V., LEDO, F. J. da S., MORENZ, M. J. F., LEITE, J. L. B., BRIGHENTI, A. M., MARTINS, C. E., MACHADO, J. C. 2016. BRS Capiaçú: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem. **Embrapa**. 2:6. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1056288>

PEREIRA, A. V.; AUAD, A.M.; LÉDO, F. J. S.; BARBOSA, S. Pennisetum Purpureum. In: FONSECA, D.M. & MARTUSCELLO, J.A. (Ed), **Plantas Forrageiras**. Viçosa: UFV, cap. 6, p. 197-219. 2010.

PEREIRA, A.V., LÉDO, F.J.S., SHIMOYA, A., TECHIO, V.H. Melhoramento genético de *Pennisetum purpureum*. In Resende RMS, Valle CB and Jank L (eds) **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Campo Grande, Embrapa, 2008. p. 89-116.

- PEREIRA, A.V. Escolha de variedades de capim-elefante. In: In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.) Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 10, Piracicaba, 1993. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1993, p.47-62.
- RIGUEIRA, J. P. S., MONÇÃO, F. P., SALES, E. C. J., DOS REIS, S. T., BRANT, L. M. S., CHAMONE, J. M. A., ROCHA JR, V. R. ASSIS PIRES, D. A. (2018). Fermentative profile and nutritional value of elephant grass silage with different levels of crude glycerin. **Semina: Ciências Agrárias**, 39(2), 833-844. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n2p833>
- RODRIGUES, L.R.A., MONTEIRO, F.A., RODRIGUES, T.J.D. Capim elefante. In: PEIXOTO, A.M., PEDREIRA, C.G.S., MOURA, J.V., FARIA, V.P. (Eds.) Simpósio sobre manejo da pastagem, 17, Piracicaba, 2001. 2ª edição. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 2001, p.203-224.
- SANTOS, R. J. C., LIRA, M. A., GUIM, A., SANTOS, M. V. F., DUBEUX JUNIOR, J. C. B., MELLO, A. C. L. (2013). Elephant grass clones for silage production. **Scientia Agricola**, 70, 6–11. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162013000100002>
- SCHAFHAUSER, J. J., SCHEIBLER, R. B., SCHEFFLER, G. H. Silagem de capim-elefante: uma alternativa para produção de forragem conservada em sistemas de produção de bovinos. 7º Dia de Campo do Leite: da Pesquisa para o Produtor. Pelotas, 2018. 53 p.
- SCHMIDT, P., SOUZA, C. M., BACH, B. C. Uso estratégico de aditivos em silagens: Quando e como usar. Simpósio: Produção e utilização de forragens conservadas, v. 5, p. 243-264, 2014. **Anais...**Maringá, Brasil.
- TOMAZ, P. K., ARAUJO, L. C., SANCHES, L. A., DOS SANTOS-ARAUJO, S. N., DE LIMA, T. O., LINO, A. de A., FERREIRA, E. M. 2018. Effect of sward height on the fermentability coefficient and chemical composition of Guinea grass silage. **Grass Forage Science**, 73:588–598. <https://doi.org/10.1111/gfs.12349>
- WEINBERG, Z'G., MUCK R. E. "New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage." **FEMS. Microbiology Reviews**. 19, no. 1 (1996): 53-68. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.1996.tb00253.x>
- WILKINSON, J. M., MUCK, R. E.;. 2019. Ensiling in 2050: Some challenges and opportunities. **Grass Forage Science**, 74:178–187. <https://doi.org/10.1111/gfs.12418>
- WILKINSON, J. M., DAVIES, D.R. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. **Grass and Forage Science**, 68 (1), 1–19. (2012). doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2012.00891.x>

## ARTIGO

### Efeito da altura da planta e uso de aditivos na ensilagem de capim BRS Capiaçú

Rafael de Oliveira Lima<sup>1</sup>, Alexandre Menezes Dias<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Avenida Senador Filinto Muller, 2443, 79074-960, Campo Grande, MS, Brasil.

\*Autor correspondente E-mail: alexandre.menezes@ufms.br

#### Resumo

Objetivou-se avaliar altura da planta e aditivos na ensilagem do *Pennisetum purpureum* Schum cv. BRS Capiaçú. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4, com quatro alturas das plantas (AC): 2 - 2,5 - 3 - 3,5 metros, controle e três aditivos: inoculante homolático, inoculante heterolático e fubá de milho como aditivo absorvente, com seis repetições. Foram utilizados seis microsilos experimentais de PVC para cada tratamento que foram abertos 60 dias após o fechamento do silo, para determinação dos parâmetros de silagem: densidade, recuperação de matéria seca (RMS), perda por efluente (PE), perda por gases (PG) e pH, teor de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB). Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. A escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes lineares e quadráticos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Não foi observada interação entre altura de corte x aditivos ( $p > 0,05$ ) para PG e MO. Houve interação entre altura x aditivos ( $p < 0,05$ ) para densidade, RMS, PE, pH, MS e PB. A produtividade observada aos 3,5 metros foi de 18,64 t ha<sup>-1</sup> matéria seca, com intervalo entre cortes de 173 dias, semelhante à altura de 3 metros que foi de 18,62 t ha<sup>-1</sup> de MS com 108 dias de intervalo entre cortes. O aditivo absorvente e o aumento da altura foram eficazes para reduzir as perdas, o aditivo homolático promoveu os melhores valores para pH 3,34 na altura de 2,5 metros. Recomenda-se o corte do BRS Capiaçú para ensilagem quando a planta atingir 2,5 metros de altura e utilizar aditivo homolático.

**Palavra-chave:** capineira; conservação de forragem; fermentação; manejo de corte.

## **Abstract**

The objective was to evaluate plant height and additives in the silage of *Pennisetum purpureum* Schum cv. BRS Capiaçú. The experimental design was completely randomized, in a 4x4 factorial scheme, with four plant heights (CA): 2 - 2.5 - 3 - 3.5 meters, control and three additives: homolactic inoculant, heterolactic inoculant and cornmeal as additive. absorbent, with six repetitions. Six experimental PVC microsilos were used for each treatment, which were opened 60 days after the closing of the silo, to determine the silage parameters: density, dry matter recovery (DMR), effluent loss (EL), gas loss (GL) and pH, dry matter (DM), organic matter (OM) and crude protein (CP) content. Data were submitted to analysis of variance and regression. The choice of models was based on the significance of linear and quadratic coefficients, at the level of 5% probability by Tukey's test. No interaction was observed between cutting height x additives ( $p>0.05$ ) for GL and OM. There was an interaction between height x additives ( $p<0.05$ ) for density, DMR, PE, pH, MS and CP. The productivity observed at 3.5 meters was 18.64 t ha<sup>-1</sup> dry matter, with an interval between cuts of 173 days, similar to the height of 3 meters, which was 18.62 t h<sup>-1</sup> of DM with 108 days of interval between polite. The absorbent additive and the height increase were effective to reduce losses, the homolactic additive promoted the best values for pH 3.34 at the height of 2.5 meters. It is recommended to cut the BRS Capiaçú for silage when the plant reaches 2.5 meters in height and use homolactic additive.

Keyword: weeding; forage conservation; fermentation; cutting management.

## **Introdução**

A conservação de forragem na forma de silagem é uma estratégia versátil dentro gestão nutricional pecuária, garante fibra necessária para manutenção e estabilidade ruminal nos confinamentos e permite equilibrar o efeito pontual de sazonalidade tido por animais a pasto (Daniel et al., 2019).

O processo consiste em submeter o alimento a fermentação anaeróbia. Algumas características como o valor nutricional, teor de carboidratos solúveis, umidade, capacidade tamponante implicam na eficácia da fermentação e o custo de produção de

matéria seca ( $t Ms ha^{-1}$ ) na rentabilidade do alimento produzido (Grant & Adesogan, 2018).

A produção de matéria seca por hectare e o bom valor nutricional são atrativos para cultivar BRS Capiaçú, o corte para ensilagem é recomendado de 90 a 110 dias após a rebrota (Pereira et al., 2016). Levar em consideração a altura tem sido uma estratégia melhor do que dias de crescimento predefinidos no manejo de pastagens tropicais (Da Silva & Nascimento, 2007). A altura como recomendação do corte pode ser mais usual para o processo de ensilagem (Tomaz et al., 2018).

Independente do manejo de corte, o BRS Capiaçú é acometido a um fator limitante para o processo de ensilagem, o ótimo valor nutricional é paralelo ao baixo teor de matéria seca, podendo prejudicar a fermentação e resultar em elevadas perdas de efluentes e matéria seca (Borreani et al., 2018; Muck et al., 2018).

Aditivos podem ser utilizados a fim de melhorar a fermentação e reduzir as perdas nesse processo. O fubá de milho é categorizado como aditivo absorvente (McDonald, 1991). Amplamente estudado na ensilagem devido a facilidade na aquisição e disponibilidade, porém, o custo e equipamentos para homogeneização comprometem a viabilidade financeira do seu uso (Daniel et al., 2019).

Conforme (Muck et al., 2018), dentro das categorias dos aditivos temos também os inoculantes microbianos. Esses incrementam a flora microbiana da massa ensilada, devendo-se priorizar uma cepa que promova redução rápida do pH, iniba microrganismos indesejáveis e promova a estabilidade da silagem (Wilkinson & Muck, 2019).

Objetivou-se avaliar a altura da planta e aditivos no processo de ensilagem do *Pennisetum purpureum* Schum cv. BRS Capiaçú.

## **Material e métodos**

### **Local do experimento**

O experimento foi conduzido em dezembro de 2020 a fevereiro de 2022, no setor de Forragicultura da Fazenda Escola, no município de Terenos, MS, localizada em latitude 20°26'34.31" S, longitude 54°50'27.86" O e altitude 530,7 m, e no Laboratório de Nutrição Animal Aplicada e de Forragicultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS.

O clima da região foi identificado como Aw - Clima tropical, com inverno seco. Os dados de precipitação e de temperatura (Figura 1), durante o período experimental

foram coletados no banco de dados do CEMTEC (Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul).

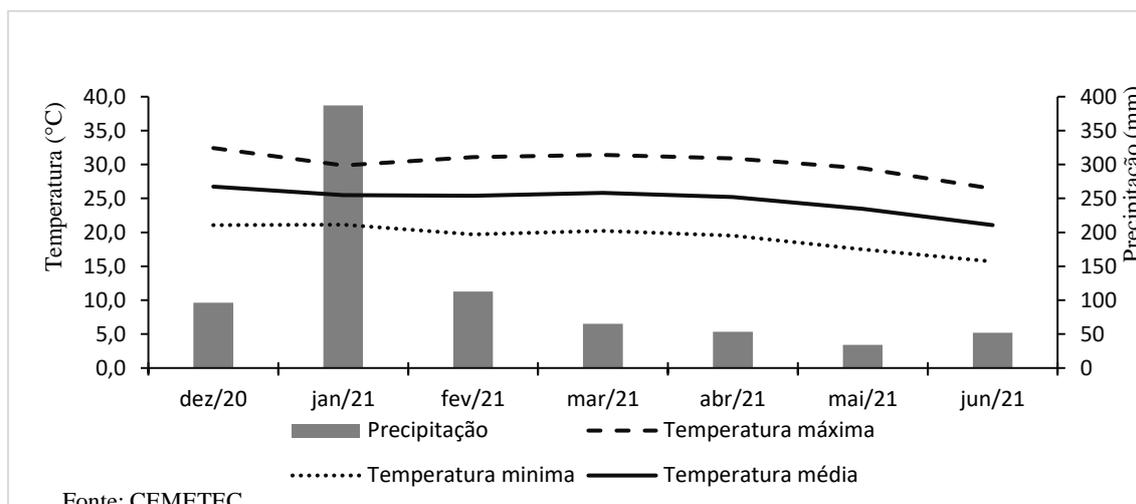


Figura 1: Temperaturas média, mínima e máxima e precipitação mensal durante o período experimental entre DEZ 2020 a JUN 2021.

As amostras de solo foram coletadas na camada de 0-20 cm antes da implantação do *Pennisetum purpureum* Schum cv. BRS Capiaçú, a fazenda apresenta solo da classe Latossolo vermelho distrófico, os resultados obtidos foram: textura muito argilosa (670 g Kg<sup>-1</sup> argila, 160 g Kg<sup>-1</sup> areia, 170 g Kg<sup>-1</sup> silte), pH (CaCl<sub>2</sub>): 5.00 e (H<sub>2</sub>O): 5.91; P (mg/dm<sup>-3</sup>): 3.00; matéria orgânica (g/dm<sup>-3</sup>): 21.60; K (mmol/dm<sup>-3</sup>): 1.20; Ca (mmol/dm<sup>-3</sup>): 37.00; Mg (mmol/dm<sup>-3</sup>): 24.00; Ca/Mg (mmol/dm<sup>-3</sup>): 31.50; Al (mmol/dm<sup>-3</sup>): 2.00; H + Al (mmol/dm<sup>-3</sup>): 56.00; CTC (mmol/dm<sup>-3</sup>): 118.00; saturação por bases (%): 53.00. O preparo consistiu em duas gradagens, uma com grade aradora e outra com grade niveladora. Foram aplicados 2 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT = 80%) e no estabelecimento 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de supersimples, 36 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de ureia e 116 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio no sulco.

A mudas de BRS Capiaçú foram coletadas de uma capineira estabelecida no setor de bovinocultura de leite da fazenda escola, posteriormente foram dispostas em sulcos com aproximadamente 25cm de profundidade, distribuídas em sistema pé com ponta, utilizou-se um facão a fim de seccionar os colmos para quebrar a dominância apical, o espaçamento de plantio foi de 0,80 centímetros ente linhas. Foi feito o corte de uniformização a 20 cm do solo, 30 dias após o plantio.

### **Delineamento experimental e tratamentos**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4, com *Pennisetum purpureum* Schum cv. BRS Capiacu sendo cortado ao atingir quatro alturas (2, 2.5, 3 e 3.5 metros), a silagem controle ou aditivada com: inoculante homolático Bactosilo<sup>®</sup> Master (*Lactobacillus plantarum* MA18/5U + *Pediococcus acidilactici* MA18/5M, aplicado a 2 g t<sup>-1</sup>), inoculante heterolático Lalsil AS<sup>®</sup> (*Lactobacillus buchneri* CNCM-4323, aplicado a 1 g t<sup>-1</sup>) e fubá de milho (adicionado 10% em relação a matéria natural) sendo seis repetições por tratamento.

### **Mensuração da produção**

Com um auxílio de uma régua graduada, foram efetuadas mensurações conforme altura da base da planta rente ao solo até a curva da folha recentemente expandida e da quantidade de touceiras por metro linear. A produção de matéria natural (PMN) foi mensurada conforme o peso da touceira nas respectivas alturas corte relacionando com o número de touceiras por metro linear, realizou-se o corte do BRS Capiacu a 10 cm do solo. Em seguida as amostras coletadas foram trituradas e levadas ao laboratório, acondicionadas em sacos de papel, pesadas e levada na estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas e pesadas para estimar o teor de matéria seca da planta antes da ensilagem.

### **Ensilagem**

Quando atingiu cada altura de corte o BRS Capiacu foi colhido e picado utilizando um triturador Forrageiro TRF 400 a um tamanho de partícula de aproximadamente 2,0 cm, homogeneizado com cada aditivo, posteriormente, foram compactados com soquetes de madeira em microsilos de PVC (50 cm de altura x 10 cm de diâmetro). Cada microsilo continha uma camada de areia seca e tecido não tecido (TNT) para determinar as perdas por efluente (PE), perdas por gases (PG) e recuperação de matéria seca (RMS). Após a compactação do material, os microsilos foram vedados e lacrados com fita adesiva, pesados e armazenados em local coberto.

### **Perdas na ensilagem e potencial hidrogeniônico**

Após atingirem 60 dias de fermentação, os microsilos foram pesados, para determinação das RMS, PG e PE, em seguida foram abertos. Para o cálculo das perdas foi utilizado equação adaptada de (Jobim et al., 2007). Aproximadamente 10 cm de cada extremidade do conteúdo dos silos abertos foram desprezados. O conteúdo central foi

homogeneizado e separado em duas subamostras, a primeira destinada para determinação do pH (Silva & Queiroz, 2002), a segunda para a determinação da composição química-bromatológica.

### **Composição química-bromatológica**

A segunda subamostra da silagem foi pré-seca em estufa de ventilação forçada, a 55°C por 72 horas, logo após foram moídas em moinho de facas tipo Willey para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), conforme procedimentos descritos por AOAC (1996).

### **Análise estatística**

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão por meio do PROC GLM do programa estatístico SAS (SAS Institute, Cary, NC, EUA). A escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes lineares e quadráticos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O seguinte modelo foi utilizado:  $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \alpha^2_i + \alpha^3_i + \delta_i + \beta_k + \alpha\beta_{ik} + \varepsilon_{ik}$   
em que:  $y_{ijk}$  é o valor observado correspondente ao  $k^{\text{ésimo}}$  tratamento secundário (aditivos) dentro do  $i^{\text{ésimo}}$  tratamento principal (altura: 2, 2.5, 3, 3.5 m)

$\mu$  é uma constante inerente a todas as observações (representa a média geral).

$\alpha_i$  é o efeito linear da  $i^{\text{ésima}}$  altura.

$\alpha^2_i$  é o efeito quadrático da  $i^{\text{ésima}}$  altura.

$\alpha^3_i$  é o efeito cúbico da  $i^{\text{ésima}}$  altura.

$\delta_{ij}$  é o erro aleatório nas alturas ( $Res_a$ ).

$\beta_k$  é o efeito do  $k^{\text{ésimo}}$  aditivo.

$\alpha\beta_{ik}$  é o efeito da interação entre a  $i^{\text{ésima}}$  altura e o  $k^{\text{ésimo}}$  aditivo.

$\varepsilon_{ijk}$  é o erro aleatório nos aditivos ( $Res_b$ ).

### **Resultados**

Para as observações médias descritivas sob a produtividade conforme as alturas da planta antes da ensilagem, verificou-se que aos 3,5 metros o BRS Capiapu atingiu a maior produção 69,28 t ha<sup>-1</sup> de matéria natural e 18,64 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca, aos 173 dias após a rebrota (Tabela 1).

Observou-se os menores teores de matéria seca 18,52 e 19,15% quando a planta atingiu respectivamente aos 2 e 2,5 metros de altura, resultando em 8,80 e 11,51 t ha<sup>-1</sup> de MS, aos 63 e 73 dias após a rebrota. O intervalo médio entre os cortes observado foi aproximadamente 43 dias.

Tabela 1: Médias descritivas do capim-elefante BRS Capiacu de acordo com as alturas de corte para ensilagem.

Variáveis	Alturas da Planta (m)			
	2	2,5	3	3,5
Produção de MV	47,49	60,13	71,08	69,28
Produção de MS	8,80	11,51	18,62	18,64
Teor de MS	18,52	19,15	26,20	26,91
Dias de rebrota	63	73	108	173

Produção de matéria verde (MV t ha<sup>-1</sup>); Produção de matéria seca (MS t ha<sup>-1</sup>); Teor de matéria seca (% MS); Idade em dias para o corte após a rebrota.

Houve interação entre altura da planta x aditivos na densidade das silagens de capim-elefante cv. BRS Capiacu ( $p < 0.05$ ), verifica-se que a maior densidade da silagem foi atingida 741,40 Kg MS m<sup>-3</sup> aos 3 metros de altura após o capim ser homogeneizado com aditivo absorvente (Tabela 2).

Tabela 2: Densidade de silagens capim-elefante BRS Capiacu de acordo com as alturas de corte para ensilagem.

ADT	Alturas				P-valor	
	2	2.5	3	3.5	L	Q
CT	525,52 <sup>b</sup>	528,93 <sup>b</sup>	593,69 <sup>a</sup>	512,63 <sup>b</sup>	0,00001	0,03173
HOM	516,92 <sup>b</sup>	523,47 <sup>b</sup>	653,00 <sup>a</sup>	530,90 <sup>b</sup>	0,02445	0,00101
HET	540,04 <sup>b</sup>	545,43 <sup>b</sup>	625,83 <sup>a</sup>	501,11 <sup>b</sup>	0,00001	0,00198
ABS	583,32 <sup>c</sup>	666,89 <sup>bc</sup>	741,40 <sup>a</sup>	642,40 <sup>bc</sup>	0,00221	0,00004

Densidade das silagens Kg MS m<sup>-3</sup>. ADT= aditivos; CT= controle; HOM= homolático; HET= heterolático; ABS= absorvente. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0.05$ ). P = probabilidade; L= equação linear; Q= equação quadrática. Equações: CT:  $Y=86,5808 + 4,69813.alt - 0,00844716.alt^2 - R^2= 0,46$ ; HOM:  $Y=470,931 + 7,41855.alt + 0,0128647.alt^2 - R^2= 0,44$ ; HET:  $Y=370,144 + 7,08304.alt - 0,0130106.alt^2 - R^2= 0,52$ ; ABS:  $Y=803,606 + 10,5449.alt - 0,018257.alt^2 - R^2= 0,89$ .

Observou-se interação entre a altura da planta x aditivos na recuperação de matéria e perda por efluente ( $p < 0.05$ ), a maior porcentagem de matéria seca recuperada 99,10% foi verificada na silagem controle quando a forragem foi submetida a ensilagem aos 3,5 metros de altura (Tabela 3).

A influência da altura e utilização de aditivos que gerou menor perda por efluentes  $12,75 \text{ g Kg}^{-1}$ , foi observada na silagem aditiva com fubá de milho quando o capim atingiu 3,5 metros de altura. Não verificou-se interação ente a altura da planta x aditivos para perdas por gases ( $p > 0.05$ ), a menor média ocorreu na ensilagem do BRS Capiáçu cortado aos 3m aditivado com inoculante homolático.

Tabela 3: Recuperação e perdas no processo de ensilagem do capim-elefante cv. BRS Capiaçú.

ADT	RMS (%)				P-valor	
	2	2.5	3	3.5	L	Q
CT	99,04 <sup>ab</sup>	98,92 <sup>c</sup>	98,99 <sup>b</sup>	99,10 <sup>ab</sup>	0,00048	0,00001
HOM	98,98 <sup>b</sup>	98,93 <sup>b</sup>	99,09 <sup>a</sup>	99,08 <sup>a</sup>	0,00001	0,27223
HET	99,01 <sup>b</sup>	98,91 <sup>c</sup>	99,05 <sup>ab</sup>	99,09 <sup>ab</sup>	0,00018	0,00134
ABS	98,76 <sup>c</sup>	98,86 <sup>b</sup>	99,05 <sup>a</sup>	99,05 <sup>a</sup>	0,0001	0,04985
ADT	PE (g kg <sup>-1</sup> )				P-valor	
	2	2.5	3	3.5	L	Q
CT	10,45 <sup>c</sup>	10,10 <sup>c</sup>	5,00 <sup>b</sup>	2,73 <sup>a</sup>	0,00001	0,00001
HOM	10,55 <sup>c</sup>	10,26 <sup>c</sup>	4,70 <sup>b</sup>	2,78 <sup>a</sup>	0,00001	0,00001
HET	9,58 <sup>b</sup>	8,95 <sup>b</sup>	4,34 <sup>b</sup>	2,70 <sup>a</sup>	0,00001	0,00001
ABS	8,67 <sup>b</sup>	6,77 <sup>b</sup>	3,17 <sup>ba</sup>	1,27 <sup>a</sup>	0,00001	0,00001
ADT	PG (%)				P-valor	
	2	2.5	3	3.5	L	Q
CT	0,73	0,10	0,15	0,16	0,00007	0,114603
HOM	0,81	0,66	0,08	0,16	0,00123	0,00001
HET	0,90	0,90	0,43	0,17	0,00169	0,00001
ABS	0,68	0,40	0,66	0,14	0,00309	0,15520

ADT= aditivos; Alturas da planta (2 – 2,5 – 3 – 3,5); CT= controle; HOM= homolático; HET= heterolático; ABS= absorvente; RMS= recuperação de matéria seca; PE= perda por efluente; PG= perda por gases. P= probabilidade; L: equação linear e Q= equação quadrática. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0.05$ ). Equação de regressão RMS - CT:  $Y=1004,68 - 0,115579.alt + 0,00021917.alt^2$ ,  $R^2= 0,91$ ; HOM:  $Y=988,846 + 0,0000172729.alt^2$ ,  $R^2= 0,57$ ; HET:  $Y=998,157 - 0,0693355.alt + 0,000140707.alt^2$ ,  $R^2= 0,71$ ; ABS:  $Y=976,310 + 0,0757622.alt - 0,0000992974.alt^2$ ,  $R^2= 0,92$ ; Equação de regressão PE – CT:  $Y=363,569 - 2,68377.alt - 0,00551793.alt^2$ ,  $R^2= 0,98$ ; HOM:  $Y=351,134 - 2,66107.alt + 0,0055779.alt^2$ ,  $R^2= 0,95$ ; HET:  $Y=451,493 - 3,45702.alt + 0,0070856.alt^2$ ,  $R^2= 0,96$ ; ABS:  $Y=254,493 - 1,9467.alt + 0,00426503.alt^2$ ,  $R^2= 0,93$ .

Foi verificado efeito de interação significativa entre a altura x aditivos para o potencial hidrogeniônico (pH;  $p < 0.05$ ), o inoculante homolático adicionado na ensilagem do capim-elfante BRS Capiaçú promoveu a menor média para o pH 3,34 (Tabela 4).

Tabela 4: Valores de pH das silagens de capim-elefante cv. BRS Capiaçú.

ADT	Alturas				P-valor	
	2	2,5	3	3,5	L	Q
CT	3,51 <sup>ab</sup>	3,45 <sup>b</sup>	3,52 <sup>ab</sup>	3,56 <sup>ab</sup>	0,18454	0,13724
HOM	3,40 <sup>b</sup>	3,34 <sup>b</sup>	3,56 <sup>a</sup>	3,51 <sup>a</sup>	0,00001	0,00001
HET	3,53 <sup>bc</sup>	3,43 <sup>c</sup>	3,55 <sup>bc</sup>	3,90 <sup>a</sup>	0,00001	0,00001
ABS	3,55 <sup>a</sup>	3,52 <sup>a</sup>	3,51 <sup>a</sup>	3,58 <sup>a</sup>	0,00487	0,00001

Potencial hidrogeniônico. ADT= aditivos; CT= controle; HOM= homolático; HET= heterolático; ABS= absorvente. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0.05$ ). P = probabilidade; L= equação linear; Q= equação quadrática. Equações: CT:  $Y=3,5069 - R^2=*$ ; HOM:  $Y=3,1610 + 0,00106.alt - R^2= 0,47$ ; HET:  $Y=3,1610 + 0,00106.alt - R^2= 0,99$ ; ABS:  $Y=4,26388 - 0,0057175.alt + 0,000010705.alt^2 - R^2= 0,95$ .

Houve interação entre a altura x aditivo para os teores de matéria seca e proteína bruta ( $p < 0.05$ ), foi verificado um aumento linear conforme a altura na matéria seca das silagens estudadas, a maior média ocorreu para a silagem cortada aos 3,5 metros com aditivo absorvente (Tabela 5).

Observou-se o menor teor de proteína bruta na silagem de BRS Capiaçú com a planta submetida a ensilagem aos 3 metros de altura sem a inclusão de aditivos 3,86%, o maior teor de proteína bruta 6,47% foi constatado na silagem do BRS Capiaçú cortado aos 2,5 metros quando adicionado o aditivo absorvente, média de proteína entre todas as silagens estudadas foi de 5,36%.

Tabela 5: Matéria Seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB) das silagens de capim-elefante cv. BRS Capiaçú cortadas em diferentes alturas (2, 2,5, 3 e 3,5m) sem aditivo (controle) e com aditivos (homolático, heterolático e absorvente).

ADT	MS (%)				P	
	2	2,5	3	3,5	L	Q
CT	20,13 <sup>c</sup>	24,12 <sup>b</sup>	29,10 <sup>a</sup>	27,46 <sup>a</sup>	0,00001	0,00081
HOM	20,69 <sup>c</sup>	22,93 <sup>b</sup>	26,63 <sup>a</sup>	28,07 <sup>a</sup>	0,00001	0,24512
HET	20,70 <sup>c</sup>	24,22 <sup>b</sup>	27,16 <sup>a</sup>	27,74 <sup>a</sup>	0,00001	0,00359
ABS	27,15 <sup>d</sup>	29,83 <sup>c</sup>	32,26 <sup>b</sup>	35,01 <sup>a</sup>	0,00001	0,00001

ADT	MO (%)				P	
	2	2,5	3	3,5	L	Q
CT	92,49	93,02	94,23	94,53	0,00001	0,00001
HOM	92,44	93,13	93,33	94,39	0,00001	0,23513
HET	92,54	93,28	93,54	93,94	0,00001	0,18264
ABS	94,44	94,48	95,83	95,57	0,25305	0,00001

ADT	PB (%)				P	
	2	2,5	3	3,5	L	Q
CT	6,38 <sup>a</sup>	5,72 <sup>ab</sup>	3,86 <sup>c</sup>	4,83 <sup>b</sup>	0,01392	0,00001
HOM	5,52 <sup>ab</sup>	5,62 <sup>ab</sup>	3,90 <sup>c</sup>	5,00 <sup>b</sup>	0,02934	0,00001
HET	5,75 <sup>ab</sup>	5,67 <sup>ab</sup>	3,95 <sup>c</sup>	4,90 <sup>b</sup>	0,00001	0,00167
ABS	6,26 <sup>a</sup>	6,47 <sup>a</sup>	4,82 <sup>b</sup>	6,23 <sup>a</sup>	0,06884	0,00956

ADT= aditivos; Alturas da planta (2 – 2,5 – 3 – 3,5); CT= controle; HOM= homolático; HET= heterolático; ABS= absorvente; MS= matéria seca; MO= matéria orgânica; PB= proteína bruta. P= probabilidade; L: equação linear e Q= equação quadrática. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey ( $p < 0.05$ ). Equações de regressão MS - CT:  $Y = -299,217 + 3,5967 \cdot \text{alt} - 0,0055625 \cdot \text{alt}^2$ ,  $R^2 = 0,94$ ; HOM:  $Y = 103,693 + 0,516741 \cdot \text{alt}$ ,  $R^2 = 0,98$ ; HET:  $Y = 95,6663 + 2,0965 \cdot \text{alt} - 0,00293746 \cdot \text{alt}^2$ ,  $R^2 = 0,99$ ; ABS:  $Y = 167,545 + 0,520152 \cdot \text{alt}$ ,  $R^2 = 0,99$ ; Equações de regressão MO - CT:  $Y = 818,6811$ ,  $R^2 = *$ ; HOM:  $Y = 915,768 + 0,00022156 \cdot \text{alt}^2$ ,  $R^2 = 0,93$ ; HET:  $Y = 908,734 + 0,0891573 \cdot \text{alt}$ ,  $R^2 = 0,95$ ; ABS:  $Y = 831,1506$ ,  $R^2 = *$ ; Equações de regressão PB - CT:  $Y = 135,097 - 0,433331 \cdot \text{alt} + 0,000419395 \cdot \text{alt}^2$ ,  $R^2 = 0,40$ ; HOM:  $Y = 67,0391 - 0,000254801 \cdot \text{alt}^2$ ,  $R^2 = 0,81$ ; HET:  $Y = 148,053 - 0,64638 \cdot \text{alt} + 0,001020789 \cdot \text{alt}^2$ ,  $R^2 = 0,56$ ; ABS:  $Y = 155,838 - 0,693368 \cdot \text{alt} + 0,00119747 \cdot \text{alt}^2$ ,  $R^2 = 0,29$ .

## Discussão

A maior produção do BRS Capiaçú foi observada aos 3,5 metros (Tabela 1), nessa altura a forragem atingiu o acumulado de 69,28 e 18,64 t ha<sup>-1</sup> respectivamente em matéria verde e matéria seca, no entanto nota-se o um longo intervalo de tempo de rebrota 173 dias para a forragem atingir essa altura, provavelmente, devido a diminuição da precipitação pluviométrica (Figura 1), haja vista, para a forragem atingir a altura de 3 metros foram necessários 108 dias, 65 dias a menos obtendo produção de matéria seca semelhante 18,62 t h<sup>-1</sup>.

Pereira et al. (2016) observaram a produtividade do BRS Capiaçú, aos 70 dias após a rebrota as plantas atingiram 2,9 metros de altura, 38 dias a menos se compara do presente trabalho, produzindo 93,5 t ha<sup>-1</sup> de matéria verde e 13,3 t ha<sup>-1</sup> de massa seca, a produtividade é uma resposta multivariável (clima, solo, região, entre outros), é de se esperar desempenhos diferentes, no presente trabalho apenas 36 Kg ha<sup>-1</sup> de N foram aplicados na fase de implantação. Avaliando o efeito da idade de corte e aplicação de nitrogênio, Alves et al. (2022), recomendaram que o corte aos 90 dias associado a 100 Kg ha ano<sup>-1</sup> de N é a melhor estratégia para o BRS Capiaçú.

Ocorreu um aumento no teor de matéria seca conforme a altura do BRS Capiaçú na (Tabela 1). Lopes et al. (2021) ao avaliarem a ensilagem do BRS Capiaçú aos 50, 70, 90 e 120 dias de rebrota observaram um aumento linear na MS. O baixo teor de MS 18,52 e 19,15% respectivamente a 2 e 2,5 metros é preocupante pois mesmo que isso resulte na possibilidade de se fazer mais cortes durante o ano, é necessário aplicar um aditivo

sequestrante de umidade. Kung Jr et al. (2018) recomendaram que a forragem esteja com matéria seca acima de 25%, abaixo dessa faixa pode ocorrer crescimentos de microrganismos indesejáveis principalmente *Costridium* sp. além de aumentos significativos nas perdas por efluente e gases.

No presente trabalho a compactação foi elevada acima dos 500 Kg m<sup>-3</sup> MS para todas as silagens estudadas (Tabela 2). A maior quantidade de MS m<sup>-3</sup> foi verificada quando o corte do BRS Capiacu ocorreu aos 3 metros de altura, destacando-se a silagem com adição do fubá de milho 741,40 Kg m<sup>-3</sup>, observa-se que o teor de matéria influencia a densidade, pois afeta diretamente a dinâmica da compactação, com a forragem mais jovem a densidade diminui, pois, a concentração de massa seca por Kg de matéria natural é menor. Aos 3,5 metros é percebe-se que pelo teor de matéria seca estar elevado acaba prejudicando a compactação, corroborando com argumentos de Santana et al. (2020).

Holmes & Muck (1999) propuseram que 225 Kg m<sup>-3</sup> MS seria a densidade mínima para se obter uma fermentação adequada. Amaral et al. (2007), avaliaram diferentes pressões de densidade para silagem de capim-marandu, e concluíram que a elevação da densidade favorece o processo fermentativo no silo, promovendo redução no pH e aumentando a taxa de recuperação de MS da silagem.

A altura de corte x aditivos interagiram sobre a variável recuperação de matéria seca, observa-se um aumento linear conforme o aumenta a altura das plantas (Tabela 3), provavelmente isso pode estar associado a teor baixo de MS nos primeiros dois cortes e mais elevados nos dois últimos, a menor porcentagem para RMS foi verificada aos 2 metros de altura com a utilização do fubá de milho 98,76%. Paula et al. (2020) avaliaram níveis de inclusão de fubá de milho na silagem de BRS Capiacu e observaram um aumento linear na RMS conforme os níveis de inclusão 5, 10, 15 e 20%. No geral a RMS pode -ser considerada excelente para todas as silagens a cada Kg de MS ensilado recuperou em média 98,99%. Farias et al. (2021) avaliaram silagens de BRS Capiacu aditivadas com resíduo de açaí e observaram RMS de 96,44%.

Para Pacheco et al. (2013) a RMS está estritamente relacionada com a perda por efluente e gases, perdas elevadas por reduzem a recuperação de matéria. Ao analisar a perda por efluente comparando com RMS, é possível observar o mesmo no presente estudo, as maiores perdas por efluente estão presentes nas silagens onde observou-se menores porcentagens de recuperação para matéria seca (Tabela 3). Esse fato se deve ao

aumento no conteúdo de matéria seca proporcionado pelo fubá de milho 10%. Outros aditivos com características semelhantes estão sendo utilizados na ensilagem do BRS Capiaçú, Silva et al. (2019) verificaram redução linear na perda por efluentes na silagem de BRS Capiaçú com níveis de inclusão de glicerina bruta 0 a 15%. Carvalho et al. (2021) utilizaram bagaço de malte. Fernandes et al. (2021) avaliaram a inclusão de raízes de mandioca. Esses aditivos sequestram a umidade e favorecem a diminuição nas perdas e aumento na recuperação de matéria seca.

O maior valor de pH foi verificado aos 3,5 metros com a inoculação do aditivo heterolático (Tabela 4), a medida que se aumenta a altura de corte do BRS Capiaçú, aumenta o valor de pH, pode ser explicado pela menor quantidade de carboidratos solúveis e pela maior capacidade tamponante situações essa que acometem a planta conforme o avanço da altura, segundo Tomaz et al. (2018).

A utilização de inoculante homolático aos 2,5 metros promoveu o menor valor para o pH, após a fase de respiração quando o oxigênio residual se esgota inicia-se a fase fermentativa, nas silagens de gramíneas inicialmente ocorre a produção de ácido acético responsável por inibir a proteólise enzimática da planta e bactérias indesejáveis, a medida que diminui o pH as bactérias lácticas passam a ser protagonistas no processo de fermentação, elas convertem os carboidratos solúveis em ácido láctico, considerado um ácido forte, ao aumentar as bactérias ácido lácticas na forragem, mas jovem, provavelmente com maior teor de carboidratos solúveis favoreceu parar que o pH atingisse o valor 3,34. Lopes et al. (2021) avaliaram a silagem de BRS Capiaçú em diferentes idades a rebrota sem inclusão de aditivos e verificam um aumento linear (5.12; 5.18; 3.71 e 3.85) respectivamente as idades (50, 70, 90 e 110 dias).

A MS das silagens (Tabela 3) aumentou linearmente conforme as alturas de corte (2, 2.5, 3 e 3.5m), o aditivo absorvente (10% de fubá de milho) promoveu os maiores médias de MS analisando aditivo x altura, segundo Daniel et al. (2019) devido abundancia no mercado e logística esse é o aditivo mais utilizado quando a meta é elevar a MS. Avaliando níveis de inclusão do fubá de milho na silagem do BRS Capiaçú, Paula et al; (2020) observaram além do incremento na MS, menores perdas fermentativas no processo de ensilagem.

A PB nas silagens de BRS Capiaçú (Tabela 3) diminuiu conforme o aumento da altura, resposta ao crescimento da planta que diminui o conteúdo celular e começa a

senescência Neel et al. (2016), o aditivo absorvente fubá de milho aumentou a quantidade de PB nas silagens com a forragem cortada em diferentes alturas devido ao fubá ser mais proteico que o BRS Capiacu, o mesmo resultado é observado avaliando níveis crescentes de fubá de milho Paula et al. (2020). A proteína possui capacidade tamponante, à medida que o teor dela na forragem diminui favorece o processo fermentativo, no entanto os valores observados neste trabalho estão a baixo do mínimo 7% exigidos para manutenção ruminal, fazendo com que se encontrem estratégias suplementares para os animais de produção (Negrão et al., 2016).

## **Conclusão**

Recomenda-se corta o BRS Capiacu quando a planta atingir 2 metros de altura, nessa altura a possibilidade de mais cortes durante o ano, com planta mais jovem o teor de proteína e maior, possivelmente o teor de carboidratos solúveis também. Se tratando da utilização de aditivos, recomenda-se utilizar inoculante homolático, este aumenta a população de bactérias responsáveis pela produção de ácido láctico, favorecendo a queda do pH.

## **Referências**

- ALVES, J. P., MENDES, S. S., GALEANO, E. S., JUNIOR, M. O., FERNANDES, T., RETORE, M., ... & LOPES, L. D. S. Forage Production and Quality of BRS Capiacu as a Response of Cutting Age and Nitrogen Application. **Tropical Animal Science Journal**, v. 45, n. 2, p. 179-186, 2022. <https://doi.org/10.5398/tasj.2022.45.2.179>
- AMARAL, Rafael Camargo do et al. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 532-539, 2007.
- AOAC 1996. Official methods of analysis, 16<sup>th</sup> ed. **Association of Official Analytical Chemists**: Arlington, VA).
- BORREANI, G., TABACCO, E., SCHMIDT, R. J., HOLMES, B. J., MUCK R. E. 2018. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy**

**Science**. 101:3952–3979. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-13837>

CARVALHO, J. M., da SILVA SIMÕES, A. C., de MEDEIROS, M. B. O., & RODRIGUES, A. R. P. (2021). Utilização do bagaço de malte como alimentação animal: uma alternativa para o pequeno produtor. **Cadernos UniFOA**, v. 16, n. 46, 2021.

DANIEL, J. L. P., BERNARDES, T. F., JOBIM, C. C., SCHMIDT, P., NUSSIO, L. G. 2019. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass and Forage Science**. 74:188–200. <https://doi.org/10.1111/gfs.12417>

DA SILVA, S. C., NASCIMENTO, J. R. D. (2007). Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: Características morfofisiológicas e manejo do pastejo (Advances in the research with tropical forage: Morphological characteristics and grazing management). **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36, 122–138. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000014>

FARIAS, Maicon Alexandre Silva et al. Silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) aditivadas com resíduo de açaí (*Euterpe oleracea*). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. e528101422332-e528101422332, 2021.

Fernandes, F. D., GUIMARAES JUNIOR, R., Vieira, E. A., FIALHO, J. D. F., Carvalho, M. A., Braga, G. J., ... & Malaquias, J. V.. Valor nutritivo e características fermentativas da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de raízes de mandioca. (2021)

GRANT, R. J., ADESOGAN A. T. 2018. Journal of Dairy Science Silage Special Issue: Introduction. **Journal of Dairy Science**. 101:3935–3936. doi:10.3168/jds.2018-14630. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2018-14630>

HOLMES, B.J.; MUCK, R.E. **Factors affecting bunker silos densities**. Madison: University of Wisconsin, 1999. 7p.

Jobim, C. C., L. G. Nussio, R. A. Reis, and P. Schmidt. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada Methodological advances in evaluation. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v 36, p, 101–119, 2007.

KUNG JR., L.; SHAVER, R.D.; GRANT, R.J.; SCHMIDT, R.J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of dairy Science**, v.101, p.4020–4033, 2018. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909>

LOPES, Fernando César Ferraz et al. Chemical composition and fatty acid profile of BRS Capiapu ensiled at different regrowth ages. **Embrapa Gado de Leite**-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2021.

MCDONALD, P., HENDERSON, A.R., HERON, S.J.E. (1991) **The Biochemistry of Silage** (2nd ed.). Chalcombe Publications, Marlow, Bucks, UK.

MUCK, R. E., NADEAU, E. M. G., MC ALLISTER, T. A., CONTRERAS-GOVEA, F. E., SANTOS, M. C., KUNG L. 2018. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. **Journal of Dairy Science**. 101:3980–4000. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-13839>

NEGRÃO F.M.; ZANINE A. M.; SOUZA A. L.; CABRAL L. S.; FERREIRAD. J.; NEEL, JPS, FELTON, EED, SINGH, S, SEXSTONE, AJ, & BELESKY, DP (2016) Open pasture, silvopasture and sward herbage maturity effects on nutritive value and fermentation characteristics of cool-season pasture. **Grass and Forage Science**, 71, 259-269. doi 10.1111/gfs.12172.

PACHECO, W. F., CARNEIRO, M. S. S., EDVAN, R. L., ARRUDA, C. L., CARMO, A. B. R., & SOUSA, D. L. (2013). Perdas fermentativas de silagens de capim-elefante com níveis crescentes de feno de gliricídia. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, 7, 69-75. doi: 10.21708/avb.2014.8.3.3289

PAULA, Paulo Ricardo Pereira et al. Composição bromatológica da silagem de capim-elefante BRS Capiapu com inclusão fubá de milho. **Pubvet**, v. 14, p. 148, 2020.

PEREIRA, A. V., LEDO, F. J. da S., MORENZ, M. J. F., LEITE, J. L. B., BRIGHENTI, A. M., MARTINS, C. E., MACHADO, J. C. 2016. BRS Capiapu: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem. **Embrapa**. 2:6. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1056288>

Santana, J. C. S., Da Costa, A. B. G., Costa, C. M., Gurgel, A. L. C., Camargo, F. C., Machado, W. K. R., ... & Dias, A. M. (2020). DENSIDADE E TAMANHO DE PARTÍCULAS NA QUALIDADE DE SILAGENS DE FORRAGEIRAS TROPICAIS: UMA REVISÃO. **Revista Científica Rural**, 22(2), 310-324. <https://doi.org/10.30945/rcr-v22i2.3138>

Silva DJ, Queiroz, AC 2002. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 235p.

Silva, M. C. A., Costa, N. M., Rigueira, J. P. S., Jesus, D. L. S., Silva, N. B. S., Silva Filho, W. S., ... & Monção, F. P. The Effect of Graded Levels of Crude Glycerin in BRS

Capiaçu Grass Silage: Fermentation Profile and Bromatological Composition **Iranian Journal of Applied Animal Science**, v. 9, n. 4, p. 597-602, 2019

TOMAZ, P. K., ARAUJO, L. C., SANCHES, L. A., DOS SANTOS-ARAÚJO, S. N., DE LIMA, T. O., LINO, A. de A., FERREIRA, E. M. 2018. Effect of sward height on the fermentability coefficient and chemical composition of Guinea grass silage. **Grass and Forage Science**. 73:588–598. <https://doi.org/10.1111/gfs.12349>

WILKINSON, J. M., MUCK, R. E;. 2019. Ensiling in 2050: Some challenges and opportunities. **Grass and Forage Science**. 74:178–187. <https://doi.org/10.1111/gfs.12418>