

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

**CULTIVARES DE *PANICUM MAXIMUM* PARA PRODUÇÃO  
DE SILAGEM NO BIOMA CERRADO**

**Luciana Junges**

**CAMPO GRANDE, MS  
2020**

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

**CULTIVARES DE *PANICUM MAXIMUM* PARA PRODUÇÃO  
DE SILAGEM NO BIOMA CERRADO**

Cultivars of *Panicum maximum* for silage production in the cerrado biome

**Luciana Junges**

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

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.  
Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS  
2020

## **Dedicatória**

Aos meus pais,

Francisco Inácio Junges e Noeli Junges pois sem eles eu não haveria chegado até aqui.

As minhas irmãs,

Juliane Junges Barbosa Coelho, Silvana Junges Sibirino, Eliane Junges Mecca e Luísa Junges,  
pela confiança, apoio e força em mim depositada.

A minha filha Manuela,

Meu alicerce, minha força, minha inspiração.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por absolutamente tudo.

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.

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

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

Ao meu orientador prof. Dr. Alexandre Menezes Dias pela paciência, orientação, confiança depositada, pelos “puxões de orelha”, ensinamentos, profissionalismo, amor à profissão e incentivo a pesquisa.

Ao prof. Dr. Luís Carlos Vinhas Ítavo, por sempre estar pronto a atender, pelo auxílio e pelo exemplo de profissionalismo.

Ao prof. Dr. Gelson dos Santos Difante, por estar pronto a atender, pelo auxílio e pelo exemplo de profissionalismo.

Aos meus pais, por tanto amor, carinho e dedicação, por me apoiarem mesmo quando a distância dói tanto. Amo muito vocês.

As minhas irmãs, pelo amor, amizade verdadeira, e por acreditarem tanto em mim.

A minha filha Manuela, pelo amor incondicional, pelo carinho, incentivo e compreensão, apesar da distância que machucava.

A minha segunda “mãe” Aparecida de Brito Paim e “irmã” Patrícia de Brito Paim pela ajuda, incentivo e por cuidar de minha filha com tanto carinho para conseguir estudar.

Ao Grupo de Forragicultura e Pastagens, especialmente minha amiga e parceira Eva Nara Oliveira Gomes, Cinthia Dalcin Baur, Ana Paula Viscardi da Silva, Fabiane Ortiz do Carmo Gomes Coca, Larissa Rodrigues do Nascimento, Juliana Oliveira Batistoti, Diego Martins da Silva Echeverria, Cleiber Daril Montagna, Leandro Gomes da Silva e a todos os estagiários por toda a ajuda na condução dos experimentos, pelo apoio, amizade e pelos conhecimentos. Tive imenso prazer de ter trabalhado com cada um. Minha eterna gratidão a todos.

Aos funcionários da Fazenda Escola da UFMS José Maciel Costa, Heitor Henrique Costa Valeriano, Arnoud Correa da Silva, Vicente de Gois, Marcos Antônio Medina da Silva, Luiz Gonzaga Bitencourt Ovando. A Lucimara Modesto Nonato, do laboratório de Nutrição

Aplicada por todo o auxílio, paciência e disponibilidade durante a condução dos experimentos e das análises laboratoriais.

Ao secretário do curso de Pós-Graduação em Ciência Animal (UFMS) Ricardo de Oliveira dos Santos, por toda ajuda e pelo café de todo dia, meu muito obrigada.

A todos os colegas do curso de doutorado pela força e amizade.

Por fim, gostaria de agradecer a todos meus amigos e família, que contribuíram de alguma forma para a realização desse trabalho.

MINHA ETERNA GRATIDÃO.

*“Desistir... eu já pensei seriamente nisso, mas nunca me levei realmente a sério; é que tem mais chão nos meus olhos do que o cansaço nas minhas pernas, mais esperança nos meus passos, do que tristeza nos meus ombros, mais estrada no meu coração do que medo na minha cabeça.”*

***Cora Coralina***

## Resumo

JUNGES, L. **Cultivares de *Panicum maximum* para produção de silagem no Bioma Cerrado**. 2020. 101 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2020.

Foram realizados três experimentos. Nos experimentos I e II foram avaliadas as características morfogênicas e estruturais, massa de forragem, composição química-bromatológica e digestibilidade *in vitro* em diferentes intervalos de corte e no experimento III a ensilagem em diferentes intervalos de corte aditivadas com glicerina bruta. Nos experimentos I (cultivar Mombaça) e II (cultivar BRS Zuri) avaliaram-se quatro intervalos de corte 49, 63, 77 e 91 dias, com quatro repetições, em dois anos agrícola (2015-2016 e 2016-2017), no período das águas (outubro a abril). No experimento I, na cv. Mombaça, houve efeito das idades de corte sobre as características estruturais e morfogênicas, exceto para o número de folhas vivas (4,35 folhas perfilho<sup>-1</sup>), comprimento final de folha (72,94 cm) no ano de 2015-2016. Com o avanço das idades de corte, houve aumento linear no acúmulo de forragem e na porcentagem de colmo, no entanto, o inverso foi observado para a porcentagem de folha e a relação folha colmo<sup>-1</sup>. Independente do ano de avaliação, os teores de MS, FDA e Lignina apresentaram efeito linear crescente, no entanto não houve efeito sobre os teores de FDN. Houve efeito linear decrescente das idades de corte sobre os teores de proteína bruta e digestibilidade *in vitro*. Considerando a taxa de aparecimento de folha, taxa de alongamento do colmo e relação folha colmo<sup>-1</sup>, a idade de corte recomendado para o capim-mombaça é de 49 a 63 dias, pois permite o maior acúmulo de forragem e valor nutricional durante o período das águas. No experimento II, na cultivar BRS Zuri, houve efeito dos intervalos de corte sobre as características estruturais e morfogênicas, exceto para a taxa de aparecimento foliar (0,09 folhas perfilho<sup>-1</sup> dia) e filocrono (11,03 n° dias.folha<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>) no ano de 2016 e taxa de alongamento de colmo (0,21 cm perfilho<sup>-1</sup> dia) e duração de vida de folhas (62,17 dias) no ano 2017. A massa de forragem e a porcentagem de colmo aumentaram com o avanço do intervalo de corte, no entanto, diminuíram a porcentagem de folha e relação folha: colmo. Os teores de matéria seca no ano de 2015-2016 e 2016-2017 apresentaram efeito quadrático, com mínima de 261,68 g kg<sup>-1</sup> aos 52 dias e 275,76 g kg<sup>-1</sup> aos 59 dias, respectivamente. As concentrações de FDN, FDA, fibra em detergente ácido e lignina aumentaram linearmente, enquanto que os teores de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da MS diminuíram com o aumento no intervalo de corte. O intervalo de corte do capim BRS Zuri é de 49 e 63 dias visando otimizar a massa de forragem e o valor nutricional da forragem produzida no período

das águas. No artigo III, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de glicerina bruta sobre a qualidade da silagem de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri e Mombaça em diferentes intervalos de corte. Foram conduzidos dois ensaios (cv. BRS Zuri e cv. Mombaça) experimentais. Foram avaliados os parâmetros de fermentação, perdas, composição química-bromatológica e digestibilidade *in vitro*. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3, com três intervalos de corte (65, 80 e 95 dias) e três níveis de glicerina bruta (0, 20 e 40 g kg<sup>-1</sup> na matéria natural), com quatro repetições por tratamento. Nas silagens de BRS Zuri houve interação intervalos de corte x glicerina bruta. Os menores valores de pH (dentro dos padrões recomendados) e perdas por gases foram nas silagens aos 80 e 95 dias e 20 e 40g kg<sup>-1</sup> de glicerina bruta. A inclusão de glicerina e idade de corte aumentou os teores de MS. Nas silagens de cv. Mombaça houve interação glicerina bruta x intervalos de corte. O menor valor de pH, média de 4,12, foram aos 80 dias com a inclusão de glicerina bruta. Os maiores teores de MS, média de 277,71 g kg<sup>-1</sup> foram nas silagens com a inclusão de 40g kg<sup>-1</sup> de glicerina bruta aos 95 dias. A inclusão de glicerina bruta de 20 g kg<sup>-1</sup> na ensilagem dos capins aos 80 dias contribuiu na redução das perdas no processo fermentativo e proporcionou melhorias no valor nutritivo da silagem.

**Palavras-chave:** Ensilagem, glicerina bruta, intervalos de corte, morfogênese, Mombaça, Zuri

## Abstract

JUNGES, L. Cultivars of *Panicum maximum* for silage production in the Cerrado Biome. 2020. 101 f. Thesis (Doctorate) - Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, State University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2020.

Three experiments were carried out. In experiments I and II, were evaluated the morphogenic and structural characteristics, forage mass, chemical-bromatological composition and *in vitro* digestibility at different cutting intervals and in experiment III the ensiling at different cutting intervals with crude glycerin. In experiments I (cv. Mombaça) and II (cv. BRS Zuri) four cutting intervals 49, 63, 77 and 91 days were evaluated, with four repetitions, in two agricultural years (2015-2016 and 2016-2017), in the period of waters (October to April). In experiment I, on cv. Mombaça, there was an effect of cutting ages on structural and morphogenic characteristics, except for the number of live leaves ( $4.35 \text{ tillers}^{-1} \text{ leaves}$ ), final leaf length (72.94 cm) in the year 2015-2016. With the advance of the cutting ages, there was a linear increase in the accumulation of forage and in the percentage of stem, however, the opposite was observed for the percentage of leaf and the leaf: stem ratio. Regardless of the year of assessment, the levels of DM, ADF and Lignin showed an increasing linear effect, however, there was no effect on the levels of NDF. There was a linear decreasing effect of the cutting ages on crude protein and *in vitro* digestibility. Considering the leaf appearance rate, stem elongation rate and leaf: stem ratio, the recommended cutting age for mombaça grass was 49 to 63 days, as it allows the greatest accumulation of forage and nutritional value during the waters. In experiment II, in the cultivar BRS Zuri, there was an effect of the cutting intervals on the structural and morphogenic characteristics, except for the rate of leaf appearance ( $0.09 \text{ leaves tiller}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ) and phyllochron ( $11.03 \text{ n}^{\circ} \text{ days leaf}^{-1} \text{ tiller}^{-1}$ ) in 2016 and stem elongation rate ( $0.21 \text{ cm tiller}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ) and leaf life span (62.17 days) in 2017. Forage mass and stem percentage increased with advancing interval however, the percentage of leaf and leaf: stem ratio decreased. The levels of dry matter in the years 2015-2016 and 2016-2017 showed a quadratic effect, with a minimum of  $261.68 \text{ g kg}^{-1}$  at 52 days and  $275.76 \text{ g kg}^{-1}$  at 59 days, respectively. The concentrations of neutral detergent fiber, acid detergent fiber and lignin increased linearly, while the crude protein content and *in vitro* digestibility decreased with the increase in the cutting interval. The cutting interval of the BRS Zuri grass was 49 and 63 days in order to optimize the forage mass and the nutritional value of the forage produced in the water period. In article III, the objective was to evaluate the effect of the inclusion of crude glycerin on the silage quality of *Panicum maximum* cv. BRS Zuri and Mombaça at different cutting intervals. Two experimental tests (cv. BRS Zuri and cv. Mombaça) were

conducted. Fermentation parameters, losses, chemical composition and *in vitro* digestibility were evaluated. The experimental used was completely randomized design, in a 3x3 factorial desing, with three cut off intervals (65, 80 and 95 days) and three levels of crude glycerin (0, 20 and 40 g kg<sup>-1</sup> in natural matter), with four replications per treatment. In the silages of BRS Zuri there was interaction between cutting intervals x crude glycerin. The lowest pH values and gas losses were in silages at 80 and 95 days and 20 and 40 g kg<sup>-1</sup> of crude glycerin. The inclusion of glycerin and cut-off age increased DM levels. In the silages of cv. in Mombaça there was interaction between crude glycerin x cutting intervals. The lowest pH value, mean of 4.12, was at 80 days with the inclusion of crude glycerin. The highest levels of DM, average of 277.71 g kg<sup>-1</sup> were in silages with the inclusion of 40 g kg<sup>-1</sup> of crude glycerin at 95 days. The inclusion of 20 g kg<sup>-1</sup> crude glycerin in the grass silage at 80 days of age contributed to reduce losses in the fermentation process and provided improvements in the nutritional value of the silage.

**Keywords:** cutting ages, crude glycerin, ensiling, morphogenesis, *Panicum*, Zuri

## Lista de figuras

### Revisão Bibliográfica

- Figura 1. Diagrama da relação entre as principais características morfogênicas das forrageiras os componentes estruturais do pasto, na fase vegetativa .....6

### Artigo I

- Figura 1. Temperaturas média, mínima e máxima e precipitação mensal durante o período experimental no ano 2015-2016 e 2016-2017. ....29  
.....

### Artigo II

- Figura 1. Temperaturas média, mínima e máxima e precipitação mensal durante o período experimental no ano 2015-2016 e 2016-2017. ....50

## Lista de tabelas

### Artigo I

Tabela 1. Características morfogênicas e estruturais de perfilhos de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça em diferentes idades de corte.....	34
Tabela 2. Massa de forragem, características estruturais e morfológicas de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça em diferentes idades de corte.....	36
Tabela 3. Composição químico-bromatológico de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça em diferentes idades de corte.....	38
Tabela 4. Digestibilidade <i>in vitro</i> de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça em diferentes idades de corte .....	39

### Artigo II

Tabela 1. Características morfogênicas e estruturais de perfilhos de <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri em diferentes intervalos de corte.....	55
Tabela 2. Massa de forragem, características estruturais e morfológicas de <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri em diferentes intervalos de corte.....	58
Tabela 3. Composição químico-bromatológico do <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri em diferentes intervalos de corte.....	59
Tabela 4. Digestibilidade <i>in vitro</i> de <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri em diferentes intervalos de corte .....	60

### Artigo III

Tabela 1. Características produtivas e estruturais de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça e cv. BRS Zuri antes da ensilagem em diferentes intervalos de corte .....	71
Tabela 2. Composição química de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça e cv. BRS Zuri antes da ensilagem em diferentes intervalos de corte .....	71
Tabela 3. Parâmetros das silagens de <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri e cv. Mombaça aditivadas com diferentes níveis de glicerina bruta (0, 20 e 40 g kg <sup>-1</sup> na ensilagem em diferentes intervalos de corte (65, 80 e 95 dias) .....	75
Tabela 4. Composição química das silagens de <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri e cv. Mombaça aditivadas com diferentes níveis de glicerina bruta (0, 20 e 40 g kg <sup>-1</sup> na ensilagem em diferentes intervalos de corte (65, 80 e 95 dias) .....	78

Tabela 5. Digestibilidade <i>in vitro</i> das silagens de <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri e cv. Mombaça aditivadas com diferentes níveis de glicerina bruta (0, 20 e 40 g kg <sup>-1</sup> na ensilagem em diferentes intervalos de corte (65, 80 e 95 dias).....	81
Tabela 6. Cinética da degradação <i>in vitro</i> de <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri e cv. Mombaça aditivadas com diferentes níveis de glicerina bruta (0, 20 e 40 g kg <sup>-1</sup> na ensilagem em diferentes intervalos de corte (65, 80 e 95 dias) .....	82

## Lista de abreviaturas e siglas

Comprimento final de folha = CFF

Densidade da silagem = DENS

Digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácido = DIVFDA

Digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro = DIVFDN

Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica = DIVMO

Digestibilidade *in vitro* da matéria seca = DIVMS

Duração de vida das folhas =DVF

Extrato etéreo = EE

Fibra em detergente ácido = FDA

Fibra em detergente neutro = FDN

Filocrono = FILO

Índice de área foliar = IAF

Lignina = LIG

Matéria orgânica = MO

Matéria seca = MS

Massa de forragem total = MFT

Nitrogênio amoniacal = N-NH<sub>3</sub>

Número de folhas vivas por perfilho = NFV

Perdas de matéria seca = PMS

Perdas por efluentes = PE

Perdas por gases = PG

Proteína bruta = PB

Relação folha: colmo = RF:C

Taxa de alongamento do colmo =TAIC

Taxa de alongamento foliar = TAIF

Taxa de aparecimento de folhas =TApF

Taxa de senescência de lâminas foliares = TSeF

Tecido não tecido = TNT

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	1	
2.	REVISÃO DE LITERATURA .....	3	
2.1	A espécie <i>Panicum maximum</i> .....	3	
2.2	Acúmulo de forragem. ....	4	
2.3.	Morfogenese .....	5	
2.4	Produção de silagem de capim .....	8	
3.	Parâmetros de qualidade no processo de ensilagem. ....	9	
4.	Perdas do processo fermentativo. ....	12	
5.	Qualidade da silagem .....	14	
6.	Glicerina bruta como aditivo na ensilagem. ....	15	
3.	REFERÊNCIAS .....	18	
ARTIGO I- Efeito do intervalos idade de corte nas características do capim-mombaça:			
	características morfogênicas, produtivas e nutricionais .....	26	
	Introdução .....	27	
	Material e métodos .....	28	
	Resultados .....	31	
	Discussão .....	39	
	Conclusão .....	42	
	Referências .....	42	
ARTIGO II- Características morfogênicas, estruturais e químico-bromatológicas de <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri em intervalos de corte .....			47
	Introdução .....	48	
	Material e métodos .....	49	
	Resultados .....	53	
	Discussão .....	60	
	Conclusão .....	63	
	Referências .....	63	
ARTIGO III- Glicerina bruta como aditivo na ensilagem de <i>Panicum maximum</i> cv.BRS Zuri e cv. Mombaça .....			67
	Introdução .....	68	
	Material e métodos .....	69	
	Resultados .....	72	

Discussão .....	80
Conclusão .....	82
Referências .....	82
CONSIDERAÇÕES FINAIS	85

## 1. INTRODUÇÃO

A maioria dos sistemas de produção animal das regiões tropicais são baseadas em pastagens de gramíneas C4, principalmente dos gêneros *Cynodon*, *Brachiaria* e *Panicum*, o que se torna indispensável o estudo dessas gramíneas e o seu aproveitamento na alimentação animal. As cultivares de *Panicum maximum* surgem como a principal forma de diversificação das pastagens brasileiras, pois são espécies forrageiras que se propagam por meio de sementes, apresentam alta produtividade e podem se adaptar a vários tipos de solos (Jank et al., 2011), por isso a importância da sua utilização como forragem tropical.

Nesse sentido, o resultado satisfatório da utilização de pastagens não depende só da escolha das forrageiras, mas da compreensão das características morfogênicas e estruturais e sua interação com o ambiente, uma vez que o estágio de crescimento que a planta é colhida afeta diretamente o rendimento, a composição química e a persistência (Cunha et al., 2007). Em menores idades as gramíneas apresentam melhor valor nutricional e menores quantidades de massa de forragem, no entanto, em idades mais avançadas, apresentam maior produção, ocorrem decréscimos acentuados na composição química, maior deposição de material fibroso. Logo, deve-se buscar um ponto de equilíbrio entre a produção e a qualidade da forragem.

A produção de forragem de boa qualidade é um dos fatores limitantes para melhoria dos índices zootécnicos, principalmente no período de escassez. Desse modo, a adoção de técnicas de aproveitamento da forragem na época das águas, como a produção de silagem, torna-se uma alternativa viável para a alimentação dos ruminantes.

As gramíneas do gênero *Panicum* são forrageiras que apresentam elevada produção por área e valor nutritivo, no estágio inicial de crescimento. No entanto, neste estágio, a conservação na forma de silagem pode apresentar algumas limitações, como baixos teores de matéria seca (menor que 25%) e carboidratos solúveis (abaixo de 3% da MS), além de alta capacidade tamponante, que influencia negativamente o processo fermentativo, aumentando as perdas durante a conservação (Bernardino et al., 2005).

Uma opção para evitar as perdas nutritivas durante a ensilagem é o uso de aditivos que podem estimular a fermentação adequada da forrageira, enriquecer a qualidade da silagem, melhorar a palatabilidade e o consumo (Evangelista & Lima, 1999).

Diante disso o presente trabalho é composto por quatro capítulos, sendo o primeiro uma revisão de literatura. O segundo, terceiro e quarto na forma de artigo científico, redigido de acordo com normas da revista *African Journal of Range & Forage Science*, intitulados

1 “Efeito da idade de corte nas características do capim-mombaça: características morfogênicas,  
2 produtivas e nutricionais”; “Características morfogênicas, estruturais e químico-  
3 bromatológicas de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri em intervalos de corte” e “Glicerina  
4 bruta como aditivo na ensilagem de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri e cv. Mombaça”,  
5 respectivamente.  
6

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A espécie *Panicum maximum*

As forrageiras de clima tropical se sobressaem pela elevada produção de massa forrageira durante a época das águas e, se bem manejadas, permitem atender as necessidades nutricionais dos animais de produção (Da Silva & Nascimento Junior, 2007) e tem grande importância na sustentabilidade do sistema de produção animal. Neste sentido, as gramíneas de *Panicum maximum*, surgem como a principal forma de diversificação das pastagens brasileiras (Jank et al., 2011)

A gramínea *Panicum maximum* é conhecida mundialmente pela sua produtividade elevada, adaptação as diversas condições edafoclimáticas e qualidade nutricional. De acordo com Jank et al. (2010) esta forrageira se destaca por ser a mais produtiva, propagada por sementes, ser perene, apresenta alta produção de folhas (82%), porte elevado e grande aceitabilidade pelos animais.

Dentre as cultivares mais estudadas do gênero *Panicum* no Brasil tem-se a Tanzânia lançadas em (1990), Mombaça (1993), Massai (2001), e as recentemente lançadas, BRS Zuri (2014), e as cultivares híbridas de *Panicum maximum* a BRS Tamani (2015) e BRS Quênia (2018).

A cultivar Mombaça é uma forrageira tropical perene, porte alto (média de 1,7 m) e crescimento cespitoso, lâminas foliares largas e eretas, com pouca pilosidade e bainhas glabras, colmos glabros e levemente arroxeados, inflorescência do tipo panículas (Jank et al., 2013), teores de proteína bruta (PB) variando entre 5,5 a 20,5% (Aganga & Tshwenyane, 2004) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de cerca de 66% (Santos et al., 2008). Essa gramínea apresenta alta resistência a pragas das pastagens, especialmente as cigarrinhas (Jank et al., 2010).

Para expressar todo o seu potencial de produção, a cultivar Mombaça requer solos de textura média a argilosa, fertilidade de média a alta (sem problemas de acidez), o que pode resultar em produção de até 165 ton ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> de massa verde e até 41 ton ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> de massa seca, com alta porcentagem de folhas (82%), sendo considerada uma das mais produtivas entre as cultivares de *Panicum* e com valor nutritivo apresentando em média 13,4% de PB nas folhas e 9,7% nos colmos (Jank et al., 1994), teor de FDN em média 69%. Essa cultivar é recomendada tanto para pastejo quanto para produção de silagem, devido sua alta produção de

1 biomassa, no entanto não é recomendado para produção de feno devido à presença de colmos  
2 grosseiros na arquitetura da planta (Jank et al., 2010).

3 A cultivar BRS Zuri lançada pela Embrapa Gado de Corte – Campo Grande, MS no  
4 ano de 2014. Consiste em uma gramínea cespitosa, a qual apresenta tolerância moderada ao  
5 encharcamento, mas desenvolve-se em solos drenados. Suas principais características são alta  
6 produção, elevado valor nutritivo, alta tolerância a cigarrinha das pastagens e ao fungo  
7 *Bipolaris maydis*, causador da mancha foliar (Bender, 2017).

8 Avaliadas em parcelas, a cultivar Zuri apresentou produção anual de 21,8 t ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>  
9 de matéria seca foliar, porcentagem de folha de 87%, teores de proteína bruta variaram de 11  
10 a 15% nas folhas e de 7 a 12% nos colmos. Essa cultivar é mais uma alternativa para  
11 diversificar as pastagens brasileiras, com incremento em produtividade por área e qualidade  
12 de forragem, uma vez que pode ser utilizada para pastejo, silagem e fenação.

13 As características nutritivas e produtivas das gramíneas são influenciadas pelo  
14 acúmulo de matéria seca, condições climáticas, idade e desenvolvimento fisiológico das  
15 gramíneas e a composição química é afetada pela espécie ou cultivar, idade e fertilidade do  
16 solo.

17

## 18 **2.2 Acúmulo de forragem**

19 O acúmulo de forragem de um pasto pode ser compreendido pelo estudo dos processos  
20 de senescência e morte de tecidos das plantas (Hodgson, 1990), e alongamento de colmos,  
21 para plantas forrageiras tropicais. Assim, entende-se como acúmulo líquido de forragem o  
22 crescimento de toda a parte fotossinteticamente ativa da planta da planta, desconsiderando-se  
23 o acúmulo de material senescente (Hodgson, 1990). A taxa de acúmulo de uma forrageira  
24 pode modificar amplamente em função das condições climáticas e do manejo estabelecido.

25 A determinação da produtividade através do acúmulo de matéria seca em forrageiras é  
26 uma combinação de interações complexas entre atributos genéticos e ambientais sobre os  
27 processos fisiológicos e características morfológicas (Da Silva e Pedreira, 1997). A produção  
28 de matéria seca depende da proporção de luz incidente que é interceptada assim como a  
29 efetividade de aplicação da luz solar segundo Verhagen et al. (1963) e Pearce et al. (1965).  
30 Contudo, esta sofre interferência de alguns fatores como: distribuição espacial das folhas,  
31 capacidade fotossintética e intensidade de luz.

32 Alexandrino et al. (2011) observou aumento na taxa de acúmulo de forragem quando o  
33 capim foi submetido a diferentes alturas de corte, elucidou que esse aumento na taxa de  
34 acúmulo ocorreu basicamente em função do incremento do colmo. Emerenciano Neto et al.

1 (2013) observaram uma taxa de acúmulo de  $73,4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  de MS para o capim-massai  
2 pastejado por ovelhas com alturas de 25 e 50 cm nos pós e pré-pastejo.

3 Os processos de crescimento e senescência são afetados de maneira diferente pelas  
4 práticas de manejo do pastejo e por essa razão, avaliações apenas do acúmulo de forragem,  
5 sem levar em consideração os processos independentes de crescimento e senescência,  
6 poderiam resultar em padrões inconsistentes de resposta das plantas forrageiras à desfolhação  
7 (Silva, 2006).

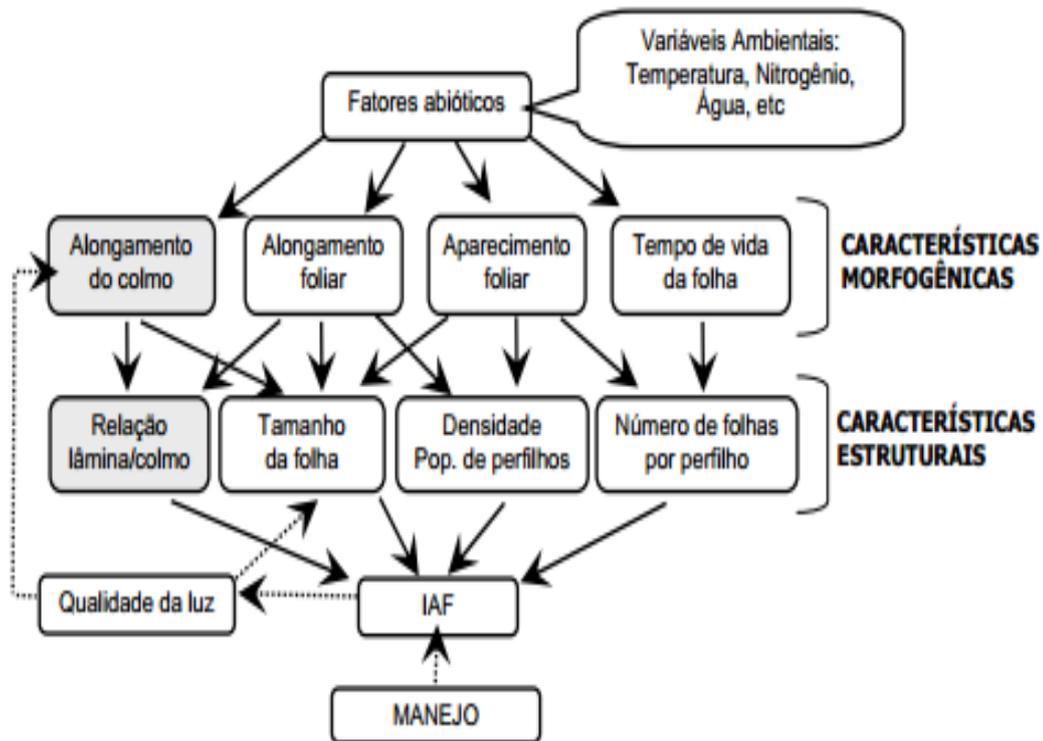
### 9 **2.3 Morfogênese**

10 O êxito no uso de pastagens resulta não só da disponibilidade de água, mas da soma de  
11 fatores, como o entendimento dos mecanismos morfofisiológicos e a interação com o  
12 ambiente, ponto fundamental para suportar tanto o crescimento quanto a manutenção da  
13 capacidade produtiva da pastagem.

14 A dinâmica de acúmulo de forragem pode ser entendida pelo estudo da morfogênese  
15 vegetal, a qual é determinada como sendo o processo responsável pelo aparecimento e  
16 expansão da forma no espaço, ou seja, a formação e desenvolvimento de fitômeros sucessivos  
17 (Lemaire & Chapman, 1996). Os estudos de fluxo de tecidos por meio da morfogênese é uma  
18 importante ferramenta para avaliação da dinâmica de folhas e perfilhos em gramíneas (Garcez  
19 Neto et al., 2002).

20 A produtividade das gramíneas forrageiras decorre da contínua emissão de folhas e  
21 perfilhos, processo que assegura a restauração da área foliar após os cortes e a perenidade da  
22 pastagem. Os processos de formação e desenvolvimento de folhas são fundamentais para o  
23 crescimento vegetal, considerando a importância das folhas no processo de fotossíntese, ponto  
24 de partida para a formação de novos tecidos (Santos et al., 2012).

25 A morfogênese pode ser descrita por quatro características básicas (Figura 1): taxa de  
26 aparecimento foliar (TApF), taxa de alongamento de folhas (TAIF), duração de vida da folha  
27 (DVF) (Chapman & Lemaire, 1996) e taxa de alongamento do colmo (TAIC) (Sbrissia & Da  
28 Silva, 2001). Essas variáveis associadas entre si determinam as características estruturais dos  
29 pastos incidindo diretamente sobre o índice de área foliar. O alongamento de colmo, em  
30 gramíneas tropicais, atribui uma influência nas características morfogênicas e determinam  
31 variáveis estruturais do dossel forrageiro como a relação folha:colmo (Sbrissia & Da Silva,  
32 2001) (Figura 1).



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

Figura 1. Diagrama da relação entre as principais características morfogênicas das forrageiras e os componentes estruturais do pasto, na fase vegetativa (Chapman & Lemaire, 1993, adaptado por Sbrissia & Da Silva, 2001).

As características morfogênicas são determinadas geneticamente, no entanto, sofrem influência das estações do ano, dos fatores do ambiente (água, luz, temperatura) e do estágio de desenvolvimento (Chapman & Lemaire, 1996), no entanto, as características estruturais são influenciadas por alterações nas características morfogênicas, frequência e intensidade de pastejo (Barbosa et al., 2011; Doneda; Santos; Sbrissia, 2012).

A taxa de aparecimento de folha (TApF) desempenha papel central na morfogênese, por relacionar diretamente com índice de área foliar, influenciando a densidade de perfilhos e número de folhas por perfilho (Chapman & Lemaire, 1993). Expressa o número médio de folhas surgidas em um perfilho por unidade de tempo e seu inverso estima o filocrono e representa a soma térmica entre o surgimento de duas folhas consecutivas (Da Silva & Nascimento Junior, 2007).

A temperatura é o fator climático que mais afeta a TApF, a qual é percebida pelo meristema apical. A TApF tende a diminuir, no decorrer do crescimento da gramínea, na

1 realidade, a taxa de iniciação das folhas no meristema apical permanece constante em função  
2 da temperatura, no entanto o aumento do comprimento da bainha das folhas sucessivas de  
3 gramíneas cespitosas ocasiona uma maior demora no surgimento das folhas acima do  
4 pseudocolmo (Duru & Ducrocq, 2000).

5 A taxa de alongamento foliar (TAIF) é a variável mais correlacionada com produção  
6 de forragem, ao passo que essa taxa é afetada de forma variada pelos fatores do ambiente e de  
7 manejo. O alongamento foliar de gramíneas é restringido na zona basal da folha em expansão  
8 que está protegida pelo conjunto de bainhas das folhas mais velhas ou pseudocolmo (colmo +  
9 bainha) (Skinner & Nelson, 1995).

10 A duração da vida da folha (DVF) determina o intervalo de tempo que a folhas  
11 permanecem vivas no perfilho, ou seja, desde o seu aparecimento até a senescência (Sbrissa,  
12 2004). O efeito do corte pode alterar a DVF, pois o maior alongamento de lâminas foliares  
13 atrasa o processo de senescência, podendo aumentar a DVF.

14 Taxa de alongamento de colmo (TAIC) é uma variável de grande importância no  
15 manejo de gramíneas cespitosas do tipo C4, em consequência do seu alongamento ainda na  
16 fase vegetativa sendo diretamente influenciada com a disponibilidade de água e luz. O  
17 aumento na TAIC incrementa o rendimento forrageiro, no entanto, interfere  
18 significativamente na estrutura do dossel em virtude do estreitamento da relação folha:colmo  
19 (Cândido et al., 2005). Além disso, essa estrutura influencia na TApF e comprimento da  
20 lâmina foliar em virtude do percurso da folha dentro do pseudocolmo (Sbrissia & Da Silva,  
21 2001).

22 As características morfogênicas como tamanho final da folha, densidade populacional  
23 de perfilhos e número de folhas vivas por perfilhos determinam as características estruturais  
24 do dossel forrageiros. O tamanho final da folha é determinado pela relação entre a TApF e  
25 TAIF, enquanto que as folhas de menor tamanho são associadas a valor elevado de TApF  
26 (Nabinger & Pontes, 2001). Outro fator que influencia o tamanho da folha é o comprimento  
27 da bainha (Duru & Ducrocq, 2000).

28 O número de folhas vivas é uma característica estrutural dependente do tempo de vida  
29 de folha e TApF, por em que qualquer mudança nestas taxas afetará o número de folhas, pois  
30 esta é uma característica geneticamente estável (Chapman & Lemaire, 1993), ou seja, para  
31 cada folha que morre, surge uma nova folha, sendo esta influenciada pelas condições  
32 climáticas, disponibilidade de água, nutrientes, idades da planta, entre outros fatores.

33 O conhecimento das características morfogênicas e estruturais de uma forragem e taxa  
34 de acúmulo líquido de forragem auxilia e inclusive eleva a exatidão das referências utilizadas

1 no estabelecimento de métodos de manejo da desfolhação em pastagens (Difante et al., 2008),  
2 além de que auxiliar na tomada de decisão para determinar as idades de corte para o processo  
3 de conservação de forragem.

#### 4 5 **2.4 Produção de silagem de capim**

6 O setor pecuário é um dos segmentos da economia agrícola de crescimento mais  
7 rápido, particularmente nos países em desenvolvimento. Com isso, há uma procura por  
8 produtos lácteos e cárneos, o que surge questões de como esta demanda será atendida, visto  
9 que o acesso a base forrageira é uma prioridade fisiológica dos ruminantes e econômica dos  
10 produtores (Dunièrea et al., 2013).

11 A pecuária brasileira é baseada em pastagens de gramíneas C4 dos gêneros  
12 *Brachiaria*, *Panicum* e *Cynodon* que apresentam potencial próximo de 17 toneladas de MS  
13 ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>. A elevada disponibilidade da massa verde sazonal destas gramíneas torna a  
14 ensilagem bastante promissoras (Lima Junior, 2014). Vale ressaltar que as espécies  
15 forrageiras com alta produção de forragem e boa qualidade nutricional são importantes para  
16 sustentabilidade da produção animal.

17 No entanto, a estacionalidade da produção de volumosos é apontada como um dos  
18 fatores que mais afeta a produtividade animal, sendo que as condições edafoclimáticas são  
19 responsáveis por grande variação na produtividade das gramíneas durante todo o ano. A baixa  
20 qualidade das pastagens, principalmente no período seco do ano aliada a ausência de planos  
21 nutricionais tem acarretado menor produtividade animal (Magalhães, 2013).

22 A ensilagem é um método tradicional de conservação de forragens e grãos frescos.  
23 (Gollop et al., 2005). O principal objetivo da ensilagem é manter a disponibilidade de  
24 forragem ao longo do ano como principal fonte de alimento com alto valor nutricional para  
25 ruminantes, melhorando assim a sustentabilidade econômica e ambiental dos sistemas de  
26 produção. (Dunièrea et al., 2013).

27 Silagem é o produto de fermentação de culturas agrícolas, em condições de  
28 anaerobiose. O princípio básico da silagem é a fermentação de açúcares por bactérias, com  
29 produção de ácidos orgânicos e consequente redução do pH da massa ensilada.

30 Neste sentido, a busca de forrageiras de alto valor nutritivo e que apresentam alta  
31 produção de matéria seca são necessárias para produção de silagem. Pedreira et al. (2014)  
32 verificaram produção de forragem durante o período das águas para o capim-mombaça de  
33 15.500 kg MS<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>, produção está superior ao capim Tanzânia (13.600 kg MS<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>).

1 A necessidade da pecuária de corte de se tornar mais competitiva, no com o objetivo de  
2 reduzir os custos e aumentar de produtividade, a silagem de capim tem se tornado uma  
3 atividade crescente entre os produtores, já que nem sempre é possível produzir grãos nas  
4 propriedade por ser uma atividade muito onerosa, no entanto, para a produção de silagem de  
5 capim, o pasto precisa ser manejado e adubado adequadamente para ter uma produção de  
6 massa, além de maquinário apropriado para efetuar o corte das forrageiras.

### 7 8 **3. Parâmetros de qualidade no processo de ensilagem**

9 A qualidade da silagem é obtida quando o processo fermentativo é completado  
10 satisfatoriamente (Mohd-Setapar et al., 2012). A tecnologia de ensilagem consiste na  
11 conservação anaeróbica da forragem úmida por meio de fermentação ácida, com o intuito de  
12 prolongar o tempo de armazenamento e melhorar a palatabilidade, o que pressupõem na  
13 restrição de bactérias indesejáveis, leveduras, fungos e atividade enzimática de plantas, com o  
14 mínimo aquecimento.

15 A qualidade da silagem obtida está relacionada diretamente com o material de origem,  
16 do estágio de maturação, das condições de ensilagem, condições climáticas e microbiota  
17 epifítica (Tavares et al., 2009), além dos fatores intrínsecos às plantas, como o teor de matéria  
18 seca (MS) e carboidratos solúveis (CS) do seu poder tampão (PT) no momento do corte  
19 (McDonald et al., 1991) e da natureza do processo fermentativo, o que refletirá diretamente na  
20 composição química.

21 Na qualificação do processo fermentativo devem ser consideradas as características  
22 químicas das silagens, que abrangem os teores de matéria seca (MS), valor de pH, conteúdo  
23 de nitrogênio amoniacal ( $\text{NH}_3/\text{NT}$ ) e os teores de ácidos orgânicos (lático, acético e butírico)  
24 (Tomich et al., 2003).

25 O conteúdo de MS da forrageira antes da ensilagem é importante para uma boa  
26 fermentação no silo (Ashbell & Weinberg, 2003) garantindo a conservação da massa ensilada.  
27 Teores elevados de umidade favorecem o crescimento das bactérias do gênero *Clostridium*  
28 que se desenvolvem às expensas de carboidratos e proteínas da massa ensilada causando  
29 perdas sensíveis do valor nutritivo e perdas por efluentes (Castro et al., 2006; Jobim et al.,  
30 2007). Por outro lado, teores elevados de matéria seca dificultam a compactação e expulsão  
31 do oxigênio, com isso, levando um aumento da fase aeróbica no processo de ensilagem  
32 (Vilela, 1984; Machado, 2009).

33 Um teor recomendado de matéria seca é de 25% de MS (McDonald et al., 1991) como  
34 um requisito para minimizar a perdas por efluentes e preservação dos nutrientes do material

1 ensilado. No entanto, esse teor de MS deve ser tratado com cautela porque fatores como a  
2 estrutura física da forragem, capacidade tampão, compactação e das populações de bactérias  
3 ácido lácticas (BAL) podem influenciar no processo fermentativo. Os teores de MS aumentam  
4 à medida que as plantas amadurecem, bem como os teores de fibras. Ao passo que as plantas  
5 amadurecem, ocorre a redução progressiva da proporção foliar e intensificação no  
6 alongamento do pseudocolmo, isto, resulta na redução do conteúdo celular e no valor  
7 nutricional da planta com o avanço da maturidade (Santos et al., 2014).

8 A densidade de compactação é outro fator que pode influenciar a qualidade das  
9 silagens, uma vez que maiores densidades permitem maior expulsão do oxigênio da massa  
10 ensilada, reduzindo a respiração, o que previne perdas excessiva de MS, resultante da  
11 oxidação de açúcares solúveis (MUCK, 1988).

12 Para a produção de silagens de qualidade, os carboidratos solúveis são as principais  
13 fontes de substrato para os microorganismos fermentadores na ensilagem (Lima Junior et al.,  
14 2014). O teor de carboidratos inicial é entre 6 e 8 % de MS, uma vez que os teores de  
15 carboidratos junto com a atividade das bactérias lácticas epifíticas determinam a taxa de  
16 declínio do pH durante a fase inicial da ensilagem, o que é imprescindível para a produção de  
17 silagem estável (Woolford ,1984). Logo, o sucesso da preservação depende de condições  
18 biológicas e químicas apropriadas que permitam uma diminuição rápida e suficiente do pH e a  
19 estabilização de um pH baixo dentro da silagem (Allen et al., 2003).

20 No passado, o valor de pH em silagens foi considerado, um indicador importante na  
21 qualidade do processo fermentativo, podendo classificar as silagens em termos de qualidade.  
22 No entanto, atualmente, essa variável deve ser utilizada com critério para fazer inferências a  
23 qualidade de fermentação (Andrade et al., 2010). Apesar disso, o pH ainda continua sendo um  
24 bom indicador de qualidade de fermentação em silagens com baixo teor de MS (Cherney &  
25 Cherney, 2003). O valor de pH considerado como ideal segundo McDonald et al. (1991) deve  
26 estar entre 3,5 a 4,2, sendo que em gramíneas este valor é de até de 4,5.

27 Avaliando silagens com aditivos, Desta et al. (2016), verificaram que o pH nas  
28 silagens aditivadas com 2% melão e associação de melão e lactobacilos apresentaram pH  
29 abaixo de 4,5. Essa redução segundo os autores pode ser decorrente do aumento direto de  
30 substratos fermentescíveis promovendo a produção suficiente de ácido láctico e com isso  
31 preservando a silagem com baixo pH.

32 Avaliando silagem de cultivar Mombaça com 70 dias de rebrota com aditivos  
33 agroindustriais (farelo de trigo, resíduo de soja e uréia) Oliveira et al. (2014), verificaram  
34 decréscimo no pH, constatando a eficiência dos aditivos na redução do pH, exceto para a ureia

1 que é um aditivo alcalinizante. A adição de glicerina bruta (1-15% da matéria natural) na  
2 ensilagem de Tifton promoveram a redução do pH, isto provavelmente ocorreu devido as  
3 características química da silagem associadas com a compactação favoreceu o  
4 desenvolvimento de bactérias homo e heterofermentativas, produzindo ácido acético e lático  
5 (Rigueira et al (2017). No entanto, Orrico Junior et al. (2017) não verificaram diferença nos  
6 valores de pH na silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Piatã com a inclusão crescentes de  
7 doses de glicerina (0 – 300 g kg<sup>-1</sup> de MS da silagem).

8 Valores baixos de pH indicam acréscimo na produção de ácido lático, com isso  
9 reduzindo a produção de outros ácidos orgânicos não desejáveis, e uma redução na proteólise  
10 resultando na diminuição nos valores de NH<sub>3</sub>/NT (Muck, 1996).

11 Os teores de N-NH<sub>3</sub> em silagens é um indicador de perdas de nitrogênio durante o  
12 processo fermentativo juntamente com o pH. McDonald et al. (1991) inferiram que a falta de  
13 estabilidade na fermentação da silagem resulta na degradação extensiva de aminoácidos em  
14 amônia, CO<sub>2</sub> e aminas, com isso aumentando os teores de N-NH<sub>3</sub>. Mahanna (1994)  
15 estabeleceu que silagens de gramíneas e leguminosas com teores de NH<sub>3</sub>/NT entre 10 a 15%  
16 são consideradas de boa qualidade.

17 Os principais ácidos produzidos nas silagens são o ácido lático, acético e butírico. Os  
18 valores de ácido lático para garantir a fermentação adequada devem ser no mínimo de 2% da  
19 MS (McDonald et al., 1991).

20 A produção de ácido acético está relacionada com os menores teores de MS e menor  
21 conteúdo de carboidratos solúveis das silagens, o que favorecem a elevada atividade de  
22 microorganismos indesejáveis produtores de ácido acético. A concentração de ácido acético  
23 varia de 1 a 10% da MS, em silagens bem conservada os teores ficam entre 2 a 5% da MS  
24 (McDonald et al., 1991).

25 Fermentações inadequadas com intensa atividade de *Clostridium* e degradação  
26 protéica refletem em concentração de ácido butírico maior que 2,5% da MS nas silagens  
27 (McDonald et al, 1991). Li et al. (2014) reportaram que a combinação de melaço (2%) e  
28 celulase (0,02%) aumentaram a produção de ácido butírico na silagem de *Pennisetum*  
29 *purpureum* Schumacher × *Penicillium glaucum* (Linnaeus) R. Brown, com isso diminuindo a  
30 qualidade da fermentação. É possível que a atividade da celulase tenha sido inibida pelas  
31 bactérias ácido lácticas ou outros microorganismos.

32 A fim de melhorar a qualidade da silagem de *Pennisetum purpureum* Schumacher ×  
33 *Penicillium glaucum* (Linnaeus) R. Brown, Li et al. (2014) avaliaram os efeitos da sacarose,  
34 glicose, melaço e celulase e a combinação dos aditivos na qualidade de fermentação e

1 verificaram que os aditivos foram eficazes na diminuição do pH, ácido acético, ácido  
2 propiônico e os teores de  $\text{NH}_3/\text{NT}$ , e aumentaram significativamente o teor de ácido lático  
3 quando comparadas ao controle. A adição de carboidratos (sacarose, glicose, melão) podem  
4 ser usados como substratos para o crescimento das bactérias ácido lácticas com isso acelerando  
5 a produção de ácido lático, diminuindo o pH nas silagens, bem como, a adição é eficaz para  
6 compensar a perda de carboidratos solúveis causada por microrganismos indesejáveis iniciais  
7 e garantir uma quantidade suficientes para o crescimento das BAL e manter o pH baixo (Cao  
8 et al., 2010, Heinritz et al., 2012, Li et al., 2014).

9 Valores mais baixos de pH e teores de  $\text{NH}_3/\text{NT}$  foram reportados por Santos et al.  
10 (2014) em silagens de capim-mombaça colhidas em intervalos de rebrota mais altos (65 dias)  
11 em relação a silagens de plantas mais jovens (35 dias), indicando silagens de melhor  
12 qualidade. Este efeito pode devido aos valores mais elevados de MS (25,10 e 19,75%,  
13 respectivamente) e carboidratos solúveis (5,85 e 3,75%, respectivamente), promovendo uma  
14 maior produção de ácido lático e uma redução nas perdas. Reduções nos teores de pH e  $\text{NH}_3$   
15 em silagens de *Brachiaria decumbens* em função de intervalos de rebrota foram relatados por  
16 Santos et al. (2011).

17 As gramíneas perenes geralmente são susceptíveis, durante a ensilagem a perdas, em  
18 razão de o seu alto poder tampão, alta umidade e baixo teor de carboidratos solúveis durante a  
19 ensilagem (Ribeiro et al., 2009). Essas características prejudicam a produção de ácido lático,  
20 e, conseqüentemente, a redução do pH em silagens, o que resulta em processo de fermentação  
21 ineficiente (Woolford, 1984), ocasionando perdas no processo fermentativo nas silagens.

22

#### 23 **4. Perdas do processo fermentativo**

24 Os processos fermentativos podem causar transformações na composição química da  
25 silagem e conseqüentemente alterar a sua qualidade. O atraso na fermentação devido a  
26 presença de microrganismos deterioradores que competem com as bactérias ácido lácticas por  
27 substrato podem gerar perdas e diminuir o valor nutritivo do material ensilado (Pereira et al.,  
28 2014).

29 A quantificação das perdas nas silagens, segundo McDonald et al. (1981) pode ser  
30 realizada pelo desaparecimento de MS ou energia durante a ensilagem. As principais fontes  
31 de perdas de energia são, sobretudo pela respiração residual durante o enchimento do silo e  
32 imediatamente após a sua vedação; pelo tipo de fermentação no silo; produção de efluente;  
33 fermentação secundária, e pela deterioração após abertura do silo. As perdas pelo  
34 desaparecimento da MS ou energia variam entre 7 a 40%.

1 As principais perdas por fermentação (MS e de energia) são causadas pelo aumento da  
2 atuação dos microorganismos indesejáveis principalmente do gênero *Clostridium* que  
3 produzem ácido butírico, água, CO<sub>2</sub> (McDonald et al., 1991).

4 Além das perdas de MS e energia, a silagem está sujeita as perdas por efluentes e  
5 gases, que estão associadas ao teor de umidade. A maior quantidade de efluente produzidos  
6 ocorre na fase inicial da ensilagem, sendo que no efluente estão várias substâncias  
7 indesejáveis, além de compostos orgânicos como açúcar, ácidos, proteínas e minerais  
8 (McDonald et al.,1991; Nussio et al., 2002). As perdas por efluentes estão associadas a  
9 compactação da massa ensilada que influencia diretamente na quantidade de efluente  
10 produzida (McDonald, 1991).

11 O efluente carrega estes compostos solúveis e conseqüentemente afeta diretamente a  
12 concentração de nutrientes na silagem e por essa razão, a qualidade da mesma. Outras  
13 substâncias, tais como cadaverina, putrescina, histamina e demais aminas biogênicas, que são  
14 oriundos da degradação de aminoácidos (Jobim et al., 2007). Segundo Nussio et al. (2002),  
15 essas perdas além de reduzir o valor nutricional, ainda podem contaminar o meio ambiente.

16 A perda de MS da silagem por efluente podem exceder 10% quando se faz a  
17 ensilagem de forrageiras com alto teor de umidade, pois favorecem o desenvolvimento de  
18 bactérias indesejáveis (*Clostridium*), contudo, quando os teores de MS variam de 25 a 35% as  
19 perdas podem ser nulas ou pouco significativas (Woolford,1984).

20 Durante o processo de ensilagem, a perda por gases deve ser levada em consideração,  
21 uma vez que essas perdas estão relacionadas ao tipo de fermentação advinda do processo de  
22 fermentação (McDonald et al., 1991). Quando a fermentação ocorre via bactéria  
23 homofermentativas, onde o substrato das bactérias para a produção de ácido lático é a glicose,  
24 as perdas são bem inferiores. Neste caso, a produção de ácido lático por meio do metabolismo  
25 de carboidratos solúveis, é imprescindível para redução do pH das silagens (Viana et al.,  
26 2013).

27 Entretanto, quando a fermentação advém de bactérias heterofermentativas,  
28 enterobactérias e leveduras, ocorrem produção de CO<sub>2</sub> e álcool e as perdas são consideráveis.  
29 Quanto maior o teor de umidade da planta maior será a produção de gás, pois haverá maior  
30 incidência de fermentações desejáveis. Orrico Jr et al. (2017) avaliando a inclusão de glicerina  
31 bruta na ensilagem de *Brachiaria brizantha* cv Piatã, verificaram a diminuição das perdas por  
32 gases com a inclusão de glicerina.

1 Com o intuito de reduzir as perdas de nutrientes por efluentes e gases e ao mesmo  
2 tempo preservar o valor nutricional da silagem e auxiliar no processo de conservação das  
3 forrageiras, a utilização de aditivos são uma alternativa viável (Zanine et al., 2007).

#### 4 5 **5. Qualidade da silagem**

6 A qualidade da forragem depende de seus constituintes, o qual pode variar dentro de  
7 uma espécie, de acordo com a parte da planta, da adubação, da idade da planta, entre outros  
8 fatores. Com o avanço da idade, ocorrem mudanças morfológicas e bromatológicas nas  
9 gramíneas, como a redução dos teores de proteína bruta e da digestibilidade da matéria seca e  
10 aumento da fibra em detergente neutro, comprometendo o valor nutritivo da forragem. Portanto,  
11 deve-se conciliar o rendimento forrageiro com o valor nutritivo da planta, para obtenção de uma  
12 silagem de qualidade sem comprometer o desempenho animal (Ribeiro et al., 1999).

13 A qualidade da silagem esta intimamente relacionada às características agronômicas  
14 das plantas forrageiras, o que torna de suma importância o estudo das partes de cada  
15 componente. A qualidade de uma gramínea é representada pela associação da composição  
16 bromatológica, da digestibilidade e do consumo voluntário e desempenho animal (Martins et  
17 al., 2003), além disso, o processo de conservação é outra característica que determina a  
18 qualidade de uma cultura ensilada.

19 A fibra em detergente neutro (FDN) corresponde a parte de carboidratos dos alimentos  
20 de digestão lenta ou indigestível e, conforme a sua concentração e digestibilidade, estabelece  
21 limitações do consumo de MS devido ao enchimento do rúmen (Mertens, 1992; Mertens,  
22 1994; Berchielli et al., 2006). Desta forma, quanto menor o teor de FDN da silagem maior  
23 será o consumo de matéria seca (Leonel et al., 2009). A parte fibrosa geralmente possui a  
24 maior parcela da matéria seca da forragem e inclui a hemicelulose, celulose e lignina.

25 A produção de gás *in vitro* é uma das técnicas utilizadas para verificar a qualidade de  
26 forragens conservadas e dos outros alimentos e que tem sido aceita por muitos pesquisadores  
27 pois correlaciona sobre a avaliação nutricional de alimentos para animais (Muck et al., 2007;  
28 Negesse et al., 2009; Van Ranst et al., 2013; Zhou et al., 2011), demonstrando uma correlação  
29 entre o conteúdo nutricional e a produção cumulativa de gás *in vitro*. Existe diferença nas  
30 características de fermentação sendo esta diferença pode estar relacionada ao volumoso.  
31 Alimentos de baixa qualidade são difíceis de ser metabolizados pelos microorganismos,  
32 levando a defasagem da fermentação *in vitro* e produção de gás (Li et al., 2014).

33 Li et al. (2014) avaliando silagens de *Pennisetum purpureum* Schumacher×*Penicillium*  
34 *glaucum* (Linnaeus) aditivadas com sacarose, glicose, do melão e celulase e a combinação

1 dos aditivos, verificaram que todos os aditivos afetaram a composição química, aumentando o  
2 teor de PB, digestibilidade *in vitro* da MS e a energia metabolizável estimada a partir da  
3 produção de gás e diminuição do teores de fibras, sendo que a diminuição da fração fibrosa  
4 pode ser atribuído aos efeitos sinérgicos da celulase e do carboidrato.

5 Bureenok et al. (2012) avaliando o efeito de aditivos (sem aditivo, suco fermentado de  
6 bactérias ácido láctica ( $5.58 \log^{10}$ ), melão (5%) e farinha de mandioca (5%)) na silagem de  
7 capim Napier, verificaram que o teor de FDN e FDA foi menor nas silagens aditivadas com  
8 melão e farinha de mandioca em comparação as outras silagens. Essa redução pode ser  
9 explicada pela adição do melão e da farinha de mandioca (fontes não fibrosas) o que dilui a  
10 proporção de fibra. Outro fato observado é que a redução do FDN nas silagens experimentais  
11 aditivadas em comparação ao controle pode ser decorrente da hidrólise do nitrogênio ligado a  
12 FDN durante a fermentação (Huisden et al., 2009).

## 14 **6. Glicerina como aditivo para ensilagem**

15 Os aditivos normalmente são utilizados quando os capins tropicais nem sempre  
16 apresentem características que garantem o processo de fermentação satisfatório durante a  
17 ensilagem (25 a 35% de teor de matéria seca, teor de carboidratos solúveis de 8 a 15% de MS  
18 e baixo poder tampão  $<20 \text{ eq.mg HCl}/100\text{gMS}$ ) (McDonald et al., 1981).

19 A utilização de aditivos no Brasil tem aumentado devido à demanda gerada por  
20 forrageiras tropicais, e tem sido uma tecnologia adotada com o propósito de influenciar no  
21 processo fermentativo, melhorando a qualidade de fermentação da silagem e preservando o  
22 valor nutritivo da cultura ensilada (Silva, 2013), além de auxiliar na diminuição de perdas  
23 superficiais, podendo haver aumento no valor energético, na digestibilidade da fibra e matéria  
24 seca (Keplin, 2006).

25 Os aditivos para serem utilizados devem ser de fácil manipulação, seguro, melhorar a  
26 qualidade higiênica, aumentar o valor nutritivo, limitar as fermentações secundárias  
27 indesejáveis, reduzir as perdas de matéria seca e a deterioração aeróbia e ainda ser  
28 econômicos. Sobretudo vale ressaltar que os aditivos adicionados na silagem não mudarão a  
29 forragem de má qualidade para uma silagem de boa qualidade, mas sim poderá melhorar uma  
30 forragem de boa qualidade a tornar-se excelente (Yitbarek & Tamir, 2016).

31 A glicerina é o um coproduto gerado na fabricação de biodiesel, representando  
32 aproximadamente 10% da produção. Decorrente do aumento da produção de biodiesel, a oferta  
33 de glicerina tem se situado em nível superior a demanda, com isso, o excedente tem causado

1 preocupação, já que esta glicerina gerada da produção de biodiesel é altamente poluente  
2 (Toohey et al., 2014).

3 A glicerina bruta tem potencial para ser utilizada como aditivo estimulador de  
4 fermentação, pois características interessantes como alta densidade energética, sabor  
5 adocicado e disponibilidade. A utilização de glicerina bruta na ensilagem pode melhorar o  
6 valor nutricional da forragem ensilada, pois na sua composição apresenta, em média, 75 a  
7 80% de glicerol, 80 a 90% de matéria seca, podendo reduzir as perdas fermentativas, sendo o  
8 restante composto por água, ácidos graxos (7 a 13%), minerais oriundos dos catalisadores (2 a  
9 3%; principalmente sódio) e álcool (<0,5%) (Kerr et al., 2009).

10 Orrico Jr et al. (2017) avaliou as perdas fermentativas e o valor nutricional de silagens  
11 de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã com a inclusão de quatro doses de glicerina (0, 100,  
12 200 e 300 g kg<sup>-1</sup>) em duas idades de corte (45 e 60 dias) e verificou que a inclusão não alterou  
13 o pH, entretanto reduziu as perdas por gases e as concentrações de fibra na silagem,  
14 melhorando composição química da silagem. A glicerina bruta pode ser utilizada na dose de  
15 300g kg de MS apresentou os melhores resultados.

16 Rigueira et al. (2017) avaliou a inclusão de glicerina bruta na ensilagem de capim  
17 Tifton 85 e verificou que a inclusão de 1%, 5%, 10% e 15% de glicerina bruta diminuiu 18%,  
18 20% e 22% o valor de pH em relação a silagem controle (5,0), respectivamente. A inclusão de  
19 15% de glicerina bruta na silagem de capim Tifton 85 aumentou 4,3% o teor de carboidratos  
20 totais, 67,4% o teor de extrato etéreo e 17,7% o teor de nutrientes digestíveis totais em relação  
21 à silagem controle.

22 Dias et al. (2014) avaliou a glicerina bruta na ensilagem de cana de açúcar e verificou  
23 que a glicerina bruta aumentou os teores de MS e extrato etéreo, melhorou a digestibilidade  
24 da MS e reduziu as perdas por gases, com isso sendo uma alternativa de utilização da  
25 glicerina como aditivo na ensilagem.

26 As gramíneas do gênero *Panicum* apresentam elevada produção por área e valor  
27 nutritivo, no seu estágio inicial de crescimento. No entanto, a conservação na forma de  
28 silagem, neste estágio inicial pode ocorrer algumas limitações, principalmente o baixo teor de  
29 MS, que pode influenciar negativamente o processo fermentativo, porém em idades mais  
30 avançadas apresentam maior massa de forragem, decréscimos na composição química, maior  
31 deposição de compostos fibrosos. Assim, uma estratégia que pode auxiliar na melhoria do  
32 processo fermentativo e /ou no valor nutricional das silagens seria a utilização de aditivos.

## REFERÊNCIAS

- 1  
2 AGANGA, A.A.; TSHWENYANE, S. Potentials of guinea grass (*Panicum maximum*) as a  
3 forage crop in livestock production. **Pakistan J. Nutr.** v.3, p 1–4, 2004.
- 4 ALLEN, M.S., COORS, J.G., ROTH, G.W. CORN SILAGE. IN: AL-AMOODI, L.,  
5 BARBARICK, K. A., VOLENEC, J.J., DICK, W.A. (Eds.), **Silage Science and Technology**.  
6 American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science  
7 Society of America, Inc., Wisconsin, USA, p. 547–608, 2003.
- 8 ANDRADE, A.P.; QUADROS, D.G.; SILVA, P.H.S.; ARAÚJO, J.A.M.; ALMEIDA, J.A.R.;  
9 SANTOS, L.I.J. Estabilidade aeróbia da silagem de capim elefante com diferentes proporções  
10 de casquinha de soja de fubá de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE  
11 BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...**Salvador: SBZ, 2010, CD-  
12 ROM.
- 13 ASHBELL, G., WEINBERG, Z.G. 2003. **Silage from tropical cereals and forage crops**.  
14 Acesso março. 2018. Disponível em: [http://www.fao.org/ag/agp/agpc/gp/silage/html/paper7.](http://www.fao.org/ag/agp/agpc/gp/silage/html/paper7.htm)  
15 htm.
- 16 BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; VILELA, H.H.; SILVA, S.C. da;  
17 EUCLIDES, V.P.B.; SBRISSIA, A.F.; SOUSA, B.M.L. Morphogenic and structural  
18 characteristics of guinea grass pastures submitted to three frequencies and two defoliation  
19 severities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 947-954, 2011.
- 20 BENDER, S.E. Vitrine de forrageiras. In. ZANELA, M.B.; DERETI, R.M. (Ed). **Boas**  
21 **práticas agropecuárias na produção de leite: da pesquisa para o produtor**. Embrapa  
22 Clima Temperado, p. 15-38, 2017.
- 23 BUREENOK, S., NAMIHIRA, T., TAMAKI, M., MIZUMACHI, S., KAWAMOTO, Y.,  
24 NAKADA, T. Fermentative quality of *Guinea grass* silage by using fermented juice of the  
25 epiphytic lactic acid bacteria (FJLB) as a silage additive. **Asian-Australasian Journal of**  
26 **Animal Science**, v.18, p. 807–813, 2005.
- 27 BUREENOK, S.; YUANGKLANG, C.; VASUPEN, K.; SCHONEWILLE, J.T.;  
28 KAWAMOTO, Y. The Effects of Additives in Napier Grass Silages on Chemical  
29 Composition, Feed Intake, Nutrient Digestibility and Rumen Fermentation. **Asian-**  
30 **Australasian Journal of Animal Science**, v. 25, n. 9, p.1248-1254, 2012.
- 31 CÂNDIDO, M.J.D.; GOMIDE, C.A.M.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA,  
32 W.E. Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv Mombaça sob lotação intermitente  
33 com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.406-415, 2005.

- 1 CAO, Y.; TAKAHASHI, T.; HORIGUCHI, K-i.; YOSHIDA, N. Effect of adding lactic acid  
2 bacteria and molasses on fermentation quality and in vitro ruminal digestion of total mixed  
3 ration silage prepared with whole crop rice. **Grassland Science**, v.56, p.19–25, 2010.
- 4 CASTRO, F.G.F.; NUSSIO, L.G.; HADDAD, C.M.; CAMPOS, F.P.; COELHO, R.M.;  
5 MARI, L.J.; TOLEDO, P.A. Características de fermentação e composição químico  
6 bromatológica de silagens de capim-tifton 85 confeccionadas com cinco teores de matéria  
7 seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.7-20, 2006.
- 8 CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant  
9 regrowth after defoliation. *In*: BAKER, M. J. (Ed.). **Grasslands for Our World**. SIR  
10 Publishing, p. 55-64, 1993.
- 11 CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing silage quality. *In*: BUXTON, D. R.; MUCK,  
12 R. E.; HARRISON, J. H. **Silage science and technology**. Madison USA: American Society  
13 of Agronomy. p. 141-198, 2003
- 14 DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras  
15 tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista**  
16 **Brasileira de Zootecnia**, v.36, p. 121-138, 2007.
- 17 DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de  
18 pastagem. *In*: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 3., Jaboticabal, 1997.  
19 **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1997. p. 1-62.
- 20 DESTA, S.T.; YUAN, X.; LI, J.; SHAO, T. Ensiling characteristics, structural and  
21 nonstructural carbohydrate composition and enzymatic digestibility of Napier grass ensiled  
22 with additives. **Bioresource Technology**, v. 221, p.447–454, 2016.
- 23 DIFANTE, G. S.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; SILVA, S. C.; EUCLIDES, V.P.B.;  
24 ZANINE, A.M.; BRUNA ADESE, B. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandú  
25 cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.  
26 2, p. 189-196, 2008.
- 27 DONEDA, G.Z.; SANTOS, G.T.; SBRISSIA, A.F. Frequencies and intensities of defoliation  
28 in Aruana Guineagrass swards: accumulation and morphological composition of forage.  
29 **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 4, p. 905-913, 2012.
- 30 DUNIÈREA, L.; SINDOUB, J.; CHAUCHEYRAS-DURANDB, F.; CHEVALLIERD, C.I.;  
31 THÉVENOT-SERGENTETA, D. Silage processing and strategies to prevent persistence of  
32 undesirable microorganisms. **Animal Feed Science and Technology**, v. 182, p.1– 15, 2013.

- 1 DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller.  
2 Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, v.85, n.5, p.635-643,  
3 2000.
- 4 ELMENOFY, E.K.; BASSIOUNI, M.I.; BELAL, E.B. GAAFAR, H.M.A; ABDEL-RAOUF,  
5 E.M; MAHMOUD, S.A. Improving the nutritive value of ensiled green rice straw 1-  
6 Fermentation characteristics and chemical composition. **Journal of Agricultural Research**,  
7 v. 37, n. 41, p. 571–582, 2011.
- 8 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA EM AGROPECUÁRIA. **BRS Zuri**. Campo  
9 Grande, 2014. 1 Folder.
- 10 GOLLOP, N., ZAKIN, V., WEINBERG, Z.G., Antibacterial activity of lactic acid bacteria  
11 included in inoculants for silage and in silages treated with these inoculants. **J. Appl.**  
12 **Microbiol.** 98, 662–666, 2005.
- 13 GOMIDE, J.A.; WENDLING, I.J.; BRÁS, S.P.; QUADROS, H.B. Consumo e produção de  
14 leite de vacas mestiças em pastagem de *Brachiaria decumbens* manejadas sob duas ofertas  
15 diárias de forragem. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1194-  
16 1200, 2001p.
- 17 HEINRITZ, S.N.; MARTENS, S.D.; AVILA, P.; HOEDTKE, S. The effect of inoculant and  
18 sucrose addition on the silage quality of tropical forage legumes with varying ensilability.  
19 **Animal Feed Science and Technology**. v. 174, p.201-210 ,2012.
- 20 HUISDEN, C.M.; ADESOGAN, A.T.; KIM, S.C.; OSOSANYA, T. Effect of applying  
21 molasses or inoculants containing homofermentative or heterofermentative bacteria at two  
22 rates on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal Dairy of Science**. v. 92,  
23 p. 690-697, 2009.
- 24 JANK, L.; BRAZ, T.G.S.; MARTUSCELLO, J.A. Gramíneas de clima tropical. In: REIS,  
25 R.S; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão**  
26 **dos recursos forrageiro**. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel –ME, 2013, cap.8, p.109-  
27 123.
- 28 JANK, L.; MARTUSCELLA, J.A.; EUCLIDES, V.P.B.; VALLE, C.B.; RESENDE,R.M.S..  
29 *Panicum maximum*. In: FONSECA, D.M; MARTUSCELLO, J.A. (Ed.). **Plantas forrageiras**.  
30 Viçosa, MG: Editora UFV, 2010, cap.5, p.166-196.
- 31 JANK, L.; VALLE, C.B.; RESENDE, R.M.S. Breeding tropical forages. **Crop Breeding and**  
32 **Applied Biotechnology**, v.11, n.1, p.27-34, 2011.

- 1 JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na  
2 avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista da Sociedade Brasileira de**  
3 **Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.
- 4 KEPLIN, L. 2006. Produção de silagem de qualidade e uso de inoculantes. Em: Encontro  
5 Técnico sobre Conservação de Forragens (Silagens), 2006. Nova Odessa. **Anais...** Instituto de  
6 Zootecnia. Nova Odessa.
- 7 KERR, B.J.; WEBER, T.E.; DOZIER, W.A. & KIDD, M.T. Digestible and metabolizable  
8 energy content of crude glycerin originating from different sources in nursery pigs. **Journal**  
9 **of Animal Science**, v 87, n. 12, p. 4042-4049, 2009.
- 10 KUNG JR, L. Potential factors that may limit the effectiveness of silage additives.  
11 **Proceedings of the 15<sup>th</sup> International Silage Conference**, pp. 37–45. Madison, USA, 2009.
- 12 LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON,  
13 J.; ILLIUS, A.W. The ecology and management of grazing systems. **Guilford: CAB**  
14 **International**. p.3-36. 1996.
- 15 LI, J.; SHEN, Y.X.;CAI, Y.M. Improvement of fermentation quality of rice straw silage by  
16 application of a bacterial inoculant and glucose. **Asian-Australasian Journal of Animal**  
17 **Science** v.23, p. 901–906, 2010.
- 18 LI, M.; ZI, X.; ZHOUA, H.; HOUA, G.; CAI, Y. Effects of sucrose, glucose, molasses and  
19 cellulase on fermentation quality and in vitro gas production of king grass silage. **Animal**  
20 **Feed Science and Technology**, v.197, 206–212, 2014.
- 21 LIMA JUNIOR, D.M.; RANGEL, A.H.N.; URBANO, S.A.; OLIVEIRA, J.P.F.; MACIEL,  
22 M. V. Silagem de gramíneas tropicais não-graníferas. **Revista Agropecuária Científica no**  
23 **Semiárido**, v. 10, n. 2, p. 01-11, 2014.
- 24 LIU, J.X.; ØRSKOV, E.R. Cellulase treatment of untreated and steampre-treated rice straw-  
25 effect on in vitro fermentation characteristics. **Animal Feed Science and Technology**, vol.  
26 88, p. 189–200, 2000.
- 27 MAHANNA, B. Proper management assures high-quality silage, grains. **Feedstuffs**, n.10,  
28 p.12-56, 1994.
- 29 MARTINS, R.G.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; RODRIGUEZ, N.M.;  
30 BORGES, I.; BORGES, A.L.C.C. Consumo e digestibilidade aparente das frações fibrosas de  
31 silagens de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) por ovinos. **Arquivo**  
32 **Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.3, p.347-350, 2003.
- 33 McDONALD, P.; HENDERSON, R.; HERON, S. **The Biochemistry of Silage**. 2.ed.  
34 Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

- 1 MENKE, K.H.; STEINGASS, H. Estimation of the energetic feed value obtained from  
2 chemical analysis and in vitro gas using rumen fluid. **Animal Research and Development**,  
3 v.28, p. 7-55, 1988.
- 4 MOHD-SETAPAR, S.H.; ABD-TALIB, N.; AZIZ, R. Review on Crucial Parameters of  
5 Silage Quality. **APCBEE Procedia** v.3, p. 99 – 103, 2012.
- 6 MUCK, R.; KUNG JR, L. Effects of silage additives on ensiling. **Proceedings of Silage Field  
7 to Feedbunk**, p. 187– 189. NRAES, New York. 1997.
- 8 MUCK, R.E. Factores influencing silage quality and their implications. **Journal Dairy  
9 Science**, v. 71, p. 2992-3002, 1988.
- 10 MUCK, R.E. Silage Inoculation: inoculation of silage and its effects on silage quality. In:  
11 CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES, 1996, Madison.  
12 **Procedings**...Madison-US, p. 43-51, 1996.
- 13 MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de  
14 Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 183– 191, 2010.
- 15 MUCK, R.E.; FILYA, I.; CONTRERAS-GOVEA, F.E. Inoculant effects on alfalfa silage: *In  
16 vitro* gas and volatile fatty acid production. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 5115-5125,  
17 2007.
- 18 NEGESSE, T.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Nutritive value of some non-conventional  
19 feed resources of Ethiopia determined by chemical analyses and an in vitro gas method.  
20 **Animal Feed Science and Technology**, v.154, p.204-217,2009.
- 21 NEUMANN, M.; RESTLE, J.; NÖRNBERG, J.L.; ALVES FILHO, D.C.; MELLO, R.O.;  
22 SOUZA, A.N.M.; PELLEGRINI, L.G. Avaliação da qualidade e do valor nutritivo da silagem  
23 de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. MOENCH). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**,  
24 v.3, n.1, p.120-133, 2004.
- 25 NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, M.R.; FARIA, M.V.; UENO, R.K.; REINERH,  
26 L.L.; DURMAN, T. Aditivos químicos utilizados em silagens. **Pesquisa Aplicada &  
27 Agrotecnologia**, v.3, n.2, p.187-195, 2010.
- 28 NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F.; NUSSIO, C.M.B. Ensilagem de capins tropicais. In:  
29 REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002. Recife.  
30 **Anais**... Recife, 2002. p.60-99.
- 31 OLIVEIRA, E.R.; MONÇÃO, F.P.; MOURA, L.V.; GABRIEL, A.M.A.; GÓES, R.H.T.B.;  
32 LEMPP, B.; NASCIMENTO, F.A. Valor nutricional de silagem de capim-mombaça com  
33 aditivos agroindustriais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 1543-1556,  
34 2014.

- 1 ORRICO JUNIOR, M.A.P.; DUARTE, J.A.V.; CRONE, C.; NEVES, F.O.; REIS, R.A.;
- 2 ORRICO, A.C.A.; SCHWINGEL, A.W.; VILELA, D.M. The use of crude glycerin as an
- 3 alternative to reduce fermentation losses and enhance the nutritional value of Piatã grass
- 4 silage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.46 n.8, p. 638-644, 2017.
- 5 PEARCE, R.B.; BROWN, R. H.; BLASER, R.E. Relationships between leaf area index, light
- 6 interception and net photosynthesis in orchardgrass. **Crop Science**, v. 5, p. 553-556. 1965.
- 7 PEDREIRA, C.G.S.; PEDREIRA, B.C.; BITTAR, C.M.M.; FAUSTINO, M.G.; SANTOS,
- 8 V.P.; FERREIRA, L.S.; LARA, M.A.S. PRODUTIVIDADE E DEGRADABILIDADE
- 9 RUMINAL DA FORRAGEM DE CAPINS da espécie *Panicum maximum*. **Nativa**, v. 02, n.
- 10 03, p. 143-148, 2014.
- 11 PEREIRA, O.G.; SILVA, T.C.; LEANDRO, E.S. Práticas na ensilagem versus qualidade
- 12 higiênica da silagem. p. 157-210. In: V SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE
- 13 FORRAGENS CONSERVADAS. **Anais...** Maringá,2014.
- 14 RIBEIRO, J. L., NUSSIO, L. G., MOURÃO, G. B., QUEIROZ, O. C. M., SANTOS, M. C.,
- 15 SCHMIDT, P. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre
- 16 o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-marandu. **Revista**
- 17 **Brasileira Zootecnia**, v.38, n.2, p.230-239, 2009.
- 18 RIGUEIRA, J.P.S.; MONÇÃO, F.P.; SALES, E.C.J.; BRANT, L.M.S.; PIRES, D.A.A.;
- 19 MATOS, A.M.; LEITE, G.D.O.; SILVA, J.T.; FONSECA, J.D.R.; MOURA, M.M.A.;
- 20 ROCHA JÚNIOR, V.B. Níveis de glicerina bruta na ensilagem de capim Tifton 85 (*Cynodon*
- 21 *dactylon*): perfil fermentativo e valor nutricional. **Revista de Ciências Agrárias** v. 40, p. 655-
- 22 663, 2017.
- 23 SANTOS, A.O.; ÁVILA, C.L.S.; PINTO, J.C.; CARVALHO, B.F.; DIAS, D.R.; SCHWAN,
- 24 R.F. Fermentative profile and bacterial diversity of corn silages inoculated with new tropical
- 25 lactic acid bacteria. **Journal of Applied Microbiology**, 120, 266-279, 2016.
- 26 SANTOS, E.M., PEREIRA, O.G.; GARCIA, R.; FERREIRA, C.L.L.F.; OLIVEIRA, J.S.;
- 27 SILVA, T.C.; ROSA, L.O. Microbial populations, fermentative profile and chemical
- 28 composition of signalgrass silages at different regrowth ages. **Revista Brasileira de**
- 29 **Zootecnia** 40:747–755, 2011.
- 30 SANTOS, E.M.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R.; FERREIRA, C.L.L.F.; OLIVEIRA, J.S.;
- 31 SILVA, T.C.; ROSA, L.O. Microbial populations, fermentative profile and chemical
- 32 composition of signalgrass silages at different regrowth ages. **Revista Brasileira de**
- 33 **Zootecnia**, v.40, n.4, p.747-755, 2011.

- 1 SANTOS, E.M.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R.; FERREIRA, C.L.L.F.; OLIVEIRA, J.S.;  
2 SILVA, T.C. Effect of regrowth interval and a microbial inoculant on the fermentation profile  
3 and dry matter recovery of guinea grass silages. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 7, p. 1-  
4 10, 2014.
- 5 SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; FERREIRA, D.J.; OLIVEIRA, J.S.; PENTEADO, D.S.C.;  
6 PEREIRA, O.G. Activated inoculant improve Tanzania-grass (*Panicum maximum*) silage.  
7 **Archivos de Zootecnia**. 57:35– 42. 2008.
- 8 SANTOS, M. R.; FONSECA, D. M.; GOMES, V. M.; SILVA, S. P.; SILVA, G. P.; REIS, M.  
9 Correlações entre características morfogênicas e estruturais em pastos de capim-braquiária. **Ciência**  
10 **Animal Brasileira**, 13, 49-56, 2012.
- 11 SBRISSIA, A.F.; SILVA, S.C.O ecossistema de pastagens e a produção animal. *In*:  
12 REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001,  
13 Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.731-754.
- 14 SILVA, J.S.; RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G.; MANTOVANI, H.C.; CECON, P.R.;  
15 PEREIRA, R.C.; SILVA, J.L. Nutritive value and fermentation quality of palisadegrass and  
16 stylo mixed silages. **Animal Science Journal**, v.89, n. p. 72-78, 2018.
- 17 SILVA, N.C.S. **Aditivos como controladores da deterioração aeróbica em silagem de**  
18 **milho na região periférica de silos trincheira**. 2013. 70f. Dissertação – (Mestrado em  
19 Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
- 20 SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; FONSECA, D.M. Características morfogênicas e  
21 estruturais e produção do capim marandu submetido a intensidades e frequência de  
22 desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p.2243-2252, 2006.
- 23 SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the  
24 phyllochron. **Crop Science**, v.35, p.4-10, 1995.
- 25 TAVARES, V.B.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; FIGUEIREDO, H.C.P.; ÁVILA,  
26 C.L.S.; LIMA, R.F. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do  
27 emurchecimento na composição bromatológica de silagens de capim tanzânia. **Revista**  
28 **Brasileira de Zootecnia** v.38, p.40-49, 2009.
- 29 TOMICH, T.R.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C.; TOMICH, R.G.P.; BORGES, I.  
30 **Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma**  
31 **proposta para qualificação da fermentação**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 20p.
- 32 TOOHEY, D.E.; JAYANATH, A.; CRASE, L. **Pre-feasibility study into biodiesel**  
33 **opportunity**. Disponível em: <http://www.napswq.gov.au/publications>  
34 [/books/prattwater/working-papers/pubs/biodiesel.pdf](http://www.napswq.gov.au/publications/books/prattwater/working-papers/pubs/biodiesel.pdf).

- 1 UMAÑA, R.; STAPLES, C.R.; BATES, D.B.; WILCOX, C.J.; MAHANNA, W.C.; Effects  
2 of a microbial inoculant and(or) sugarcane molasses on the fermentation, aerobic stability,  
3 and digestibility of bermudagrass ensiled at two moisture contents. **Journal of Animal**  
4 **Science**, v.69, n.11, p.4588-4601, 1991.
- 5 VAN RANST, G.; VANDEWALLE, M.; GADEYNE, F.; DE RIEK, J.; FIEVEZ, V.; Lipid  
6 metabolism in mixtures of red clover (*Trifolium repens*) and perennial ryegrass (*Lolium*  
7 *perenne*) in lab scale silages and in vitro rumen incubations. **Animal**, v.7, p. 1454–1463,  
8 2013.
- 9 VERHAGEN, A. M. W.; WILSON, J. H., BRITTEN, E. J. Plant production in relation to  
10 foliage illumination. **Annal of Botany**, v. 27, n. 108, p. 626- 640, 1963.
- 11 VIANA, P.T.; TEIXEIRA, F.A.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; FIGUEIREDO, M.P.;  
12 SANTANA JÚNIOR, H.A. Losses and nutritional value of elephant grass silage with  
13 inclusion levels of cottonseed meal. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 2, p. 139–  
14 144, 2013.
- 15 VILELA, D. **Aditivos na ensilagem**. Centro Nacional de Pesquisa de gado de Leite,  
16 EMBRAPA, Coronel Pacheco, MG. Circular técnica nº 21, nov. 1984.
- 17 WOOLFORD, M. K. The silage fermentation. New York: Marcel Dekker, 1984. p.133-211.
- 18 YITBAREK, M.B.; TAMIR, B “Silage additives: review,” **Open Journal of Applied**  
19 **Sciences**, vol. 4, n. 5, pp. 258–274, 2014.
- 20 ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; PINTO, L.F.B.; PEREIRA, O.G.  
21 Características fermentativas e composição químico-bromatológica de silagens de capim-  
22 elefante com ou sem *Lactobacillus plantarum* e farelo de trigo isoladamente ou em  
23 combinação. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v. 08, n.1, p.609-620, 2007.
- 24 ZHOU, H.L.; LI, M.; ZI, X.J.; XU, T.S.; HOU, G.Y. Nutritive value of several tropical  
25 legume shrubs in Hainan province of China. **J. Anim. Vet. Adv.** 10, 1640–1648, 2011.
- 26

## ARTIGO 1

### Efeito do intervalo idade de corte nas características do capim-mombaça: características morfológicas, produtivas e nutricionais

Luciana Junges<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

### AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) Código de Financiamento 001 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

### Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito das idades de corte sobre as características morfológicas e estruturais da gramínea, a massa de forragem, o valor nutricional e a digestibilidade *in vitro* do capim-mombaça para ensilagem. Avaliaram-se quatro idades de corte, (49; 63; 77 e 91 dias) com quatro repetições cada, durante o período das águas (outubro a abril) em dois anos agrícolas (2015 - 2016 e 2016-2017). Houve efeito das idades de corte sobre as características estruturais e morfológicas, exceto para o número de folhas vivas (4.35 folhas perfilho<sup>-1</sup>), comprimento final de folha (72.94 cm) no ano de 2015-2016. Com o avanço das idades de corte houve aumento linear no acúmulo de forragem e na porcentagem de colmo, no entanto, o inverso foi observado para a porcentagem de folha e a relação folha: colmo. Independente do ano de avaliação, os teores de matéria seca, fibra em detergente ácido e Lignina apresentaram efeito linear crescente, no entanto não houve efeito sobre os teores de FDN. Houve efeito linear decrescente das idades de corte sobre os teores de proteína bruta e digestibilidade *in vitro*. Considerando a taxa de aparecimento de folha, taxa de alongamento do colmo e relação folha: colmo, o intervalo de corte recomendado para o capim-mombaça é de 49 a 63 dias, pois permite o maior acúmulo de forragem e valor nutricional durante o período das águas.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34

**Palavras-chave:** digestibilidade, forragicultura, morfogênese, *Panicum maximum*, perfilho, valor nutricional

### **Abstract**

The aim of this study was to examine the effect of cut age on morphogenetic and structural traits, forage accumulation, nutritional value of *Panicum maximum* cv. Mombaça (Mombaça grass). Four cut ages (49, 63, 77, and 91 days) were evaluated in two crop years (2015-2016 and 2016-2017) during the rainy season (October to april). There was an effect of age on the structural and morphogenic traits, except for number of live leaves ( $4.35 \text{ leaves tiller}^{-1}$ ), final leaf length (72.94 cm) in the year 2015-2016 crop year. With the advance of the cutting ages, there was a linear increase in the forage accumulation and in the stalk percentage, however, the opposite was observed for the leaf percentage and the leaf: stalk ratio. Regardless of the evaluated crop year, the DM contents, ADF and Lignin increasing linear effect, however there was no effect on NDF contents. There was an effect of age on the crude protein contents and in vitro digestibility. Considering leaf appearance rate, stem appearance rate, and leaf-to-stem ratio, the recommended cut age for Mombaça grass is in between 49 and 63 days, as it allows for best forage production and nutritional value during the rainy period.

**Keywords:** digestibility, forage crops, morphogenesis, *Panicum maximum*, tiller, nutritional value

### **Introdução**

O equilíbrio entre a produção e a qualidade da forragem deve ser estudado, para que as necessidades dos animais sejam asseguradas e garantidas, bem como, a quantidade, o tempo de uso e a persistência das gramíneas forrageiras (Costa et al. 2011). Durante o período das águas na região Centro-Oeste do Brasil, as gramíneas do gênero *Panicum* apresentam alta produção de massa de forragem, entretanto no período seco esta produção reduz consideravelmente o que pode interferir no desempenho dos animais. Desta forma uma estratégia de manejo seria a conservação deste excedente de forragem na forma de silagem.

Produções indesejáveis e decréscimo na qualidade da biomassa da forragem são fatores resultantes do rendimento da forragem colhida, sendo este influenciado pelo manejo de corte da gramínea (Magalhães et al. 2006). A partir desse conhecimento, a idade de corte

1 avançada da forrageira poderá trazer reflexos no aumento do rendimento forrageiro, porém,  
2 diminuição no valor nutritivo e acúmulo de lignina nos tecidos, o que resulta em alterações no  
3 consumo dos animais (Da Silva e Nascimento 2006).

4 Nas plantas forrageiras, as lâminas foliares são colhidas preferencialmente pelos  
5 animais em pastejo, também é um dos componentes de maior valor nutritivo. Além disso, a  
6 proporção e o crescimento das lamina foliares estão diretamente relacionados a outras  
7 variáveis morfogenéticas do dossel. As variáveis observadas no processo de crescimento de  
8 uma gramínea e que são fortemente influenciadas não só pela genética da planta e práticas de  
9 manejo, mas também pelas condições ambientais (temperatura, luz, água e fertilidade do solo)  
10 são três: a taxa de aparecimento, a taxa de alongamento e a duração de vida das folhas.  
11 (Chapman e Lemaire 1993).

12 Dentre as variáveis morfogênicas, a taxa de alongamento de folhas destaca-se por estar  
13 diretamente associada à síntese tecidual das plantas, por elevar a proporção foliar,  
14 conseqüentemente, aumentar a área foliar fotossinteticamente ativa, e acúmulo de massa  
15 forrageira (Lopes et al. 2014).

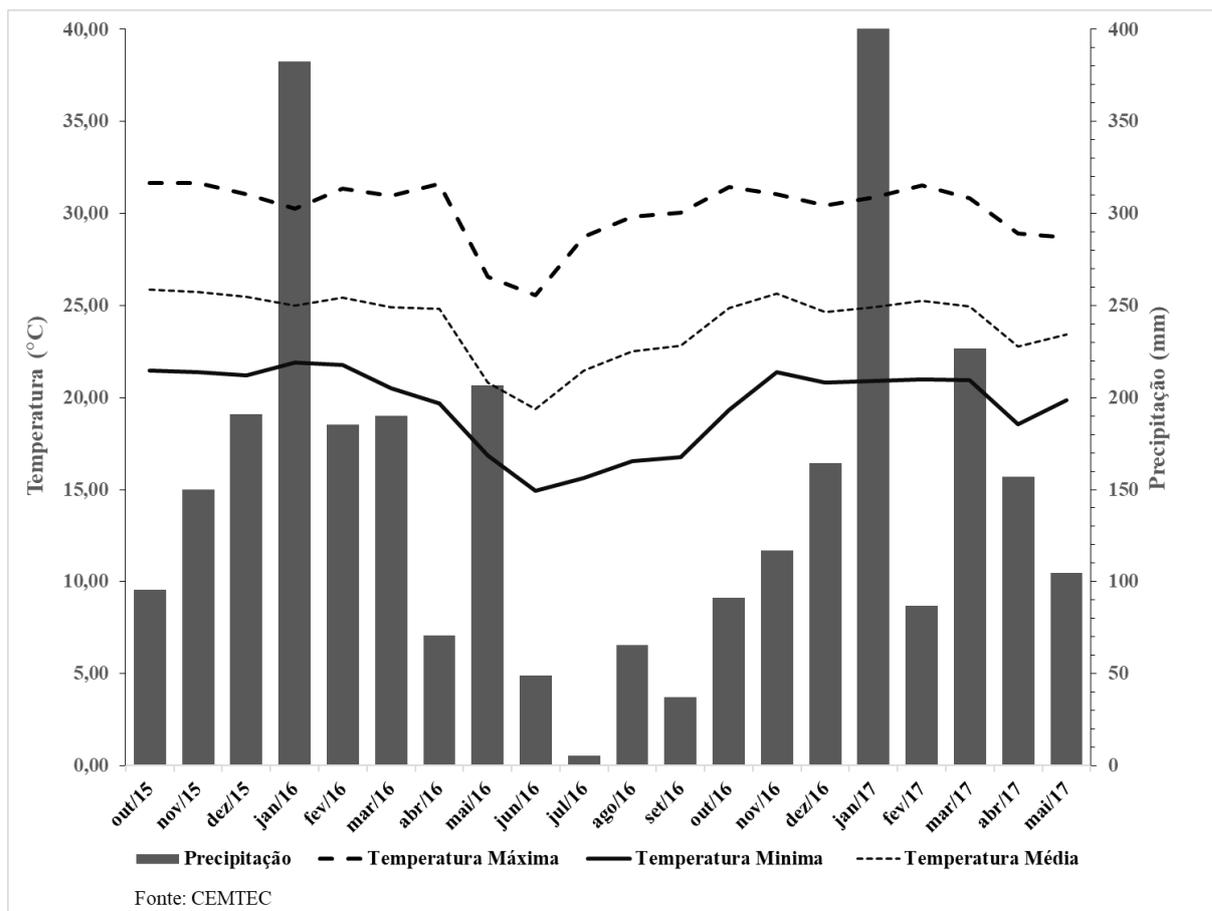
16 A partir do conhecimento das variáveis morfogênicas e estruturais da forrageira é  
17 possível visualizar uma curva de produção de forragem e uma estimativa de sua qualidade  
18 (Gomide 1994), além de permitir a proposição de práticas de manejo específicas para cada  
19 gramínea forrageira (Gomide e Gomide 2000; Lemaire 2001), considerando, também, seu  
20 valor nutritivo mensurado pela composição química e digestibilidade da forrageira.

21 O objetivo foi avaliar quatro idades de corte aos 49, 63, 77 e 91 dias sobre as  
22 características morfogênicas e estruturais, massa de forragem, porcentagem e composição  
23 química- bromatológica e digestibilidade *in vitro* do *Panicum maximum* cv. Mombaça em  
24 dois anos agrícolas na estação chuvosa (outubro a abril).

## 26 **Material e métodos**

### 28 **Local, tratamentos e delineamento experimental**

29 O experimento foi conduzido no setor de Forragicultura da Fazenda Escola, localizada no  
30 município de Terenos - MS (20°26'48.2''S 54°50'39.2''O e 530 m de altitude). Os dados de  
31 precipitação e de temperatura (Figura 1), durante o período experimental foram coletados no  
32 banco de dados do CEMTEC (Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos  
33 Hídricos de Mato Grosso do Sul).



1

2 Figura 1: Temperaturas média, mínima e máxima e precipitação mensal durante o período  
 3 experimental no ano 2015-2016 e 2016-2017.

4

5 A análise química do solo, realizada antes da implantação do experimento, na camada  
 6 de 0-20cm apresentou o seguinte resultado: pH (CaCl<sub>2</sub>): 5.31; pH (H<sub>2</sub>O): 5.91; P: 4.52 mg dm<sup>-3</sup>;  
 7 matéria orgânica: 35.34 mg dm<sup>-3</sup>; K: 0.20 cmol dm<sup>-3</sup>; Ca: 7.35 cmol dm<sup>-3</sup>; Mg: 1.20 cmol  
 8 dm<sup>-3</sup>; Ca + Mg: 8.55 cmol dm<sup>-3</sup>; Al: 0.00 cmol dm<sup>-3</sup>; H + Al: 5.18 cmol dm<sup>-3</sup>; CTC: 13.93  
 9 cmol dm<sup>-3</sup>; saturação de base: 62.81%. Foram aplicados 1,2 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico  
 10 (PRNT = 80%) e 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de supersimples, 100 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de  
 11 ureia e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio.

12 A semeadura da gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça foi realizada em janeiro  
 13 de 2015, utilizando-se 4 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis em sistema convencional, com  
 14 espaçamento de 30 cm entre linhas. O corte de uniformização no Ano 2015-2016 foi realizado  
 15 30 dias após a germinação, a uma altura de 20cm do solo. No Ano 2016-2017 foi realizado o  
 16 corte de uniformização e a adubação de manutenção com 100 kg ha<sup>-1</sup> de N.

17 O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro  
 18 tratamentos e quatro repetições. A área de cada parcela foi de 36 m<sup>2</sup> (3x12 m). Cada canteiro

1 foi subdividido em quatro parcelas, as quais foram distribuídos aleatoriamente e que  
2 consistiam em quatro idades de cortes (49; 63; 77 e 91 dias).

3

#### 4 **Morfogênese**

5 As características morfogênicas e estruturais dos perfilhos foram avaliadas em 20 perfilhos  
6 vegetativos marcados por meio de fio colorido, sendo 5 perfilhos para cada repetição,  
7 mensurados a cada 7 dias de acordo com a idade de corte. Foram realizados três cortes (49  
8 dias) e dois cortes (63, 77 e 91 dias) no período de outubro a abril. Os cortes foram realizados  
9 no período da manhã após as medições.

10 Com um auxílio de uma régua graduada, foram efetuadas mensurações na lâmina  
11 foliar quanto ao comprimento foliar e pseudocolmo dos perfilhos marcados. O comprimento  
12 do colmo foi mensurado do solo até a folha mais jovem completamente expandida. Em cada  
13 avaliação as folhas foram classificadas de acordo com seu estágio fisiológico, em expansão,  
14 expandida, senescente e morta.

15 A partir das informações coletadas nos perfilhos foram calculadas as variáveis: taxa de  
16 aparecimento de folhas (TA<sub>pF</sub>, folhas perfilho<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>), filocrono (FIL, dias folha<sup>-1</sup>perfilho<sup>-1</sup>),  
17 taxa de alongamento foliar (TA<sub>IF</sub>, cm folha<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>), taxa de alongamento do colmo (TA<sub>IC</sub>, cm  
18 perfilho<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>), duração de vida das folhas (DVF, dias), número de folhas vivas por perfilho  
19 (NFV), taxa de senescência de lâminas foliares (TSeF, cm perfilho<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>) e comprimento final  
20 de folha (CFF, cm) segundo Lemaire e Chapman (1996).

21

#### 22 **Produção e composição morfológica**

23 Para cada idade avaliada, foram determinadas a produção de massa forragem total (MFT  
24 Kg/ha de MS), porcentagem de folha, de colmo e de material senescente. A taxa de acúmulo  
25 de forragem (TAF) foi calculada dividindo a MSF pela idade de corte de cada tratamento.

26 A massa de forragem foi estimada pelo corte da forragem a 20 cm do solo contida em  
27 quadrados metálicos com área de 1m<sup>2</sup>, e posteriormente pesadas. A amostra coletada foi  
28 levada ao laboratório para separação dos componentes morfológicos: folha (lâminas foliares),  
29 colmo (colmos e bainhas foliares) e material senescente. Posteriormente, foram colocadas em  
30 estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas, pesadas para cálculo da % MS e  
31 moídas para análise bromatológica.

32

#### 33 **Composição química**

1 Foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em  
2 detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) e lignina  
3 segundo Detmann et al. (2012).

4

#### 5 **Digestibilidade *in vitro***

6 As digestibilidades *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da matéria orgânica (DIVMO), da fibra  
7 em detergente neutro (DIVFDN) e da fibra em detergente ácido (DIVFDA) e da proteína  
8 bruta (DIVPB) foram determinadas de acordo com Ítavo et al. (2015).

9

#### 10 **Análises estatísticas**

11 Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão. A escolha dos  
12 modelos baseou-se na significância dos coeficientes lineares e quadráticos, ao nível de 5% de  
13 probabilidade.

14

#### 15 **Resultados**

16

##### 17 **Características morfológicas e estruturais**

18 No ano 2015-2106, não houve efeito ( $p > 0.05$ ) da idade de corte sobre o número de folhas  
19 vivas (NFV) e comprimento final da folha (CFF), com média de 4.35 folhas perfilho<sup>-1</sup> e 72.94  
20 cm, respectivamente. Houve efeito linear negativo ( $p < 0.05$ ) sobre a taxa de aparecimento  
21 foliar (TApF) e taxa de alongamento foliar (TAIF) em função da idade de corte. A taxa de  
22 alongamento de colmo (TAIC), filocrono (FIL), duração de vida da folha (DVF) e a taxa de  
23 senescência foliar (TSeF) (Tabela 1) apresentaram efeito linear positivo ( $p < 0.05$ ) com o  
24 aumento da idade de corte.

25 No ano 2016-2017 houve redução linear ( $p < 0.05$ ) em função da idade de corte na  
26 TApF, TAIF, enquanto que o FIL, TAIC, TSeF e CFF elevou-se com o avanço da idade de  
27 corte. A medida que aumentou a idade de corte houve efeito quadrático ( $p < 0.05$ ) sobre a  
28 DVF e NFV, com mínima de 51.33 dias aos 72 dias para DVF e 3.24 folhas perfilho<sup>-1</sup> aos 90  
29 dias de corte para o NFV.

30

##### 31 **Massa de forragem e composição morfológica**

32 A massa de forragem total (MFT), porcentagem de colmo e material senescente no ano 2015-  
33 2016 aumentaram linearmente ( $p < 0.05$ ) com o aumento da idade de corte, no entanto para as  
34 variáveis porcentagem de folha e relação folha:colmo houve efeito linear decrescente ( $p <$

1 0.05) (Tabela 2). A medida que aumentou a idade de corte houve efeito quadrático ( $p < 0.05$ )  
2 sobre a taxa de acúmulo, com máximo de  $67.48 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  de MS aos 81 dias.

3 No ano 2016-2017 a MFT, a porcentagem de colmo e material senescente e a taxa de  
4 acúmulo apresentaram efeito linear crescente ( $p < 0.05$ ) com o avanço da idade de corte,  
5 enquanto que o inverso foi observado para porcentagem de folha e relação folha:colmo.

1 Tabela 1: Características morfológicas e estruturais de perfilhos de *Panicum maximum* cv. Mombaça em diferentes idades de corte

	Idades de corte (dias)				EPM	P-value		Equação de regressão
	49	63	77	91		Linear	Quadrático	
Ano 2015-2016								
TApF(folha perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	0.13	0.10	0.10	0.09	0.007	0.0032	0.2980	Y= 0.1701 - 0.000915487*x (R <sup>2</sup> =0.87)
FIL (nºdias folha <sup>-1</sup> perfilho <sup>-1</sup> )	8.15	10.65	11.49	12.29	0.284	0.0007	0.2188	Y= 4.24144 + 0.0883236*x (R <sup>2</sup> =0.91)
DVF (dias)	36.19	39.47	49.67	48.44	2.517	0.0134	0.5390	Y= 20.7505 + 0.313010*x (R <sup>2</sup> =0.83)
NFV (folha perfilho <sup>-1</sup> )	4.60	3.80	4.65	4.35	0.219	0.9506	0.5187	Y= 4.35
TAIF (cm folha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	3.99	2.62	2.79	2.35	0.264	0.0001	0.0581	Y= 3.5383 - 0.009726*x (R <sup>2</sup> =0.91)
TAIC (cm perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	0.45	0.56	0.67	0.80	0.057	0.0174	0.3231	Y= 0.00189 + 0.009165*x (R <sup>2</sup> =0.86)
TSeF (cm perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	1.18	1.62	1.72	2.74	0.268	0.0258	0.6504	Y= -0.356164 + 0.030645*x (R <sup>2</sup> =0.83)
CFE (cm)	75.89	72.73	75.57	67.60	2.470	0.2825	0.5933	Y= 72.94
Ano 2016-2017								
TApF(folha perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	0.08	0.07	0.06	0.05	0.004	0.0001	0.6220	Y= 0.106914 - 0.000590828*x (R <sup>2</sup> =0.92)
FIL (nºdias folha <sup>-1</sup> perfilho <sup>-1</sup> )	15.73	15.27	17.68	21.74	1.168	0.0207	0.2133	Y= 7.72610 + 0.136256*x (R <sup>2</sup> =0.80)
DVF (dias)	63.73	50.65	54.62	62.48	2.938	0.0209	0.0476	Y= 173.525 - 3.37237*x + 0.0232676*x <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =0.93)
NFV (folha perfilho <sup>-1</sup> )	4.53	3.78	3.27	3.27	0.175	0.0001	0.0376	Y= 9.9327 - 0.1493*x + 0.000833*x <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =0.99)
TAIF (cm folha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	2.03	1.99	1.54	1.17	0.119	0.0001	0.1480	Y= 3.14997 - 0.0202327*x (R <sup>2</sup> =0.92)
TAIC (cm perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	0.11	0.14	0.13	0.19	0.012	0.0067	0.4896	Y= 0.0266699 + 0.00161576*x (R <sup>2</sup> =0.79)
TSeF (cm perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	0.45	0.47	0.90	1.48	0.154	0.0039	0.0985	Y= -0.643771 + 0.0207001*x (R <sup>2</sup> =0.79)
CFE (cm)	33.89	45.36	45.40	46.75	1.993	0.0039	0.0585	Y= 24.1834 + 0.257454*x (R <sup>2</sup> =0.69)

- 1 TApF: Taxa de aparecimento foliar; FIL: Filocrono; DVF: duração de vida das folhas; NFV: número de folhas vivas por perfilho; TAIF: Taxa de
- 2 alongamento foliar; TAIC: Taxa de alongamento de colmo; TSeF: Taxa de senescência de lâmina foliar; CFF: comprimento final de folha;
- 3 \*EPM= erro padrão da média.
- 4

Tabela 2: Massa de forragem, características estruturais e morfológicas de *Panicum maximum* cv. Mombaça em diferentes idades de corte

	Idades de corte (dias)				EPM	P-value		Equação de regressão
	49	63	77	91		Linear	Quadrático	
Ano 2015-2016								
MFT (ton ha <sup>-1</sup> )	2.72	4.03	5.16	6.04	0.379	0.0001	0.1134	Y= -1.0575 + 0.0792*x (R <sup>2</sup> =0.99)
Folha (g kg <sup>-1</sup> )	713.12	655.23	586.09	485.57	12.730	0.0001	0.2158	Y= 985.9 - 5.3699*x (R <sup>2</sup> =0.98)
Colmo (g kg <sup>-1</sup> )	254.88	300.61	362.82	452.33	5.322	0.0002	0.3413	Y= 15.38 + 4.6754*x (R <sup>2</sup> =0.98)
Senescente (g kg <sup>-1</sup> )	32.00	44.16	51.09	62.10	8.387	0.0001	0.4356	Y= 1.2775 + 0.6445*x (R <sup>2</sup> =0.96)
Relação F:C	2.80	2.18	1.62	1.07	1.756	0.0001	0.1414	Y= 4.7925 - 0.0411*x (R <sup>2</sup> =0.92)
TAF (kg ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> MS)	56.10	64.02	67.44	66.36	0.369	0.0001	0.0001	Y= -7.0551+1.8516*x-0.0115*x <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =0.98)
Ano 2016-2017								
MFT (ton ha <sup>-1</sup> )	2.34	3.26	4.18	5.27	0.346	0.0001	0.3739	Y= -1.01 + 0.067*x (R <sup>2</sup> =0.97)
Folha (g kg <sup>-1</sup> )	675.01	632.26	572.02	476.84	9.065	0.0001	0.0964	Y= 916.41 - 4.6768*x (R <sup>2</sup> =0.96)
Colmo (g kg <sup>-1</sup> )	295.51	333.97	385.91	469.15	3.285	0.0001	0.1254	Y= 84.705 + 4.0919*x (R <sup>2</sup> =0.96)
Senescente (g kg <sup>-1</sup> )	29.48	33.77	42.07	54.01	6.370	0.1824	0.4290	Y= -1.1125 + 0.5849*x (R <sup>2</sup> =0.98)
Relação F:C	2.28	2.16	2.00	0.86	0.215	0.0001	0.1237	Y= 4.035 - 0.0316*x (R <sup>2</sup> =0.96)
TAF (kg ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> MS)	47.29	52.18	53.95	57.65	0.944	0.0001	0.3586	Y=36.3449+0.2346*x (R <sup>2</sup> =0.89)

2 MFT: Massa de forragem total; Relação F:C: relação folha:colmo; TAF= Taxa de acúmulo de forragem \*EPM= erro padrão da média.

## 1 **Composição química e digestibilidade *in vitro***

2 No ano 2015-2016, não houve efeito ( $p > 0.05$ ) das idades de corte sobre os teores de matéria  
3 orgânica (MO) e fibra em detergente neutro (FDN) (Tabela 3), com média 913.67 (g kg<sup>-1</sup> MS)  
4 e 748.84 (g kg<sup>-1</sup>MS), respectivamente (Tabela 3). O teor de matéria seca (MS), fibra em  
5 detergente neutro (FDA) e lignina (LIG) houve efeito linear crescente ( $p < 0.05$ ) com o  
6 avanço da idade de corte, no entanto, o inverso foi observado sobre os teores de proteína  
7 bruta.

8 Com o avanço das idades de corte, não houve efeito ( $p > 0.05$ ) sobre os teores de MO e  
9 FDN (Tabela 3) ano de 2016-2017, com média de 911.46 (g kg<sup>-1</sup> MS) e 758.51 (g kg<sup>-1</sup> MS),  
10 respectivamente (Tabela 3). Houve efeito linear crescente ( $p < 0.05$ ) sobre os teores de MS,  
11 FDA e Lignina e o inverso foi observado sobre os teores de proteína bruta.

12 Houve efeito linear decrescente ( $p < 0.05$ ) com o avanço da idade de corte, no ano  
13 2015-2016 e 2016-2017 sobre os teores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS),  
14 digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), digestibilidade *in vitro* da proteína  
15 bruta (DIVPB), digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN) e  
16 digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácido (DIVFDA) (Tabela 4).

1 Tabela 3: Composição química-bromatológica de *Panicum maximum* cv. Mombaça em diferentes idades de corte

	Idades de corte (dias)				EPM	P-value		Equação de regressão
	49	63	77	91		Linear	Quadrático	
Ano 2015-2016								
MS (g kg <sup>-1</sup> )	249.65	267.70	289.30	325.61	1.033	0.0001	0.0595	Y= 158.33 + 1.782*x (R <sup>2</sup> =0.97)
MO (g kg <sup>-1</sup> MS)	913.98	915.24	910.50	914.95	2.325	0.4154	0.5891	Y= 913.67
PB (g kg <sup>-1</sup> MS)	65.34	54.37	52.96	41.55	2.257	0.0017	0.1853	Y= 89.945 - 0.5199*x (R <sup>2</sup> =0.94)
FDN (g kg <sup>-1</sup> MS)	730.75	748.65	753.53	766.42	2.872	0.7227	0.4195	Y= 748.84
FDA (g kg <sup>-1</sup> MS)	476.78	500.42	550.8	592.68	5.058	0.0001	0.4288	Y= 331.13 + 2.8434*x (R <sup>2</sup> =0.96)
Lignina (g kg <sup>-1</sup> MS)	50.14	60.55	67.79	79.09	0.372	0.0107	0.2072	Y= 17.348 + 0.6721*x (R <sup>2</sup> =0.99)
Ano 2016-2017								
MS (g/kg MS)	250.98	268.77	273.89	290.99	0.920	0.0001	0.2155	Y= 208.58 + 0.8939*x (R <sup>2</sup> =0.99)
MO (g kg <sup>-1</sup> MS)	909.34	912.33	911.20	912.96	1.605	0.9078	0.3094	Y= 911.46
PB (g kg <sup>-1</sup> MS)	61.74	51.75	45.88	40.50	4.967	0.0001	0.0525	Y= 84.763 - 0.4971*x (R <sup>2</sup> =0.94)
FDN (g kg <sup>-1</sup> MS)	752.30	758.77	755.16	767.81	4.630	0.1372	0.8820	Y= 758.51
FDA (g kg <sup>-1</sup> MS)	494.47	507.46	538.73	569.54	3.948	0.0365	0.3774	Y= 399.31 + 1.832*x (R <sup>2</sup> =0.96)
Lignina (g kg <sup>-1</sup> MS)	53.56	60.39	66.61	75.37	0.526	0.0327	0.7298	Y= 28.158 + 0.5118*x (R <sup>2</sup> =0.99)

2 MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; \*EPM= erro padrão

3 da média.

1 Tabela 4: Digestibilidade *in vitro* de *Panicum maximum* cv. Mombaça em diferentes idades de corte

	Idades de corte (dias)				EPM	P-value		Equação de regressão
	49	63	77	91		Linear	Quadrático	
Ano 2015-2016								
DIVMS (g kg <sup>-1</sup> MS)	589.01	535.08	495.95	453.61	6.436	0.0001	0.8770	Y= 759.854 - 3.609971*x (R <sup>2</sup> =0.96)
DIVMO (g kg <sup>-1</sup> MS)	555.58	508.47	461.64	413.73	9.741	0.0001	0.6891	Y= 739.555 - 3.770992*x (R <sup>2</sup> =0.98)
DIVPB (g kg <sup>-1</sup> MS)	710.63	679.78	664.47	660.56	9.655	0.0284	0.3838	Y= 758.829 - 1.102685*x (R <sup>2</sup> =0.90)
DIVFDN (g kg <sup>-1</sup> MS)	476.46	458.11	410.35	349.83	10.167	0.0001	0.7834	Y= 641.841 - 3.398873*x (R <sup>2</sup> =0.92)
DIVFDA (g kg <sup>-1</sup> MS)	341.96	324.78	314.78	255.42	10.482	0.0001	0.6380	Y= 477.379 - 2.784336*x (R <sup>2</sup> =0.92)
Ano 2016-2017								
DIVMS (g kg <sup>-1</sup> MS)	640.71	618.46	596.55	537.42	7.353	0.0002	0.3418	Y= 791.152 - 3.019143*x (R <sup>2</sup> =0.98)
DIVMO (g kg <sup>-1</sup> MS)	607.50	577.40	551.96	499.21	8.132	0.0001	0.4591	Y= 731.32 - 2.557652*x (R <sup>2</sup> =0.99)
DIVPB (g kg <sup>-1</sup> MS)	806.42	798.42	792.02	764.24	3.709	0.0113	0.3128	Y= 849.538 - 0.815779*x (R <sup>2</sup> =0.89)
DIVFDN (g kg <sup>-1</sup> MS)	547.60	519.83	501.40	465.73	7.657	0.0002	0.2333	Y= 621.841 - 1.598873* x (R <sup>2</sup> =0.87)
DIVFDA (g kg <sup>-1</sup> MS)	461.17	429.44	414.27	354.06	8.682	0.0002	0.1493	Y= 584.003 - 2.55891*x (R <sup>2</sup> =0,83)

2 DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca; DIVMO: digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica; DIVFDN: digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro; DIVFDA: digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácido\*EPM= erro padrão da média.

## 1 **Discussão**

2

### 3 **Características morfológicas e estruturais**

4 A idade de corte influenciou as características morfológicas e estruturais do capim-mombaça.  
5 De maneira geral, os resultados observados foram diferentes entre os anos, provavelmente  
6 influenciadas pelas condições climáticas e disponibilidade dos nutrientes na implantação no  
7 ano de 2015-2016 em relação ao ano de 2016-2017.

8 A idade de corte reduziu linearmente a TApF, os maiores valores da TApF nas  
9 menores idades podem estar relacionados ao comprimento da bainha, onde a folha para  
10 emergir fez um percurso mais curto, favorecendo a TApF, no entanto, nas idades mais  
11 avançadas a redução na TApF é decorrente do maior comprimento do pseudocolmo, uma vez  
12 que, pseudocolmo de maior comprimento aumenta o período entre o surgimento de duas  
13 folhas consecutivas, portanto, reduzindo a TApF (Skinner e Nelson 1995), e aumenta o  
14 filocrono. Outro fator que pode ter influenciado foi a disponibilidade de água no solo, visto  
15 que a TApF é influenciada pelos fatores climáticos e pela adubação (Costa et al. 2008).

16 A menor DVF no ano de 2015-2016 pode ser decorrente da renovação dos tecidos nos  
17 menores intervalos, isso pode ser constatado pelas maiores TApF nos menores intervalos

18 O aumento do filocrono conforme a idade de corte decorre do maior tempo para a  
19 folha percorrer a distância entre o meristema apical e a extremidade do pseudocolmo formado  
20 pelas bainhas das folhas mais velhas (Skinner e Nelson 1994). Quanto menor o filocrono,  
21 mais eficiente é a gramínea na interceptação e conversão da energia luminosa em tecidos  
22 foliares (Lemaire 2001).

23 O NFV no ano de 2015-2016 permaneceu constante, pois é uma característica  
24 estrutural mais influenciada pela genética do que no ambiente em que a planta cresce (Langer  
25 1972), e no ano 2016-2017 houve decréscimo no NFV em decorrência da baixa TApF e  
26 também pode ter sido influenciado pelas condições climáticas, o que é consistente com os  
27 achados de Paciullo et al. (2011).

28 A redução da TAIF com o avançar da idade de corte provavelmente deve ter ocorrido  
29 devido a competição por fotoassimilados para o desenvolvimento de estruturas reprodutivas  
30 ou de novos perfilhos, o que contribuiu para a redução na TAIF (Costa et al. 2014).

31 Os aumentos da TAIC nas idades mais avançadas são decorrentes da competição por  
32 luz entre os perfilhos, ao fato que nesta condição a gramínea prioriza a destinação do carbono  
33 para alongamento dos entrenós para expor a nova área foliar no dossel (Lemaire 2001), nas  
34 idades mais avançadas foi observada presença de inflorescência nos perfilhos, o que justifica

1 o alongamento de colmo e consequente aumento da MS, porém causa um efeito indesejável  
2 na qualidade da forragem, reduzindo a relação folha colmo (Tabela 2), e o valor nutritivo  
3 (Tabela 3 e 4), resultado consistente com Da Silva e Carvalho (2005)

4 O CFF não foi afetado pela idade de corte no ano de 2015-2016, no entanto, no ano de  
5 2016-2017 o CFF foi aumentado em função da idade de corte. O menor comprimento final da  
6 folha no ano de 2016-2017 pode ser resultado do menor comprimento do colmo, resultado  
7 condizente com Quintino et al. (2016).

8 A idade de corte afetou positiva e linearmente a TSeF, fato que pode estar relacionado  
9 ao aumento do pseudocolmo que ocasionou o sombreamento das folhas mais velhas  
10 acelerando o processo de senescência como relatado por Hodgson (1990). Outro fator  
11 preponderante é que pelo maior estágio de desenvolvimento, as folhas mais velhas atingiram  
12 o limite de duração de vida, iniciando o processo de senescência, o que reduz a  
13 disponibilidade de forragem de boa qualidade (Lemaire et al. 2011). Apesar do efeito negativo  
14 sobre a qualidade da forragem, a senescência das folhas tem um papel muito importante no  
15 processo fisiológico no fluxo de tecidos, uma vez que 35; 68; 86 e 42% do nitrogênio, fósforo,  
16 potássio e magnésio, respectivamente, podem ser reciclados das folhas senescentes e  
17 utilizados para a produção de novos tecidos foliares (Sarmiento et al. 2006).

18

### 19 **Produção e composição morfológica**

20 A MFT aumentou linearmente em função das idades de corte, isso indica que com o avançar  
21 da idade as plantas foram mais produtivas, contudo, apresentaram maior participação de  
22 colmos, com isso aumentando a proporção de componentes que conferem a rigidez da planta  
23 com função de sustentação (Oliveira et al. 2014b) e material senescente (Tabela 2) na  
24 forragem, componentes que dificultam a capacidade de apreensão (Difante et al. 2011) e  
25 comprometem o valor nutritivo da forragem (Euclides et al. 2008a).

26 Houve efeito linear decrescente para a porcentagem de folha e crescente para a  
27 porcentagem de colmo com o aumento das idades de corte. A maior porcentagem de folhas no  
28 estágio inicial de desenvolvimento da gramínea salienta que o meristema apical e as folhas em  
29 expansão representam os drenos preferenciais e o inverso acontece com as idades mais  
30 avançadas (Hopkins 1995). A redução da porcentagem de folha em idades mais avançadas  
31 está associada ao fato de que, as gramíneas tropicais quando submetidas em idades de corte  
32 mais longos, apresentam uma diminuição na taxa de aparecimento foliar (Tabela 2) devido ao  
33 alongamento de colmo, pois a elevação do colmo aumenta a distância para a emergência da  
34 folha (Duru e Ducrocq, 2000).

1 Com o avanço da idade, a competição por luz promove o alongamento do colmo  
2 (Tabela 1), e conseqüente aumento na porcentagem de colmo na planta. A redução de folhas e  
3 aumento de colmo e material senescente contribuem para o aumento do conteúdo de MS do  
4 pasto (Silva et al. 2011) e redução da relação F:C, como observado por Barbosa et al. (2007).  
5 Melhor relação F:C foi observada nas menores idades, o que representa maior quantidade de  
6 folhas. Esse resultado é essencial, uma vez que o acúmulo de folhas pode favorecer o  
7 desempenho animal (Cabral et al. 2012).

8 A taxa de acúmulo de MS aumentou em virtude do aumento da massa de colmo e  
9 material senescente em função da idade de corte. Oliveira et al. (2019) observaram aumento  
10 no acúmulo de forragem com o avanço do intervalo de corte de 30 para 60 dias para o capim  
11 massai.

### 12 **Composição química e digestibilidade *in vitro***

14 A composição química da forragem é influenciada por diversos fatores, entre eles a idade de  
15 corte, as condições ambientais e da fertilidade do solo. As gramíneas tropicais e subtropicais,  
16 na grande maioria, têm alto valor nutritivo durante o estágio inicial de crescimento, no entanto  
17 diminui rapidamente com a maturidade (Khair et al. 2000).

18 A maturidade é considerada o principal fator que afeta a composição química e a  
19 qualidade nutricional da maioria das forragens (Nelson e Moser 1994). Os teores de MS  
20 apresentaram comportamento linear crescente em função das idades de corte. Esse resultado  
21 pode ser demonstrado pela maior porcentagem de colmo (Tabela 2), pois quando a planta está  
22 mais próxima da maturidade, há uma elevação nos constituintes fibrosos e uma redução do  
23 conteúdo celular, assim uma diminuição do teor de água (Costa et al. 2007; Sá et al. 2010),  
24 resultando na elevação da MS, queda da digestibilidade e do valor nutritivo (Euclides et al.  
25 2008b).

26 A redução na concentração de PB na gramínea em função da idade de corte e aumento  
27 FDA e Lignina são consideradas respostas normais à medida que a forrageira amadurece, com  
28 a diminuição do conteúdo celular, de acordo com Neel et al. (2016). Além disso, a diminuição  
29 no teor de proteína bruta está relacionada a uma redução na deposição de nutrientes de alta  
30 digestibilidade em detrimento do aumento da deposição de componentes fibrosos com o  
31 avanço da fase vegetativa para reprodutiva (Rodrigues et al. 2004; Vasconcelos et al. 2009),  
32 fenômeno que ocorre através de um mecanismo de adaptação, pois garante a vida do perfilho.  
33 Comportamento semelhante foi verificado por Silva et al. 2014 e Costa et al. 2017 para  
34 gramíneas de *Andropogon gayanus* em diferentes idades.

1 O aumento do teor de FDA e Lignina são respostas justificadas pelo alongamento do  
2 colmo (Tabela 1) com o avanço da idade, pois ocorre maior deposição de carboidratos  
3 estruturais na parede celular da planta (Oliveira et al. 2014a), o qual promove o aumento das  
4 frações fibrosas responsáveis pela sustentação. Para todas as idades de corte, os teores de  
5 fibras da gramínea foram superiores aos limites de 300 e 600 g kg<sup>-1</sup> de MS para FDA e FDN,  
6 respectivamente, conforme sugerido por Van Soest (1994), como indicadores de forragem de  
7 alta qualidade.

8 Considera-se que a diminuição da digestibilidade e da PB de gramíneas tropicais estão  
9 diretamente relacionadas a um aumento na proporção de colmo (Ribeiro Jr. 2014). Isso foi  
10 confirmado pois tanto a PB (Tabela 3) como a digestibilidade (Tabela 4) reduziram com o  
11 aumento da porcentagem de colmo (Tabela 2). Com o avanço da idade de corte, as gramíneas  
12 tendem reduzir as frações potencialmente digestíveis como os carboidratos solúveis,  
13 proteínas, minerais e vitaminas e aumentando a proporção de fibras (FDN, FDA e lignina)  
14 representando uma queda na digestibilidade (Reis et al. 2005).

15 É importante ressaltar que os teores de PB foram menores de 60g kg<sup>-1</sup> de MS após 63  
16 dias de corte, valor muito baixo para assegurar a atividade ótima dos microorganismos para  
17 uma eficiente fermentação ruminal (Minson 1990; Van Soest 1994).

18

## 19 **Conclusão**

20

21 O intervalo de corte recomendado para o capim-mombaça é de 49 a 63 dias, pois permite o  
22 melhor valor nutricional durante o período das águas.

23

## 24 **Referencias**

25

26 Barbosa RA, Nascimento Jr D, Euclides VPB, Silva SC, Zimmer AH, Torres Jr RAA. 2007.  
27 Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. Pesquisa  
28 Agropecuária Brasileira 42:329-340. [in Portuguese with English abstract].

29 Cabral W B, Souza AL, Alexandrino E, Toral FLB, Santos JN, Carvalho MVP 2012.  
30 Structural characteristics and agronomic traits of *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés subjected to  
31 nitrogen levels. Revista Brasileira de Zootecnia 41: 846-855.

32 Chapman D, Lemaire G 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth  
33 after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston  
34 North. Proceedings... Palmerston North: New Zealand Grassland Association. p.95- 104.

- 1 Costa CS, Rodrigues RC, Santos FNS, Araújo RA, Sousa GOC, Lima JRL, Nunes DR,  
2 Rodrigues MM. 2017. Structural characteristics and chemical composition of andropogon  
3 grass pasture managed under different defoliation intensities and rest periods Revista  
4 Brasileira de Saúde e Produção Animal 18: 492-504.
- 5 Costa NL, Moraes A, Carvalho PCF, Monteiro ALG, Motta ACV, Silva ALP, Oliveira RA  
6 2014. Morfogênese de *Trachypogon plumosus* sobcalagem, adubação e idades de rebrota.  
7 Archivos de Zootecnia 63: 109-120. [in Portuguese with English abstract]
- 8 Costa NL, Paulino VT, Magalhães JA, Townsend CR, Pereira RGA 2008. Morfogênese de  
9 gramíneas forrageiras na Amazônia Ocidental. Pubvet 2: 1-24 [in Portuguese with English  
10 abstract].
- 11 Costa NL, Paulino VT, Moraes A, Magalhães JA. 2011. Produção de forragem, composição  
12 química e morfogênese de *Brachiaria humidicola* cv. Tupi em diferentes idades de corte.  
13 Pubvet 5: 11p. [in Portuguese with English abstract].
- 14 Da Silva SC, Carvalho PCF. 2005. Foraging behaviour and herbage intake in the favourable  
15 tropics/subtropics. In: McGilloway, D. A. (Org.). Grassland: a global resource. Netherlands:  
16 Wagening Academic Publishers, p.81-95.
- 17 Da Silva SC, Nascimento Júnior D. 2006. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: Pereira OG,  
18 Obeid JA, Nascimento Jr D, Fonseca DM. (Eds.). Simpósio sobre manejo estratégico da  
19 pastagem, III, Anais... Viçosa: UFV. 1-42.
- 20 Detmann, E, Souza, MA, Valadares Filho, SC, Queiroz, AC, Berchielli, TT, Saliba, EOS,  
21 Cabral, LS, Pina, DS, Ladeira, MM, & Azevedo, JAG (2012). (Ed.). *Métodos para análise de*  
22 *alimentos*. Visconde do Rio Branco: Suprema.
- 23 Difante GS, Nascimento Jr D, Da Silva SC, Euclides VPB, Montagner DB, Silveira MCT,  
24 Pena KS. 2011. Morphogenetic and structural characteristics of marandu palisadegrass  
25 subjected to combinations of cutting heights and cutting intervals. Revista Brasileira de  
26 Zootecnia 40: 955-963 [in Portuguese with English abstract].
- 27 Euclides VPB, Macedo MCM, Valle CB, Barbosa RA, Gonçalves WV. 2008a. Produção de  
28 forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob  
29 pastejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira 43: 1805-1812 [in Portuguese with English  
30 abstract].
- 31 Euclides VPB, Macedo MCM, Zimmer AH, Jank L, Oliveira MP. 2008b. Avaliação dos  
32 capins mombaça e massai sob pastejo. Revista Brasileira de Zootecnia 37: 18-26 [in  
33 Portuguese with English abstract].

- 1 Gomide CAM, Gomide JA. 2000. Morfogênese de Cultivares de *Panicum maximum* Jacq.  
2 Revista Brasileira de Zootecnia 29: 341-348 [in Portuguese with English abstract].
- 3 Gomide JA. 1994. Formação e utilização de capineira de capim-elefante. In: Carvalho MM,  
4 Alvim MJ, Xavier DF. (Eds.). Capim-elefante: produção e utilização. Coronel Pacheco, MG:  
5 Embrapa-CNPGL.
- 6 Hodgson J. 1990. Grazing management: science into practice. New York: John Wiley and  
7 Sons.
- 8 Hopkins WG. 1995. Introduction to Plant Physiology. John Wiley e Sons, New York.
- 9 Ítavo LCV, Soares CM, Ítavo CCBF, Dias AM, Petit HV, Leal ES, Souza ADV. 2015.  
10 Calorimetry, chemical composition and in vitro digestibility of oilseeds. Food Chemistry 185:  
11 219-225.
- 12 Khair M, El Shantnaawi J, Mohawesh, YM. 2000. Seasonal Chemical Composition of  
13 Saltbush in Semi-Arid Grassland of Jordan. Journal of Range Management 53: 211-214.
- 14 Lemaire G, Chapman, D. 1996. Tissue flows in grazed plant communities. In: Hodgson J,  
15 Illius AW (Eds.). The ecology and management of grazing systems. CAB International,  
16 Wallingford.
- 17 Lemaire G, Hodgson J, Chabbi A. 2011. Grassland productivity and ecosystem services. Cabi,  
18 Wallingford.
- 19 Lemaire G. 2001. Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant populations in  
20 grazed swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro,  
21 2001. Proceedings... São Pedro: FEALQ.
- 22 Lopes MN, Pompeu RCFF, Silva RG, Regadas Filho JGL, Lacerda CF, Bezerra MA. 2014.  
23 Fluxo de biomassa e estrutura do dossel em capim braquiária manejado, sob lâminas de  
24 irrigação e idades de crescimento. Bioscience Journal 30: 490-500 [in Portuguese with  
25 English abstract].
- 26 Magalhães JA, Lopes EA, Rodrigues BHN, Costa NL, Barros NN, Mattei DA. 2006.  
27 Influence of the nitrogen fertilization and of the cut age on the forage yield of the elephant  
28 grass. Revista Ciência Agronômica 37: 91-96. [in Portuguese with English abstract].
- 29 Minson DJ. 1990. Forage in ruminant nutrition. San Diego: Academic Press.
- 30 Neel JPS, Felton EED, Singh S, Sexstone AJ, Belesky DP. 2016. Open pasture, silvopasture  
31 and sward herbage maturity effects on nutritive value and fermentation characteristics of cool-  
32 season pasture. Grass and Forage Science 71: 259–269.

- 1 Oliveira ER, Monção FP, Gabriel AMA, Goes RHTB, Lemp B, Moura LV. 2014a. Ruminant  
2 degradability of neutral detergent fiber of *Cynodon spp.* grasses at four regrowth ages. *Acta*  
3 *Scientiarum. Animal Sciences. Maringá* 36: 201-208.
- 4 Oliveira ZF, Santana Jr HA, Santana EOC, Ferreira AHC, Maciel MS, Carvalho MEL,  
5 Figueiredo CB, Santos MS. 2014b. Produção e composição de gramíneas da espécie *Panicum*  
6 *maximum*. *Revista Eletrônica Nutritime* 11: 3820-3827 [in Portuguese with English abstract].
- 7 Oliveira JS, Emerenciano Neto JV, Difante GS, Lista FN, Santos RS, Bezerra JDV, Bonfim  
8 BRS, Milhomens LBS, Ribeiro JSM. 2019. Structural and productive features of *Panicum*  
9 cultivars submitted to different rest periods in the irrigated semiarid region of Brazil.  
10 *Bioscience Journal* 35: 682-690.
- 11 Paciullo DSC, Fernandes PB, Gomide CAM, Castro CRT, Souza Sobrinho, FS, Carvalho  
12 CAB. 2011. The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade.  
13 *Revista Brasileira de Zootecnia* 40:270–276.
- 14 Quintino AC, Almeida RG, Abreu JG, Macedo MCM. 2016. Morphogenetic and structural  
15 characteristics of grass *piatã* in system crop-livestock integration. *Veterinária e Zootecnia* 23:  
16 131-138.
- 17 Reis RA, Melo GMP, Bertipaglia LMA, Oliveira AP. 2005. Otimização da utilização da  
18 forragem disponível através da suplementação estratégica. In: Reis RA, Siqueira GR,  
19 Bertipaglia LMA, Oliveira AP, Melo GMP, Bernardes TF. (Eds). *Volumosos na produção de*  
20 *ruminantes*. Jaboticabal: Funep.
- 21 Ribeiro Jr GO, Teixeira AM, Velasco FO, Faria Júnior WG, Pereira LGR, Chaves AV,  
22 Gonçalves LC, McAllister TA. 2014. Production, Nutritional Quality and *In vitro* Methane  
23 Production from *Andropogon gayanus* Grass Harvested at Different Maturities and Preserved  
24 as Hay or Silage. *Asian-Australas Journal Animal Sciences* 27: 330-341
- 25 Rodrigues ALP, Sampaio IBM, Carneiro JC, Tomich TR, Martins RGR. 2004. In situ dry  
26 matter degradation of tropical forages harvested at different ages. *Arquivo Brasileiro de*  
27 *Medicina Veterinária e Zootecnia* 56: 658-664 [in Portuguese with English abstract].
- 28 Sá JF, Pedreira MS, Silva FF, Bonomo P, Figueiredo MP, Menezes DR, Almeida TB 2010.  
29 Carbohydrates and proteins fractions of tropical grasses cut at three ages. *Arquivo Brasileiro*  
30 *Medicina Veterinária e Zootecnia* 62: 667-676.
- 31 Sarmiento G, Silva MP, Naranjo ME, Pinillos M. 2006. Nitrogen and phosphorus as limiting  
32 factors for growth and primary production in a flooded savanna in the Venezuelan Llanos.  
33 *Journal of Tropical Ecology* 22: 203-212.

- 1 Silva AM, Modesto EC, Lira CC, Santos MVF, Brasil LHA, Dubeux Jr, JCB 2011.  
2 Characterization of grass and extrusa from Girolanda heifers grazing on *Brachiaria*  
3 *decumbens* pasture, under different stocking rates. *Acta Scientiarum Animal Sciences* 33:  
4 115-122.
- 5 Silva DC; Alves AA; Lacerda MSB, Moreira Filho MA, Oliveira ME, Lafayette EA. 2014.  
6 Valor nutritivo do capim-andropogon em quatro idades de rebrota em período chuvoso.  
7 *Revista Brasileira Saúde Produção Animal* 15: 626-636 [in Portuguese with English abstract].
- 8 Skinner RH, Nelson CJ 1995. Elongation of the grass leaf and its relationship phyllochron.  
9 *Crop Science* 35: 4-10.
- 10 Skinner RH, Nelson CJ. 1994. Role of leaf appearance rate and coleoptile tiller in regulating  
11 tiller production. *Crop Science* 34: 71-75.
- 12 Van Soest PJ. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Corvallis: Cornell University  
13 Press.
- 14 Vasconcelos WA, Santos EM, Zanine AM, Pinto TF, Lima WC, Edvan RL, Pereira OG.  
15 2009. Valor nutritivo de silagens de capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) colhido em  
16 função de idades de rebrotação. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Anima* 10: 874-884  
17 [in Portuguese with English abstract].  
18 .

**ARTIGO 2****Características morfogênicas, estruturais e químico-bromatológicas de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri em intervalos de corte**Luciana Junges<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

**AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) Código de Financiamento 001 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

**Resumo**

Objetivou-se avaliar os diferentes intervalos de corte do *Panicum maximum* cv. BRS Zuri sobre as características morfogênicas e estruturais, produção de forragem, composição química-bromatológica e digestibilidade *in vitro*. Os tratamentos foram quatro intervalos de corte (49, 63, 77 e 91 dias), com quatro repetições cada, em dois anos agrícolas, no período das águas. Houve efeito dos intervalos de corte sobre as características estruturais e morfogênicas, exceto para a taxa de aparecimento foliar ( $0.09$  folhas perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) e filocrono ( $11.03$  n° dias folha<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>) no ano de 2016 e taxa de alongamento de colmo ( $+0.21$  cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) e duração de vida de folhas ( $62.17$  dias) no ano 2017. A massa de forragem e a porcentagem de colmo aumentaram com o avanço do intervalo de corte, no entanto, diminuíram a porcentagem de folha e relação folha: colmo. Os teores de matéria seca no ano de 2015-2016 e 2016-2017 apresentaram efeito quadrático, com mínima de  $261.68$  g kg<sup>-1</sup> aos 52 dias e  $275.76$  g kg<sup>-1</sup> aos 59 dias, respectivamente. As concentrações de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina aumentaram linearmente, enquanto que os teores de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* diminuíram com o aumento no intervalo

1 de corte. O intervalo de corte do capim BRS Zuri é de 49 e 63 dias visando otimizar a massa  
2 de forragem e o valor nutricional da forragem produzida no período das águas.

3  
4 **Palavras-chave:** digestibilidade, forragicultura, morfogênese, *Panicum maximum*, perfilho,  
5 valor nutricional

#### 6 7 **Abstract**

8 The objective was to evaluate the different cutting ages on morphogenetic and structural  
9 characteristics, forage production, chemistry, chemical composition and *in vitro* digestibility  
10 of *Panicum maximum* cv. BRS Zuri. The treatments were four cutting ages (49, 63, 77 and 91  
11 days), with four replications each, in two agricultural years, during the water period. There  
12 was an effect of cutting ages on the structural characteristics and morphogenetic except for  
13 the leaf appearance rate ( $0.09 \text{ leaf tiller}^{-1}\text{day}^{-1}$ ) and phyllochron ( $11.03 \text{ n days leaf}^{-1}\text{tiller}^{-1}$ ) in  
14 the year 2016 and stem elongation rate ( $12.21 \text{ cm tiller}^{-1}\text{day}^{-1}$ ) and leaves life duration (62.17  
15 days) in the year 2017. The green mass production and dry weight and stem ratio increased  
16 with the progress of cutting ages, however, decreased the proportion of sheet and leaf ratio:  
17 high. The dry matter content in 2015-2016 and 2016-2017 showed quadratic effect with a  
18 minimum of  $261.68 \text{ g kg}^{-1}$  after 52 days and  $275.76 \text{ g kg}^{-1}$  at 59 days, respectively. The fiber  
19 concentrations in neutral detergent, acid detergent fiber and lignin increased linearly, whereas  
20 the crude protein and *in vitro* digestibility decreasing with increasing cutting age. The  
21 recommended cutting age for zuri grass is 49 and 63 days to optimize yield, nutritional value  
22 and *in vitro* digestibility of forage produced during the water period.

23  
24 **Keywords:** digestibility, forage crops, morphogenesis, *Panicum maximum*, tiller, nutritional  
25 value

#### 26 27 **Introdução**

28  
29 Em virtude da importância dos volumosos na alimentação de ruminantes, constata-se uma  
30 procura constante de novas cultivares de gramíneas, designados para produção de pasto ou  
31 para produção de forragem conservada (silagem ou feno). Dentre as espécies forrageiras  
32 utilizadas, as gramíneas do gênero *Panicum*, nas condições de clima tropical e subtropical  
33 permitem elevada produtividade, tornando-a uma das mais utilizadas nos sistemas de  
34 produção animal (Gomes et al. 2011).

1 O intervalo de corte pode afetar o valor nutricional dos capins, onde intervalos mais  
2 elevados apresentam maior massa de forragem e maior teor de matéria seca podendo ser  
3 utilizados para produção de silagem e menores intervalos de corte apresentam maior valor  
4 nutritivo, no entanto menor massa de forragem e maior teor de umidade podendo ser utilizado  
5 na forma de pastejo ou confecção de feno para ser utilizado na época de escassez de  
6 volumoso.

7 A produtividade da gramínea decorre da emissão contínua de folhas e perfilhos,  
8 processo importante após o pastejo ou colheita, que visa assegurar a restauração da área foliar  
9 e a perenidade do pasto. Diante disso, a morfogênese é uma técnica essencial para a avaliação  
10 e entendimento do crescimento de gramíneas, esta tem sido utilizada para avaliar a respostas  
11 de plantas forrageiras as condições ambientais e bem como a determinação de estratégia do  
12 manejo de pastagens (Da Silva et al. 2015), entretanto, existem poucas informações  
13 relacionados as características morfológicas e estruturais e o valor nutritivo da cultivar BRS  
14 Zuri visando principalmente qual o melhor momento para colheita da forrageira para para  
15 ensilagem.

16 O manejo de colheita da gramínea é um fator que altera tanto a produção quanto a  
17 qualidade das forragens. Menores intervalos de corte resultam maiores relações folha:colmo,  
18 valor nutritivo mais elevado, entretanto, baixas produções de matéria seca (Maranhão et al.  
19 2010). Idade mais avançadas resultam em maior quantidade de massa de forragem, no  
20 entanto, ocasiona menor proporção de carboidratos solúveis, menor digestibilidade (Corsi  
21 1990), maior proporção de material senescente, menor proporção de folha e menor relação  
22 folha: colmo, resultando em acúmulo de forragem de baixa qualidade (Euclides et al. 2014).

23 O objetivo foi avaliar diferentes intervalos de corte do *Panicum maximum* cv. BRS  
24 Zuri sobre as características morfológicas e estruturais, massa de forragem e valor nutricional  
25 no período das águas.

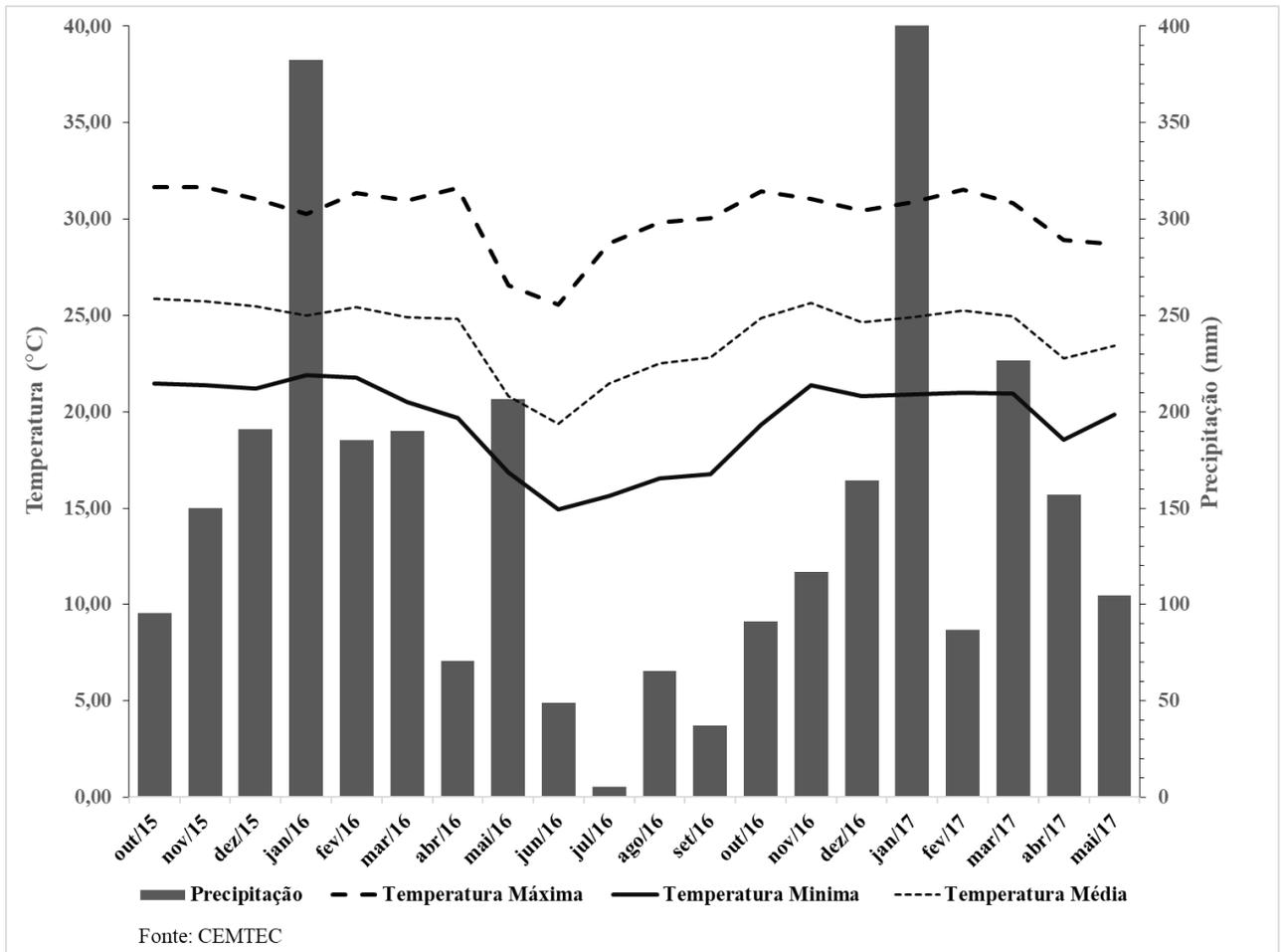
26

## 27 **Material e métodos**

28

### 29 **Local, tratamentos e delineamento experimental**

30 O experimento foi conduzido no setor de Forragicultura da Fazenda Escola, localizada no  
31 município de Terenos MS. Os dados de precipitação e de temperatura (Figura 1), durante o  
32 período experimental foram coletados no banco de dados do CEMTEC (Centro de  
33 Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul).



1  
2 Figura 1 Temperaturas média, mínima e máxima e precipitação mensal durante o período  
3 experimental no ano 2015-2016 e 2016-2017.

4  
5 Antes da implantação do experimento, foram coletadas amostras de solo na camada de  
6 0-20 cm para determinação da fertilidade, da qual o resultado obtido foram:

7

pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	SB (%)
(CaCl <sub>2</sub> )	mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						
5.31	35.34	4.5	0.20	7.35	1.2	0.0	5.18	13.93	62.81

8  
9 No início do experimento o solo foi corrigido de acordo com a análise do solo com a  
10 aplicação de 1,2 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT = 80%) e 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma  
11 de supersimples, 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N na  
12 forma de ureia.

1 No mês de janeiro de 2015 foi realizado a semeadura da gramínea *Panicum maximum*  
2 cv. BRS Zuri. O corte de uniformização foi realizado 30 dias após a semeadura, a uma altura  
3 de 20cm do solo. No Ano 2016-2017 foi realizado o corte de uniformização e a adubação de  
4 manutenção com 100 kg ha<sup>-1</sup> de N.

5 O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro  
6 tratamentos e quatro repetições. A área de cada parcela foi de 36 m<sup>2</sup> (3x12 m). Cada canteiro  
7 foi subdividido em quatro parcelas, as quais foram distribuídos aleatoriamente e que  
8 consistiam em quatro idades de cortes (49; 63; 77 e 91 dias). O período experimental do ano 1  
9 foi de outubro de 2015 a abril de 2016 e do ano 2 foi de outubro de 2016 a abril de 2017.

### 11 **Morfogênese**

12 Para a avaliação da morfogênese foram marcados 5 perfilhos aleatórios por repetição,  
13 totalizando 20 perfilhos por tratamento, avaliados a cada 7 dias.

14 No perfilho, as folhas foram numeradas e com um auxílio de uma régua milimetrada,  
15 foram realizadas mensurações nas folhas quanto ao comprimento foliar e pseudocolmo dos  
16 perfilhos marcados durante o período avaliado. O comprimento do colmo foi mensurado do  
17 solo até a folha mais jovem completamente expandida. As folhas foram classificadas de  
18 acordo com seu estágio fisiológico (expansão, expandida, senescente e morta).

19 A partir das informações mensuradas nos perfilhos foram calculados: taxa de  
20 aparecimento de folhas: obtida pelo número de folhas surgidas no perfilho, dividido pelo  
21 número de dias decorridos no período de avaliação (TApF, folhas perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>); filocrono:  
22 intervalo entre o aparecimento de duas folhas consecutivas em um perfilho, sendo calculado  
23 pelo inverso da TApF (FIL, dias folha<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>); taxa de alongamento foliar: obtida pela  
24 diferença dos comprimento finais e iniciais das lâminas foliares, dividido pelo número de dias  
25 decorridos no período de avaliação (TAIF, cm folha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>); taxa de alongamento do colmo:  
26 obtida pela diferença dos comprimento finais e iniciais dos colmos, dividido pelo número de  
27 dias decorridos no período de avaliação (TAIC, cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>); duração de vida das  
28 folhas: obtida pela soma da quantidade de dias que cada folha permaneceu viva, dividida pelo  
29 número de folhas da soma (DVF, dias); número de folhas vivas por perfilho (NFV), taxa de  
30 senescência de lâminas foliares: área da lamina foliar decorrente as partes senescentes dos  
31 perfilhos marcados (TSeF, cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) e comprimento final de folha (CFF, cm)  
32 segundo Lemaire e Chapman (1996).

### 34 **Produção e composição morfológica**

1 A massa de forragem foi estimada pelo corte da forragem a 20 cm do solo utilizando  
2 quadrado metálico de 1.0 m<sup>2</sup>, posteriormente, pesadas. A amostra coletada foi levada ao  
3 laboratório para separação manual nos componentes morfológicos: folha (lâmina foliares),  
4 colmo (colmos e bainhas foliares) e material senescente. Posteriormente, foram colocadas em  
5 estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas, pesadas e moídas para análises  
6 bromatológica e quantificação dos componentes estruturais do dossel (porcentagem de folha,  
7 colmo e material senescente e relação folha:colmo)

8 A taxa de acúmulo de forragem (kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de MS) foi calculada dividindo a MFT  
9 pelo intervalo de corte.

### 11 **Composição química-bromatológica**

12 Foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra em  
13 detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) e lignina  
14 (LIG) segundo Detmann et al. (2012).

### 16 **Digestibilidade *in vitro***

17 As digestibilidades *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da matéria orgânica (DIVMO), da fibra  
18 em detergente neutro (DIVFDN) e da fibra em detergente ácido (DIVFDA) e da proteína  
19 bruta (DIVPB) foram determinadas de acordo com Ítavo et al. (2015). Para determinação da  
20 digestibilidade *in vitro*, adicionou-se 1g de amostra em saquinhos de TNT 5 x 5 cm,  
21 previamente tarados e numerados. Posteriormente, 20 saquinhos foram acondicionados em  
22 jarros (5 L), no qual foram adicionados 1,6 litros de saliva artificial de McDougall (com 0,1%  
23 glicose e ureia, pH=8,5); foram colocados na incubadora Daisy II – ANKOM; adicionaram-se  
24 400 mL de líquido ruminal de bovinos mantido em pastagens (coado e transportado em  
25 garrafa térmica; borbulhado o meio com CO<sub>2</sub> e incubado em 39°C por 48 horas, após o tempo  
26 decorrido foi adicionado 40mL de HCl 6N + 6 gramas de pepsina, e mantendo por mais 24  
27 horas). Após decorrido o tempo, os saquinhos foram lavados e secos a 105°C; foram  
28 utilizados saquinhos em branco (sem amostras) para correção de impurezas.

### 30 **Análises estatísticas**

31 Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão. A escolha dos  
32 modelos baseou-se na significância dos coeficientes lineares e quadráticos, ao nível de 5% de  
33 probabilidade.

## 1 **Resultados**

2

### 3 **Características morfológicas e estruturais**

4 No ano 2015-2016, não houve efeito ( $p > 0.05$ ) dos intervalos de corte sobre a taxa de  
5 aparecimento foliar (TApF) e filocrono (FIL), com média 0.09 folhas perfilho<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup> e 11.03  
6 n° dias folhas<sup>-1</sup>perfilho<sup>-1</sup>, respectivamente. A duração de vida de folha (DVF) e taxa de  
7 senescência (TSEF) apresentaram efeito linear crescente ( $p < 0.05$ ) e o inverso observou-se  
8 para a taxa de alongamento foliar (TAIF). O intervalo de corte influenciou de forma  
9 quadrática ( $p < 0.05$ ) o número de folhas vivas por perfilhos (NFV), a taxa de alongamento de  
10 colmo (TAIC) e comprimento final da folha (CFF), com mínima de 3.81 folhas perfilhos<sup>-1</sup> aos  
11 59 dias, 0.53 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> aos 63 dias, e máxima de 84.67 cm aos 63 dias,  
12 respectivamente.

13 No ano 2016-2017, com o avanço dos intervalos de corte houve redução linear ( $p <$   
14  $0.05$ ) na TApF, NFV e TAIF e efeito linear positivo linear ( $p < 0.05$ ) no FIL, TSeF e CFF em  
15 função do intervalo de corte. A DVF e TAIC não apresentaram efeito ( $p > 0.05$ ) com média  
16 de 62.17 dias e 0.21 cm perfilho<sup>-1</sup>dia<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 1).

1 Tabela 1: Características morfológicas e estruturais de perfilhos de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri em diferentes intervalos de corte

	Intervalos de corte (dias)				EPM	P-value		Equação de regressão
	49	63	77	91		Linear	Quadrático	
Ano 2015-2016								
TApF (folha perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	0.10	0.09	0.09	0.09	0.003	0.2418	0.2087	Y= 0.09
FIL (n°dias folha <sup>-1</sup> perfilho <sup>-1</sup> )	10.33	11.26	11.37	11.17	0.343	0.3607	0.3810	Y= 11.03
DVF (dias)	39.05	39.28	49.92	55.09	2.798	0.0023	0.4050	Y= 16.6264 + 0.3991*x (R <sup>2</sup> =0.87)
NFV (folha perfilho <sup>-1</sup> )	4.00	4.60	4.65	5.40	0.244	0.0007	0.0467	Y= 8.2319 - 0.1502*x + 0.00127778*x <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =0.92)
TAIF (cm folha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	3.43	2.75	2.66	2.18	0.201	0.0021	0.7973	Y= 3.78583 - 0.01052*x (R <sup>2</sup> = 0.90)
TAIC (cm perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	0.60	0.59	0.60	1.05	0.070	0.0010	0.0077	Y= 2.5862 - 0.06491*x + 0.000511166*x <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =0.95)
TSeF (cm perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	0.75	2.47	2.34	3.03	0.334	0.0059	0.4001	Y= -1.01599 + 0.0426874*x (R <sup>2</sup> =0.73)
CFF (cm)	77.49	87.91	75.68	61.05	3.097	0.0001	0.0002	Y= - 42.4269 + 4.0336*x - 0.0320*x <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =0.94)
Ano 2016-2017								
TApF (folha perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	0.08	0.08	0.07	0.05	0.004	0.0003	0.3612	Y= 0.117581 - 0.00067*x (R <sup>2</sup> = 0.96)
FIL (n°dias folha <sup>-1</sup> perfilho <sup>-1</sup> )	12.46	14.77	17.21	21.08	1.210	0.0009	0.6013	Y= 2.70535 + 0.188587*x (R <sup>2</sup> = 0.98)
DVF (dias)	62.39	54.61	66.65	65.11	2.634	0.3188	0.4863	Y= 62.17
NFV (folha perfilho <sup>-1</sup> )	5.17	4.07	4.07	3.58	0.209	0.0005	0.2094	Y= 6.52472 - 0.0317778*x (R <sup>2</sup> = 0.84)
TAIF (cm folha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	2.41	2.03	1.80	1.35	0.159	0.0041	0.8770	Y= 3.5406 - 0.0226607*x (R <sup>2</sup> = 0.99)
TAIC (cm perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	0.20	0.18	0.17	0.27	0.030	0.4622	0.2963	Y= 0.21
TSeF (cm perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	0.60	0.70	0.74	1.04	0.085	0.0102	0.1156	Y= -0.0423862 + 0.0105085*x (R <sup>2</sup> = 0.74)
CFF (cm)	38.37	45.27	46.03	51.08	1.934	0.0071	0.7361	Y= 26.3898 + 0.259300*x (R <sup>2</sup> = 0.92)

1 TApF: Taxa de aparecimento foliar; FIL: Filocrono; DVF: duração de vida das folhas; NFV: número de folhas vivas por perfilho; TAlF: Taxa de  
2 alongamento foliar; TAIC: Taxa de alongamento de colmo; TSeF: Taxa de senescência de lâmina foliar; CFF: comprimento final de folha; \*EPM= erro  
3 padrão da média.

## 1 **Produção e composição morfológica**

2 No ano 2015-2016 e 2016 - 2017, a massa de forragem total (MFT), porcentagem de  
3 colmo e material senescente apresentaram efeito linear positivo ( $p < 0.05$ ) em função do  
4 intervalo de corte (Tabela 2). A porcentagem de folha e relação F:C reduziram linearmente ( $p$   
5  $< 0.05$ ) com o aumento do intervalo de corte. Não houve efeito ( $p > 0.05$ ) dos intervalos de  
6 corte sobre a taxa de acúmulo de forragem.

7

## 8 **Composição química e digestibilidade *in vitro***

9 Com o avanço dos intervalos de corte, no ano 2015-2016, houve efeito quadrático ( $p < 0.05$ )  
10 sobre os teores de matéria seca (MS), com mínimo de 261.51 g kg<sup>-1</sup> de MS aos 52 dias  
11 (Tabela 3). Com o aumento no intervalo de corte houve efeito linear decrescente ( $p < 0.05$ )  
12 sobre os teores de proteína bruta (PB), enquanto que o inverso foi observado para os teores de  
13 fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG). Não  
14 houve efeito ( $p > 0.05$ ) dos intervalos de corte sobre o teor de matéria orgânica (MO), com  
15 média de 904.98 g kg<sup>-1</sup> de MS.

16 No ano 2016-2017, houve efeito quadrático ( $p < 0.05$ ) do intervalo de corte sobre os  
17 teores de MS com mínima estimada de 275.76 g kg<sup>-1</sup> aos 59 dias. Ao passo que se aumentou o  
18 intervalo de corte houve efeito linear decrescente ( $p < 0.05$ ) nos teores de PB, porém, para os  
19 teores de FDN, FDA e LIG o efeito foi inverso.

20 Os teores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), digestibilidade *in vitro*  
21 da matéria orgânica (DIVMO), digestibilidade *in vitro* da proteína bruta (DIVPB)  
22 digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN), digestibilidade *in vitro* da  
23 fibra em detergente ácido (DIVFDA) no ano 2015-2016 e 2016-2017 reduziram linearmente  
24 ( $p < 0.05$ ) a medida que houve aumento no intervalo de corte (Tabela 4).

1 Tabela 2: Massa de forragem, características estruturais e morfológicas de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri em diferentes intervalos de corte

	Intervalos de corte (dias)				EPM	P-value		Equação de regressão
	49	63	77	91		Linear	Quadrático	
Ano 2015-2016								
MFT (ton ha <sup>-1</sup> )	2.98	3.55	4.73	5.10	0.634	0.0001	0.0542	Y= 0.3200 + 0.0539*x (R <sup>2</sup> =0.91)
Folha (g kg <sup>-1</sup> )	715.07	690.72	647.03	520.60	37.598	0.0001	0.7329	Y= 956.9050 - 4.4793*x (R <sup>2</sup> =0.87)
Colmo (g kg <sup>-1</sup> )	264.37	283.05	314.53	437.88	32.346	0.0008	0.9753	Y= 48.9525 + 3.9429*x (R <sup>2</sup> =0.85)
Senescente (g kg <sup>-1</sup> )	20.56	26.23	38.44	41.52	6.963	0.0001	0.0016	Y= -5.8575 + 0.5364*x (R <sup>2</sup> =0.95)
Relação F:C	2.70	2.44	2.05	1.18	0.606	0.0039	0.4038	Y= 4.5675 - 0.0354*x (R <sup>2</sup> =0.92)
TAF (kg ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> MS)	60.23	58.10	60.10	57.73	1.488	0.0665	0.5240	Y=58.79
Ano 2016-2017								
MFT (ton ha <sup>-1</sup> )	2.71	3.57	3.98	4.98	0.352	0.0003	0.1957	Y= -0.2000 + 0.05157*x (R <sup>2</sup> =0.83)
Folha (g kg <sup>-1</sup> )	700.85	687.95	652.17	536.53	28.350	0.0034	0.0396	Y= 908.7450 - 3.7767*x (R <sup>2</sup> =0.94)
Colmo (g kg <sup>-1</sup> )	274.39	284.76	310.98	421.20	29.228	0.0016	0.0577	Y= 89.5075 + 3.3332*x (R <sup>2</sup> =0.80)
Senescente (g kg <sup>-1</sup> )	24.76	27.29	36.85	42.27	5.573	0.0901	0.4488	Y= 1.7475 + 0.4435x (R <sup>2</sup> =0.95)
Relação F:C	2.55	2.41	2.09	1.27	0.251	0.0065	0.2412	Y= 4.1600 - 0.02971*x (R <sup>2</sup> =0.87)
TAF (kg ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> MS)	55.63	56.59	53.14	55.31	1.639	0.1908	0.2298	Y= 54.92

2 MFT: massa de forragem total; RF:C: relação folha:colmo; TAF: Taxa de acúmulo de forragem \*EPM= erro padrão da média.

1 Tabela 3: Composição química-bromatológica de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri em diferentes intervalos de corte

	Intervalos de corte (dias)				EPM	P-value		Equação de regressão
	49	63	77	91		Linear	Quadrático	
Ano 2015-2016								
MS (g kg <sup>-1</sup> MS)	243.24	257.08	265.43	330.07	11.836	0.0001	0.0155	Y= 401.483 - 5.34896*x + 0.0511641*x <sup>2</sup> (R <sup>2</sup> =0.97)
MO (g kg <sup>-1</sup> MS)	904.99	906.02	907.37	920.57	1.329	0.5445	0.5656	Y= 904.98
PB (g kg <sup>-1</sup> MS)	62.39	55.30	46.57	38.82	2.345	0.0001	0.8846	Y= 90.4900 - 0.5674*x (R <sup>2</sup> =0.96)
FDN (g kg <sup>-1</sup> MS)	742.62	762.52	783.17	792.24	5.566	0.0001	0.0979	Y= 685.3825 + 1.2108*x (R <sup>2</sup> =0.79)
FDA (g kg <sup>-1</sup> MS)	534.42	538.19	543.95	580.55	2.801	0.6603	0.1148	Y= 477.2025 + 1.0296*x (R <sup>2</sup> =0.79)
LIG (g kg <sup>-1</sup> MS)	60.21	65.50	71.07	80.36	1.134	0.0004	0.1282	Y= 36.2750 + 0.4716*x (R <sup>2</sup> =0.97)
Ano 2016-2017								
MS (g kg <sup>-1</sup> MS)	247.72	267.55	278.85	290.85	4.161	0.0004	0.0029	Y= 398.513 - 4.15577*x (R <sup>2</sup> =0.95)
MO (g kg <sup>-1</sup> MS)	892.55	894.63	897.01	900.82	2.878	0.0119	0.0730	Y= 882.6575 + 0.1942*x (R <sup>2</sup> =0.99)
PB (g kg <sup>-1</sup> MS)	66.70	61.05	56.38	37.97	4.586	0.0001	0.2259	Y= 100.9550 - 0.6491*x (R <sup>2</sup> =0.88)
FDN (g kg <sup>-1</sup> MS)	724.69	749.72	770.35	799.09	5.275	0.0006	0.0745	Y= 639.0475 + 1.7416*x (R <sup>2</sup> =0.97)
FDA (g kg <sup>-1</sup> MS)	535.30	543.54	554.38	582.26	6.733	0.0001	0.4913	Y= 478.0100 + 1.0837*x (R <sup>2</sup> =0.91)
LIG (g kg <sup>-1</sup> MS)	47.68	55.68	66.32	84.25	3.168	0.0001	0.6857	Y= 3.3075 + 0.8596*x (R <sup>2</sup> =0.96)

2 MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; LIG: lignina;

3 \*EPM= erro padrão da média.

1 Tabela 4: Composição química-bromatológica de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri em diferentes intervalos de corte

	Intervalos de corte (dias)				EPM	P-value		Equação de regressão
	49	63	77	91		Linear	Quadrático	
Ano 2015-2016								
DIVMS (g kg <sup>-1</sup> MS)	587.31	554.63	531.14	459.13	21.304	0.0005	0.0625	Y=737.0675 - 2.9145*x (R <sup>2</sup> =0.90)
DIVMO (g kg <sup>-1</sup> MS)	586.09	550.53	503.87	437.86	17.508	0.0001	0.2704	Y=765.2625 - 3.5096*x (R <sup>2</sup> =0.82)
DIVPB(g kg <sup>-1</sup> MS)	581.80	515.53	468.24	367.29	9.278	0.0001	0.3756	Y= 828.6250 - 4.9344*x (R <sup>2</sup> =0.97)
DIVFDN (g kg <sup>-1</sup> MS)	533.60	456.65	437.13	344.11	21.105	0.0001	0.0112	Y=736.8675 - 4.19.99*x (R <sup>2</sup> =0.94)
DIVFDA (g kg <sup>-1</sup> MS)	475.55	451.47	428.90	376.76	22.399	0.0001	0.7426	Y=592.6464 - 2.2781*x (R <sup>2</sup> =0.90)
Ano 2016-2017								
DIVMS (g kg <sup>-1</sup> MS)	616.79	611.13	578.41	518.54	14.734	0.0001	0.9572	Y=744.9525 - 2.3390*x (R <sup>2</sup> =0.87)
DIVMO (g kg <sup>-1</sup> MS)	613.37	610.56	548.55	500.92	13.881	0.0001	0.8507	Y=768.0300 - 2.8525*x (R <sup>2</sup> =0.99)
DIVPB(g kg <sup>-1</sup> MS)	555.99	544.27	521.04	386.12	11.149	0.0001	0.1572	Y=768.2775 - 3.8060*x (R <sup>2</sup> =0.76)
DIVFDN (g kg <sup>-1</sup> MS)	545.87	512.88	491.85	401.56	17.847	0.0001	0.1351	Y=715.0200 - 3.2425*x (R <sup>2</sup> =0.99)
DIVFDA (g kg <sup>-1</sup> MS)	501.79	479.79	467.32	397.57	16.705	0.0027	0.0597	Y=624.1825 - 2.3223*x (R <sup>2</sup> =0.99)

- 2 DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca; DIVMO: digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica; DIVFDN: digestibilidade *in vitro* da fibra  
3 em detergente neutro; DIVFDA: digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácido \*EPM= erro padrão da média.

## 1 **Discussão**

2

### 3 **Características morfológicas e estruturais**

4 Os intervalos de corte em 2015-2016 não influenciaram a TApF e FIL, mas  
5 modificaram TAIF, TAIC, DVF, NFV, TSeF e CFF. Em 2016-2017 o intervalo de corte  
6 influenciou as características morfológicas, exceto a TAIC e DVF. Segundo Lemaire e  
7 Chapman (1996) a TApF, TAIF e DVF são características determinadas geneticamente,  
8 no entanto podem ser influenciadas pelas condições ambientais e disponibilidade de  
9 nitrogênio.

10 Em 2015-2016 a TApF não houve efeito dos intervalos de corte. Em 2016-2017  
11 a redução na TApF nas plantas com maiores intervalos de corte ocorreu devido os  
12 perfilhos alcançaram maior comprimento, com isso as folhas mais novas precisam fazer  
13 longo percurso no pseudocolmo até a sua emergência, resultando em menor TApF  
14 (Skinner e Nelson, 1995). Além de que, segundo Oliveira et al. (2000) a redução da  
15 TApF com o aumento do intervalo de corte, possivelmente é devido ao aumento da  
16 competição por fotoassimilados, que são mobilizados para o desenvolvimento de novas  
17 estruturas que surgem no meristema apical.

18 O NFV é resultante da TApF e da DVF, desta forma, qualquer alteração nessas  
19 características pode alterar o NFV, no entanto, o NFV é uma característica genética das  
20 espécies onde é pouco afetada pelo ambiente (Paciullo et al. 2017). Quando a planta  
21 atinge o máximo de folhas vivas, a cada folha nova que surge, uma folha mais velha  
22 morre (Chapman e Lemaire 1993). Essa dinâmica também determina a DVF, pois essa é  
23 correlacionada com o filocrono e TApF. Outro fator que causa redução de NFV é a  
24 mudança do estágio vegetativo para o reprodutivo, no qual os nutrientes são conduzidos  
25 para formação das sementes quando atingem a maturidade, e não direcionados para  
26 formação de folhas novas (Pereira et al. 2019), o que foi observado antes do corte de 91  
27 dias, no mês de março.

28 As maiores TAIF nos menores intervalos de corte no ano 2015-2016 pode ser  
29 decorrente do maior desenvolvimento das folhas na fase inicial que está relacionado ao  
30 potencial de rebrota (Lemaire et al. 2011), uma vez que do ponto de vista nutricional é  
31 bom, pois o incremento de folhas reduz a fibra da pastagem. Outro fator que pode ter  
32 influenciado foram as condições climáticas (Figura 1) e a adubação de estabelecimento

1 que foi maior no ano 2015-2016, visto que a TAIF responde aos efeitos da adubação e  
2 das condições climáticas, principalmente a temperatura. Com o avanço do intervalo de  
3 corte ocorre maior competição por fotoassimilados para o desenvolvimento de novos  
4 perfilhos ou estruturas reprodutivas, o que reduz a TAIF (Costa et al. 2014).

5 O maior intervalo de corte proporcionou maior TAIC e TSeF o que interfere na  
6 estrutura do dossel, podendo causar efeitos negativos sobre a qualidade da forragem  
7 (Euclides et al. 2008). A maior TAIC pode ter sido influenciado pela maior competição  
8 por luz entre os perfilhos (Santos et al. 2011), ou seja, nessa condição a gramínea opta  
9 pela a reserva de carbono no aumento dos entrenós, que é uma resposta da planta a  
10 competição de luz, para colocar a nova área foliar nas camadas mais superficial do  
11 dossel (Lemaire 2001), ocasionado maior alongamento de colmo, facilitando a busca  
12 por luz.

13 Com o aumento do intervalo de corte, a razão de luz interceptada pelo dossel  
14 atinge seu ponto máximo, assim para cada folha que surge ocorre a senescência de uma  
15 folha (Nabinger e Pontes 2002), desta forma, a senescência foliar provém da competição  
16 por metabólitos e nutrientes entre as folhas velhas e jovens em desenvolvimento  
17 (Lemaire et al. 2011). Além disso, o acréscimo do sombreamento das lâminas foliares  
18 mais velhas pode ter ocasionado a elevação da taxa de senescência no ano 2015-2016  
19 (Hodgson 1990). Outro fator relacionado a senescência, plantas com baixo nível de  
20 adubação apresentam baixa TSeF (Tabela 1, ano 2016-2017), possivelmente como  
21 maneira de permanecerem vivas em razão do baixo fluxo de tecidos.

22 O maior CFF no ano 2015-2016 pode ser decorrente que neste ano foi o  
23 estabelecimento da forragem, maior nutrição e maior tamanho da folha. A redução do  
24 CFF pode ter sido pela incidência de perfilhos reprodutivos, onde parte dos nutrientes  
25 são direcionados para o alongamento de colmo (Tabela 1) e na emissão de  
26 inflorescência (Euclides et al. 2008).

### 28 **Produção e composição morfológica**

29 Com o avanço do intervalo de corte houve incremento da MFT, provavelmente isso  
30 pode ser decorrente do maior alongamento do colmo (Tabela 1) e com isso a maior  
31 porcentagem de colmo (Tabela 2), pois, com o aumento da taxa de crescimento exige a  
32 compensação de aumentar a resistência do tecido a fim de sustentar o perfilho, com isso

1 aumentando a proporção de componentes que confere a rigidez da planta (Oliveira et al.  
2 2014), exercendo função de sustentação. O aumento do intervalo de corte pode resultar  
3 no incremento da produção de MS, no entanto há redução no valor nutritivo da  
4 forragem produzida (Tabela 3 e 4), como observado no trabalho de Rodrigues et al.  
5 (2006) estudando o efeito da idade de corte no capim tanzânia.

6 No ano 2015-2016 foi verificado uma maior MST em relação ao ano 2016-2017,  
7 justificado por ser o ano de implantação do pasto (revolvimento do solo e incorporação  
8 do fertilizante no solo, com maior disponibilidade) e das condições climáticas e no ano  
9 de 2016-2017 foi realizada apenas adubação de manutenção, sem a incorporação dos  
10 fertilizantes no solo podendo ter ocorrido a perda de nitrogênio e menor pluviosidade  
11 (Figura 1).

12 A porcentagem de folha foi decrescendo com o aumento do intervalo de corte,  
13 enquanto que a porcentagem do colmo teve o comportamento inverso, isso já era  
14 esperado em gramíneas tropicais, pois alongam o colmo para buscar luz, e  
15 conseqüentemente aumentam a proporção de colmo. Porém, outro fato, nos maiores  
16 intervalos de corte a produção de folhas tende-se a diminuir (Tabela 2) devido a  
17 transição da fase vegetativa para a reprodutiva, (fato ocorreu antes dos 91 dias, no mês  
18 de março) conseqüentemente há menor produção de folhas e maior alongamento de  
19 colmos e senescência (Tabela 2), influenciando na relação F:C.

20

### 21 **Composição química e digestibilidade *in vitro***

22 As principais mudanças que decorrem na composição química das gramíneas são  
23 aquelas que seguem a maturidade fisiológica. Os maiores teores de MS em função do  
24 intervalo de corte estão relacionados a idade fisiológica que se relaciona a incorporação  
25 de constituintes fibrosos na estrutura celular vegetal (Garcez et al. 2016), e conseqüente  
26 redução do conteúdo celular e valor nutritivo da forrageira.

27 A redução na concentração de PB em função da idade de corte está associada a  
28 maior complexação de compostos nitrogenados a fração FDA, reduzindo assim a  
29 disponibilidade de N e conseqüente redução os teores de PB (Garcez et al. 2016). No  
30 ano 2015-2016, foram obtidos valores próximos ou mais baixos que 6% de PB, que  
31 segundo Van Soest (1994), teores menores que 6% interferem a fermentação ruminal,  
32 pela redução da atividade microbiana causada pela deficiência de nitrogênio, e influem  
33 no consumo voluntário e na digestibilidade da forrageira.

1           Maiores valores das frações fibrosas observado nos intervalos mais avançadas é  
2 resultante da deposição de compostos na parede celular para sustentação da planta, além  
3 da redução da fração dos nutrientes potencialmente digestíveis, dessa forma consistem  
4 uma diminuição acentuada na digestibilidade (Reis et al. 2005). As concentrações de  
5 FDN foram acima de  $600 \text{ g kg}^{-1}$  que correlaciona negativamente com o consumo (Van  
6 Soest 1994), enquanto, de acordo com nossos resultados, a redução da digestibilidade da  
7 matéria seca está associada ao aumento teor de FDA, sobretudo pela presença da  
8 lignina, que é um material altamente indigestível na forragem (Moura et al. 2011;  
9 Pontes et al. 2016).

10           O aumento do teor da lignina pode estar relacionado a taxa de alongamento do  
11 colmo (Tabela 1) que ocorrem em gramíneas em função do intervalo de corte  
12 relacionado a sustentação da planta. Além disso, o aumento do intervalo de corte causa  
13 o envelhecimento da forragem, aumentando a parede celular, lignificando e diminuindo  
14 o conteúdo celular (Van Soest et al. 1991).

15           Com o avanço do intervalo de corte há aumento nos teores de carboidratos  
16 estruturais (FDN e FDA) e lignina, por sua vez, uma redução na digestibilidade da MS,  
17 MO, FDN e FDA da gramínea (Tabela 4), pois plantas mais velhas têm maiores  
18 proporções de colmo do que folhas (Tabela 2), tendendo assim a reduzir o conteúdo de  
19 nutrientes potencialmente digestíveis com a maturação, influenciando a digestibilidade,  
20 (Monção et al. 2014). Além de que, a redução da digestibilidade com o avanço dos  
21 intervalos de corte pode ser justificado em função do aumento dos compostos fibrosos  
22 que dificultam os microorganismo em degradar o alimento.

23

## 24 **Conclusão**

25

26           O intervalo de corte recomendada para o capim-zuri de 49 a 63 dias durante o  
27 período das águas para otimizar a massa de forragem e o valor nutricional da forragem.

28

## 29 **Referencias**

30

- 1 Castagnara DD, Mesquita EE, Neres MA, Oliveira PSR, Deminicis BB, Bamberg R.  
2 2011. Valor nutricional e características estruturais de gramíneas tropicais sob adubação  
3 nitrogenada *Archivos de Zootecnia* 60: 931-942.
- 4 Corsi, M. 1990. *Produção e qualidade de forragens tropicais*. In: Sociedade Brasileira  
5 de Zootecnia: Novas tecnologias de produção animal, Piracicaba: FEALQ, Brazil. p. 69-  
6 85.
- 7 Da Silva SC, Sbrissia AF, Pereira LET. 2015. Ecophysiology of C4 forage grasses -  
8 understanding plant growth for optimizing their use and management. *Agriculture* 5:  
9 598-625
- 10 Detmann E, Souza MA, Valadares Filho SC, Queiroz AC, Berchielli TT, Saliba EOS,  
11 Cabral LS, Pina DS, Ladeira MM, Azevedo JAG. 2012. Métodos para análise de  
12 alimentos. 1st ed. Visconde do Rio Branco: Suprema.
- 13 Euclides VPB, Montagner DB, Difante GS, Barbosa RA, Fernandes WS. 2014. Sward  
14 structure and livestock performance in guinea grass cv. Tanzania pastures managed by  
15 rotational stocking strategies. *Scientia Agricola* 71: 451–457.
- 16 Euclides VPB, Macedo MCM, Valle CB, Barbosa RA, Gonçalves WV. 2008. Produção  
17 de forragem e característica da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha*  
18 sob pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43: 1805-1812.
- 19 Garcez BS, Alves AA, Araújo DLC, Lacerda MSB, Sousa LGC, Carvalho LF. 2016.  
20 Degradabilidade ruminal do capim colômbio (*Panicum maximum* Jacq. cv. Colômbio) em  
21 três idades pós-rebrota. *Acta Veterinária Brasílica* 10: 130-134.
- 22 Gomes RA, Lempp B, Jank L, Carpejani GC, Morais MG. 2011. Características  
23 anatômicas e morfofisiológicas de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum*.  
24 *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 46: 205-211.
- 25 Ítavo LCV, Soares CM, Ítavo CCBF, Dias AM, Petit HV, Leal ES, Souza ADV. 2015.  
26 Calorimetry, chemical composition and in vitro digestibility of oilseeds. *Food*  
27 *Chemistry* 185: 219-225.
- 28 Lemaire G, Hodgson J, Chabbi A. 2011. *Grassland productivity and ecosystem*  
29 *services*. Cabi, Wallingford.
- 30 Lemaire G. 200). Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant  
31 populations in grazed swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19.,  
32 2001, São Pedro, 2001. Proceedings... São Pedro: FEALQ.

- 1 Lemaire G, Chapman D. 1996. Tissue flows in grazed plant communities, in: Hodgson,  
2 J., Illius A.W. (Eds.). *The ecology and management of grazing systems*. CAB  
3 International, Wallingford.
- 4 Maranhão CMA, Bonomo P, Pires AJV, Costa ACPR, Martins GCF, Cardoso EO 2010.  
5 Características produtivas do capim-braquiária submetido a intervalos de cortes e  
6 adubação nitrogenada durante três estações. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 32:  
7 375-384.
- 8 Monção FP, Oliveira ER, Gabriel AMA, Souza R, Moura LV, Lempp B, Santos MV.  
9 2014. Degradabilidade ruminal de diferentes gramíneas do gênero *Cynodon spp.* em  
10 quatro idades de corte. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 9: 301-307.
- 11 Moura RL, Nascimento MPSCB, Rodrigues MM, Oliveira MEE, Lopes JB. 2011.  
12 Razão folha/haste e composição bromatológica da rebrota de estilosantes Campo  
13 Grande em cinco idades de corte. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 33: 249-254.
- 14 Nabinger C, Pontes LS. 2002. Manejo da desfolha. In: Simpósio sobre manejo da  
15 pastagem. FEALQ, Jaboticabal. p.133-158.
- 16 Nabinger C, Carvalho PCF. 2009. Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones  
17 para su sustentabilidad. *Agrociencia* 13: 18-27.
- 18 Oliveira ZF, Santana Júnior HA, Santana EOC, Ferreira AHC, Maciel MS, Carvalho  
19 MEL, Figueiredo CB, Santos MS. 2014. Produção e composição de gramíneas da  
20 espécie *Panicum maximum*. *Revista Eletrônica Nutritime* 11: 3820– 3827.
- 21 Pontes LS, Baldissera TC, Giotri AF, Stafin G, Santos BRC, Carvalho PCF. 2016.  
22 Effects of nitrogen fertilization and cutting intensity on the agronomic performance of  
23 warm-season grasses. *Grass and Forage Science* 72: 663–675.
- 24 Pereira GF, Emerenciano Neto JV, Difante GS, Assis LCSLC Lima PO. 2019.  
25 Morphogenic and structural characteristics of tropical forage grasses managed under  
26 different regrowth periods in the Brazilian semi-arid region. *Semina: Ciências Agrárias*,  
27 40: 283-292.
- 28 Reis RA, Melo GMP, Bertipaglia LMA, Oliveira, AP. 2005. Otimização da utilização  
29 da forragem disponível através da suplementação estratégica. In: Reis RA, Siqueira GR,  
30 Bertipaglia LMA, Oliveira AP, Melo GMP, Bernardes TF editors. *Volumosos na*  
31 *produção de ruminantes*. Jaboticabal: Funep. 187-238.

- 1 Rodrigues BHN, Magalhães JA, Cavalcante RF, Barros WS. 2006. Efeito da Idade de
- 2 Corte sobre o Rendimento Forrageiro do Capim-Tanzânia Irrigado nos Tabuleiros
- 3 Litorâneos do Piauí. *Revista Científica.de Produção Animal* 8: 21-27.
- 4 Santos MER, Fonseca DM, Braz TGS, Silva SP, Gomes VM, Silva GP. 2011.
- 5 Características morfogênicas e estruturais de perfilhos de capim-braquiária em locais do
- 6 pasto com alturas variáveis. *Revista Brasileira de Zootecnia* 40: 535-542.
- 7 Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral
- 8 detergent fiber, and nonstarch polysacharides in relation to animal nutrition. *Journal of*
- 9 *Dairy Science* 74: 3583-3597.
- 10 Van Soest PJ. 199). *Nutritional ecology of the ruminant*. 2nd ed. Cornell University
- 11 Press. Ithaca.

### ARTIGO 3

#### Glicerina bruta como aditivo na ensilagem de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri e cv. Mombaça

Luciana Junges<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

#### AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) Código de Financiamento 001 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

#### Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de glicerina bruta sobre a qualidade da silagem de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri e Mombaça em diferentes intervalos de corte. Foram conduzidos dois ensaios (cv. BRS Zuri e cv. Mombaça) experimentais. Foram avaliados os parâmetros de fermentação, perdas, composição química-bromatológica e digestibilidade *in vitro*. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3, com três intervalos de corte (65, 80 e 95 dias) e três níveis de glicerina bruta (0, 20 e 40 g kg<sup>-1</sup> na matéria natural), com quatro repetições por tratamento. Nas silagens de BRS Zuri houve interação intervalos de corte x glicerina bruta. Os menores valores de pH e perdas por gases foram nas silagens aos 80 e 95 dias e 20 e 40g kg<sup>-1</sup> de glicerina bruta. A inclusão de glicerina e idade de corte aumentou os teores de MS na ensilagem da cv. BRS Zuri. Nas silagens de cv. Mombaça houve interação glicerina bruta x intervalos de corte. O menor valor de pH, média de 4.12, foram aos 80 dias com a inclusão de glicerina bruta. Os maiores teores de MS, média de 277.71 g kg<sup>-1</sup> foram nas silagens com a inclusão de 40g kg<sup>-1</sup> de glicerina bruta aos 95 dias. A inclusão de glicerina bruta de 20 g kg<sup>-1</sup> na ensilagem dos capins aos 80 dias contribuiu na redução das perdas no processo fermentativo e proporcionou melhorias no valor nutritivo da silagem.

1 **Palavras-chave:** aditivos, biodiesel, fermentação, conservação de foragem, glicerol

## 2 **Abstract**

3 The objective of this study was to evaluate the effect of the inclusion of crude glycerin on the  
4 silage quality of *Panicum maximum* cv. BRS Zuri and Mombasa at different cutting intervals.  
5 Two experimental tests (cv. BRS Zuri and cv. Mombaça) were conducted. Fermentation  
6 parameters, losses, chemical-chemical composition and in vitro digestibility were evaluated.  
7 The experimental design used was completely randomized, in a 3x3 factorial scheme, with  
8 three cutoff intervals (65, 80 and 95 days) and three levels of crude glycerin (0, 20 and 40 g  
9 kg<sup>-1</sup> in natural matter), with four replications per treatment. In the silages of BRS Zuri there  
10 was interaction between cutting intervals x crude glycerin. The lowest pH values and gas  
11 losses were in silages at 80 and 95 days and 20 and 40g kg<sup>-1</sup> of crude glycerin. The inclusion  
12 of glycerin and cut-off age increased DM levels. In the silages of cv. In Mombasa there was  
13 interaction between crude glycerin x cutting intervals. The lowest pH value, mean of 4.12,  
14 was at 80 days with the inclusion of crude glycerin. The highest levels of DM, average of  
15 277.71 g kg<sup>-1</sup> were in silages with the inclusion of 40g kg<sup>-1</sup> of crude glycerin at 95 days. The  
16 inclusion of 20 g kg<sup>-1</sup> crude glycerin in the grass silage at 80 days of age contributed to reduce  
17 losses in the fermentation process and provided improvements in the nutritional value of the  
18 silage.

19 **Keywords:** additives, biodiesel, fermentation, forage conservation, glycerol

20

## 21 **Introdução**

22

23 A produção de glicerina brasileira em 2018 foi de aproximadamente 440,6 mil m<sup>3</sup>, sendo a  
24 maior geração de glicerina se deu na Região Sul (40,7% do total), seguida das regiões Centro-  
25 Oeste (39,7%), Sudeste (9%), Nordeste (7,7%) e Norte (2,9%) (ANP 2019). A glicerina bruta  
26 é um subproduto da produção do biodiesel e possui alto conteúdo poluente. Quando produzida  
27 em excesso, pode representar riscos para as usinas produtoras do biodiesel, além disso, esse  
28 subproduto possui níveis consideráveis de glicerol e lipídios residuais (Orrico Jr et al. 2017).  
29 Dessa forma, algumas alternativas devem ser criadas para que a glicerina seja utilizada de  
30 maneira segura.

31 A glicerina bruta tem potencial para ser utilizada como aditivo estimulador de  
32 fermentação pois na composição possui o glicerol, uma fonte rica em energia (75 a 80%),  
33 matéria seca (80 a 90%), ácidos graxos (7 a 13%), água e minerais (Kerr et al. 2009),  
34 tornando-se uma alternativa para favorecer o crescimento microbiano, melhorar o valor

1 nutritivo e a qualidade do processo fermentativo (Santos et al. 2014; Carvalho et al. 2017),  
2 principalmente dos capins tropicais que apresentam níveis baixos de carboidratos solúveis.

3 Dentre as gramíneas tropicais, o *Panicum maximum* é uma das mais usadas no Brasil,  
4 em virtude da adaptação ao clima tropical e subtropical, além da alta produtividade de  
5 forragem (Gomes et al. 2011) e características desejáveis quanto à qualidade (Monteiro e  
6 Consolmagno Neto 2008). No entanto, os capins apresentam baixo teor de matéria seca, alta  
7 capacidade tampão e baixo teor de carboidratos solúveis colocando em risco o processo  
8 fermentativo da silagem, assim a adição de fontes de carboidratos, como a glicerina bruta  
9 pode ser uma alternativa para reduzir as perdas fermentativas e/ou melhorar o valor nutritivo  
10 das silagens de gramíneas com idades mais avançadas.

11 Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de glicerina bruta  
12 na qualidade do processo fermentativo e/ou o valor nutritivo das silagens de *Panicum*  
13 *maximum* cv. BRS Zuri e Mombaça.

## 15 **Material e métodos**

### 17 **Local, tratamentos e delineamento experimental**

18 O experimento foi conduzido no setor de Forragicultura da Fazenda Escola, localizada no  
19 município de Terenos - MS (20°26'48.2, S 54°50'39.2, O).

20 A análise química do solo, realizada antes da implantação do experimento, na camada  
21 de 0-20cm apresentou o seguinte resultado: pH (CaCl<sub>2</sub>): 5.31 e (H<sub>2</sub>O): 5.91; P (mg dm<sup>-3</sup>):  
22 4.52; matéria orgânica (mg dm<sup>-3</sup>): 35.34; K (cmol dm<sup>-3</sup>): 0.20; Ca (cmol dm<sup>-3</sup>): 7.35; Mg  
23 (cmol dm<sup>-3</sup>): 1.20; Ca + Mg (cmol dm<sup>-3</sup>): 8.55; Al (cmol dm<sup>-3</sup>): 0.00; H + Al (cmol dm<sup>-3</sup>):  
24 5.18; CTC (cmol dm<sup>-3</sup>): 13,93; saturação por bases (%): 62.81.

25 Antes da semeadura foram aplicados 1.2 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT = 80%).  
26 A semeadura da gramínea *Panicum maximum* cv. Mombaça e BRS Zuri foram realizadas em  
27 novembro de 2015, quando foram aplicados 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de supersimples,  
28 100 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia e 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio.

29 Foram realizados dois ensaios (Ensaio 1: cv. BRS Zuri e ensaio 2: cv. Mombaça). O  
30 delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3,  
31 com três idades de corte (65, 80 e 95 dias) e três níveis de glicerina bruta (0, 20 e 40 g kg<sup>-1</sup> na  
32 matéria natural), com quatro repetições por tratamento.

1 A composição química da glicerina bruta utilizada como aditivo foi de 72,50% de  
2 matéria seca (MS), 96,00% de matéria orgânica (MO), 0,3% de proteína bruta (PB) e 10,80%  
3 de extrato etéreo (EE).

#### 4 **Produção e composição morfológica**

5 Foi determinada a massa de forragem verde total (MFVT), massa de forragem seca total  
6 (MFST) por hectare, proporção de folha, de colmo e de material senescente (Tabela 1) e  
7 composição química – bromatológica do *Panicum maximum* cv. Mombaça e *Panicum*  
8 *maximum* cv. BRS Zuri antes da ensilagem em diferentes intervalos de corte (65, 80 e 95 dias)  
9 (Tabela 2).

10 Tabela 1: Características produtivas e estruturais do *Panicum maximum* cv. Mombaça e cv.  
11 BRS Zuri antes da ensilagem em diferentes intervalos de corte

Variável	BRS Zuri			Mombaça		
	65	80	95	65	80	95
MFVT (ton ha <sup>-1</sup> )	28.50	31.20	37.60	20.50	35.60	49.40
MFST (ton ha <sup>-1</sup> )	6.3	7.3	10.9	5.4	7.8	13.1
Folha (g kg <sup>-1</sup> )	690.38	610.65	528.15	653.06	572.75	531.56
Colmo (g kg <sup>-1</sup> )	304.6	365.13	416.27	340.93	426.18	425.62
Senescente (g kg <sup>-1</sup> )	5.02	24.22	55.58	6.01	21.07	42.82
Relação Folha :Colmo	2.26	1.67	1.27	1.92	1.30	1.25

12 MFVT: massa de forragem verde total; MFST: massa de forragem seca total

13 Tabela 2: Composição química do *Panicum maximum* cv. Mombaça e cv. BRS Zuri antes da  
14 ensilagem em diferentes intervalos de corte

Variável	BRS Zuri			Mombaça		
	65	80	95	65	80	95
MS	176.93	201.69	235.14	176.15	221.27	273.54
MO (g kg <sup>-1</sup> MS)	897.99	892.57	904.61	905.14	886.81	905.02
PB (g kg <sup>-1</sup> MS)	72.24	70.32	53.83	81.39	68.81	59.96
FDN(g kg <sup>-1</sup> MS)	776.96	803.37	810.70	790.75	804.40	847.24
FDA(g kg <sup>-1</sup> MS)	587.04	593.06	594.01	603.21	604.38	614.42
LIG (g kg <sup>-1</sup> MS)	78.39	81.11	84.81	78.62	79.14	81.97

DIVMS(g kg <sup>-1</sup> MS)	568.94	558.69	534.51	581.94	532.43	518.39
DIVFDN (g kg <sup>-1</sup> MS)	547.76	531.85	491.34	543.87	456.28	429.18
DIVFDA (g kg <sup>-1</sup> MS)	471.87	466.14	462.61	525.77	437.27	408.81

1 MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente  
2 neutro; FDA: fibra em detergente ácido; LIG: lignina; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da  
3 matéria seca; DIVFDN: digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro; DIVFDA:  
4 digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácido.

5  
6 A massa de forragem foi estimada pelo corte da forragem a 10 cm do solo, por meio  
7 de um quadrado metálico de 1.0m<sup>2</sup>, posteriormente, as amostras foram pesadas. Em seguida  
8 as amostras coletadas foram separadas manualmente em lâmina foliares, colmos (colmos e  
9 bainhas foliares) e material senescente, acondicionadas em sacos de papel, pesadas e  
10 encaminhada para estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas e pesadas.

### 12 **Confecção da silagem**

13 O capim foi colhido e picado com tamanho de partícula de aproximadamente 2,0 cm,  
14 homogeneizado com seus respectivos aditivos e compactado com soquetes de madeira em  
15 microsilos de PVC (50 cm de altura x 10 cm de diâmetro). Cada microsilo continha uma  
16 camada de areia seca e tecido não tecido (TNT) para determinar as perdas por efluente, perdas  
17 por gases e perdas de matéria seca. Após a compactação do material, os microsilos foram  
18 fechados, vedados e lacrados com fita adesiva, pesados e armazenados em local coberto.

### 20 **Avaliação das perdas e parâmetros de fermentação**

21 Após 50 dias de fermentação, os microsilos foram pesados, para determinação das perdas  
22 totais de matéria seca, por gases e efluentes e abertos. As perdas totais de matéria seca, gases  
23 e efluentes foram calculadas conforme equação adaptada (Jobim et al. 2007).  
24 Aproximadamente 10 cm de cada extremidade do conteúdo dos silos abertos foram  
25 desprezados. O conteúdo central foi homogeneizado e separado em duas amostras, a primeira  
26 porção foi destinada para determinação do pH (Silva e Queiroz 2002) e do nitrogênio  
27 amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) conforme Bolsen et al. (1992). A segunda amostra foi acondicionada em  
28 sacos de papel, pesadas e levadas na estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas e  
29 pesadas, posteriormente, foram moídas em moinho de facas tipo Willey e destinadas para  
30 análise da composição química-bromatológica.

## 1 **Análise química bromatológica e digestibilidade *in vitro***

2 A porção da silagem foi pré-seca em estufa de ventilação forçada, a 55°C por 72 horas, foi  
3 posteriormente, moídas em moinho de facas tipo Willey e destinadas para determinação dos  
4 teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente  
5 neutro (FDN), fibra em detergente ácida (FDA) e lignina conforme procedimentos descritos  
6 por AOAC (1996).

7 As digestibilidades *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da proteína bruta (DIVPB),  
8 fibra em detergente neutro (DIVFDN) e da fibra em detergente ácido (DIVFDA) das silagens  
9 foram determinadas de acordo com Ítavo et al. (2015). Os animais doadores de líquido  
10 ruminal foram ovinos fistulados mantidos em pastagens.

11 Os coeficientes de digestibilidade *in vitro* dos nutrientes (MS, PB, FDN e FDA) foram  
12 obtidos através da equação:

13 
$$\text{DIV (g kg}^{-1}\text{)} = (\text{massa do nutriente incubado (g)} - \text{massa do nutriente residual (g)} -$$
  
14 
$$\text{massa do branco (g)}) / (\text{massa do nutriente incubado (g)}) \times 1000.$$

15

## 16 **Produção acumulada de gás *in vitro***

17 A produção acumulada de gás foi determinada segundo Ítavo et al. (2017). Os parâmetros da  
18 cinética de produção de gás foram obtidos por meio do modelo logístico bicompartimental  
19 proposto por Schofield et al. (1994).

20

## 21 **Análises estatísticas**

22 Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas  
23 pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

24

## 25 **Resultados**

26

27 Nos resultados dos parâmetros da silagem de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri apresentou  
28 interação ( $p < 0.05$ ) intervalos de corte x níveis de glicerina bruta sobre os valores de pH,  
29 NH<sub>3</sub> e densidade (Tabela 3). Os maiores valores de pH, média de 5.10 foram apresentados por  
30 silagens de capim Zuri com 65 e 80 dias sem inclusão de glicerina bruta. Os menores valores  
31 de pH foram de silagens confeccionadas com o capim de 80 e 95 dias e 20 e 40g kg<sup>-1</sup> de  
32 glicerina bruta. O maior valor de NH<sub>3</sub>, acima do dobro das demais, foi de silagem produzida  
33 com capim de 65 dias de idade e sem a inclusão de glicerina bruta. Isoladamente, o intervalo

1 de corte afetou a PMS e a PG, sendo as maiores perdas ocorreram nas silagens produzidas aos  
2 65 dias de intervalos de corte aditivadas ou não. As menores densidades foram nas silagens  
3 com 95 dias aditivadas com 20 e 40 g kg<sup>-1</sup> de glicerina bruta.

4        Para silagens de *Panicum maximum* cv. Mombaça houve efeito de intervalos de corte e  
5 níveis de glicerina bruta ( $p < 0.05$ ) sobre os valores de pH. O maior valor de pH foi na  
6 silagem de 65 dias sem inclusão de glicerina bruta. Os menores valores de pH, média de 4.12,  
7 foram nas silagens confeccionadas com capim aos 80 dias com 20g kg<sup>-1</sup> de glicerina bruta.  
8 Houve interação intervalos de corte x níveis de glicerina bruta ( $p < 0.05$ ) sobre os teores de  
9 NH<sub>3</sub>. Os maiores valores de NH<sub>3</sub> foram nas silagens sem inclusão de glicerina bruta, acima do  
10 dobro das demais silagens. Isoladamente, o intervalo de corte afetou a PMS, PG e PE e  
11 DENS, com os maiores valores observados nas silagens aos 65 de idades.

Tabela 3: Parâmetros das silagens de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri e cv. Mombaça aditivadas com diferentes níveis de glicerina bruta (0, 20 e 40 g kg<sup>-1</sup>) na ensilagem em diferentes intervalos de corte (65, 80 e 95 dias)

	0			20			40			EPM	P1	P2	P3
	65	80	95	65	80	95	65	80	95				
<i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri													
pH	5.16a	5.05a	4.60b	4.49b	4.39b	4.27b	4.45b	4.39b	4.18b	0.082	0.0001	0.0196	0.0135
N-NH <sub>3</sub> (g kg <sup>-1</sup> )	9.86a	4.79b	3.34b	4.64b	3.64b	2.61b	4.75b	3.67b	2.80b	0.565	0.0001	0.0001	0.0006
PMS (g kg <sup>-1</sup> )	151.97a	68.45b	69.53b	157.67a	80.35b	65.82b	156.58a	75.94b	64.06b	9.653	0.0624	0.0001	0.0751
PG (g kg <sup>-1</sup> )	98.41a	18.47b	19.14b	108.03a	22.61b	24.01b	112.29a	38.71b	24.01b	10.013	0.0527	0.0001	0.2523
PE (g kg <sup>-1</sup> )	42.59	52.51	49.96	46.50	55.72	40.07	42.45	46.30	40.07	1.886	0.6841	0.1310	0.4606
DENS (kg m <sup>-3</sup> )	759.26b	667.67bc	614.28bc	776.74a	803.88a	584.30cd	768.64a	733.52ab	557.25d	20.622	0.1104	0.0001	0.0213
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça													
pH	5.08a	4.87b	4.60c	4.54c	4.14d	4.58c	4.38c	4.10d	4.36c	0.080	0.0001	0.0001	0.2681
N-NH <sub>3</sub> (g kg <sup>-1</sup> )	6.08a	6.04a	2.34c	5.60a	2.40c	2.34c	5.08a	2.16c	1.60c	0.443	0.0001	0.0001	0.0002
PMS (g kg <sup>-1</sup> )	141.81a	115.62bc	26.52d	153.37a	94.39c	35.86d	175.91a	110.29bc	25.47d	12.978	0.0977	0.0001	0.2759
PG (g kg <sup>-1</sup> )	104.78a	53.79c	10.93d	108.57b	62.73bc	4.76d	129.64a	59.93c	12.99d	10.786	0.1446	0.0001	0.4188
PE (g kg <sup>-1</sup> )	61.52a	46.32b	15.30c	53.86a	45.99b	20.29c	51.21a	44.33b	22.60c	4.024	0.5521	0.0001	0.0551
DENS (kg m <sup>-3</sup> )	714.43a	601.61b	457.86c	709.40a	648.30b	529.10c	720.96a	621.14b	508.40c	22.444	0.1116	0.0001	0.4310

pH: potencial hidrogeniônico; N-NH<sub>3</sub>: Nitrogênio amoniacal; PMS: perdas de matéria seca; PG: perdas por gases; PE: perdas por efluentes; DENS: Densidade da silagem. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0.05). P1 = Efeito dos níveis de glicerina bruta; P2 = Efeito dos intervalos de corte; P3 = Efeito da interação níveis de glicerina bruta \* intervalos de corte.

Em termos de valor nutricional para a silagem de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri observou-se efeito de interação ( $p < 0.05$ ) intervalos de corte x níveis de glicerina bruta (Tabela 4) para os teores de MS, MO, PB e LIG. Os maiores teores de MS foram observados nas silagens de capim Zuri com 95 dias adicionadas com  $40\text{g kg}^{-1}$  de glicerina bruta, enquanto que o inverso ocorreu com os teores de PB foram maiores nas silagens com menores intervalos (65 e 80 dias). Maiores teores de LIG foram nas silagens com 95 dias aditivadas ou não de glicerina bruta.

Os teores de FDN foram influenciadas apenas pelo intervalo de corte ( $p < 0.05$ ) e foram menores nas silagens de Zuri com 65 dias. Os teores de FDA foram influenciadas pelo intervalo de corte e os níveis de glicerina bruta. Os maiores teores de FDA, média de  $607.25\text{g kg}^{-1}$ , foram das silagens de 80 e 95 sem a inclusão de glicerina bruta.

Houve interação intervalos de corte x níveis de glicerina bruta ( $p < 0.05$ ) para os teores de MS, PB, FDA e LIG das silagens de *Panicum maximum* cv. Mombaça. Os maiores teores de MS, média de  $277.71\text{g kg}^{-1}$  foram nas silagens de 95 dias adicionadas com  $40\text{g kg}^{-1}$  de glicerina bruta. Os maiores teores de PB foram nas silagens com os menores intervalos de corte. Os teores de FDA e LIG foram maiores nas silagens com maiores intervalos de corte adicionadas com  $40\text{g kg}^{-1}$  de glicerina bruta. Houve efeito do intervalo de corte e níveis de glicerina bruta sobre os teores de MO e FDN, sendo os maiores teores de FDN nas silagens de 80 e 95 dias sem a inclusão da glicerina bruta.

Tabela 4: Composição química das silagens de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri e cv. Mombaça aditivadas com diferentes níveis de glicerina bruta (0, 20 e 40 g kg<sup>-1</sup>) na ensilagem em diferentes intervalos de corte (65, 80 e 95 dias)

	0			20			40			EPM	P1	P2	P3
	65	80	95	65	80	95	65	80	95				
<i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri													
MS (g kg <sup>-1</sup> MS)	195.10d	196.14d	236.58b	195.12d	220.43c	254.33a	204.04d	225.43c	264.57a	5.829	0.0001	0.0001	0.0144
MO (g kg <sup>-1</sup> MS)	900.27ab	888.24d	891.87d	898.35ab	904.37a	899.76ab	901.99ab	894.28cd	895.20cd	1.281	0.0005	0.0099	0.0033
PB (g kg <sup>-1</sup> MS)	62.05	60.69a	56.22b	63.49a	61.02a	54.93b	64.36a	63.27a	58.41b	1.571	0.0006	0.0386	0.0233
FDN (g kg <sup>-1</sup> MS)	749.35b	775.93a	782.24a	739.86b	768.54a	778.92a	736.84b	777.30a	778.84a	4.541	0.0760	0.0004	0.2775
FDA (g kg <sup>-1</sup> MS)	559.06bc	606.13a	608.36a	552.40c	569.90b	583.81bc	553.78c	550.94c	550.94c	5.671	0.0002	0.0006	0.3343
LIG (g kg <sup>-1</sup> MS)	62.49d	72.68cd	83.34a	65.36d	77.47c	82.54a	66.68d	80.01b	82.84b	2.001	0.9905	0.0001	0.0001
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça													
MS (g kg <sup>-1</sup> MS)	195.23d	204.34d	273.04a	204.42d	214.20c	273.52a	205.81d	229.81c	286.56a	7.888	0.0001	0.0001	0.0215
MO (g kg <sup>-1</sup> MS)	908.81a	895.63b	902.64ab	909.56a	901.63b	901.89b	905.70a	901.90ab	901.52ab	1.250	0.0444	0.0004	0.1547
PB (g kg <sup>-1</sup> MS)	74.83ab	60.12cd	55.20de	71.12ab	69.45ab	54.68de	73.62a	64.74bc	52.59e	1.681	0.0028	0.0001	0.0313
FDN (g kg <sup>-1</sup> MS)	756.38b	802.81a	815.03a	749.50c	768.37bc	776.79b	732.73d	743.66cd	756.35b	6.651	0.0001	0.0008	0.4794
FDA (g kg <sup>-1</sup> MS)	555.25bc	569.91bc	616.95a	527.75d	547.64cd	595.33ab	547.75cd	564.75cd	592.51ab	9.300	0.0001	0.0001	0.0110
LIG (g kg <sup>-1</sup> MS)	64.39b	79.76b	82.61a	69.05b	76.93b	80.76a	62.08b	78.98b	82.61a	2.186	0.0001	0.0001	0.0001

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; LIG: lignina  
Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0.05). P1 = Efeito dos níveis de glicerina bruta; P2 = Efeito dos intervalos de corte; P3 = Efeito da interação níveis de glicerina bruta \* intervalos de corte.

Houve efeito de interação entre os intervalos de corte e os níveis de glicerina bruta ( $p < 0.05$ ) para todos os teores de digestibilidade *in vitro* (Tabela 5) das silagens de capim Zuri. Maiores valores de DIVMS foram de silagens com glicerina bruta; dentre essa, aquelas produzidas com capins com menores intervalos de corte (65 e 80 dias). Maiores valores de DIVPB foram nas silagens produzidas com silagens de 65 e 80 dias aditivadas com 20 e 40  $40\text{g kg}^{-1}$  de glicerina bruta. Não houve diferença entre DIVFDN e DIVFDA para todas as silagens produzidas sem glicerina bruta, essas silagens também apresentarem valores desses parâmetros semelhantes aos de silagens produzidas com capim de 95 dias e glicerina bruta de 20 e  $40\text{g kg}^{-1}$ . A DIVFDA foi maior para as silagens de capins mais novos, seguidos por capins de 80 dias e depois, com 95 dias.

Os coeficientes de DIVMS, DIVPB e DIVFDA foram influenciados pelos intervalos de corte e níveis de glicerina bruta ( $p < 0.05$ ) e houve interação para os coeficientes de DIVFDN das silagens de capim Mombaça (Tabela 5). Os maiores valores de DIVMS foram em todas as silagens de 65 dias e com glicerina bruta de 20 e  $40\text{g kg}^{-1}$ . Os maiores valores de DIVPB foram para as silagens de 65 e 80 dias sem inclusão de glicerina bruta, seguida por capins de 65 e 80 dias adicionadas com  $40\text{g kg}^{-1}$  de glicerina bruta. Maiores valores de DIVFDN foram nas silagens produzidas com capins com menores intervalos de corte e adicionadas com 20 e  $40\text{g kg}^{-1}$  de glicerina bruta. O DIVFDA foi maior para as silagens produzidas com 65 e 80 dias sem inclusão de glicerina bruta.

Não houve efeito de interação ( $p > 0.05$ ), nem de outros fatores sobre a cinética de degradação das frações A, B, C e E (Tabela 6) das silagens de capim Zuri. Houve efeito da idade de corte ( $p < 0.05$ ) sobre a fração D das silagens de capim Zuri. Menores valores de degradação da fração D foram de silagens de capins com 95 dias, das quais, as produzidas com glicerina bruta apresentarem menores valores que aquelas sem glicerina bruta.

Tabela 5: Digestibilidade *in vitro* (g kg<sup>-1</sup> MS) das silagens de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri e cv. Mombaça aditivadas com diferentes níveis de glicerina bruta (0, 20 e 40 g kg<sup>-1</sup>) na ensilagem em diferentes intervalos de corte (65, 80 e 95 dias)

	0			20			40			EPM	P1	P2	P3
	65	80	95	65	80	95	65	80	95				
<i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri													
DIVMS	516.61d	492.38e	493.84e	594.05a	574.82b	531.90cd	585.05ab	586.23ab	546.62c	9.338	0.0001	0.0001	0.0004
DIVPB	552.27c	552.10c	655.37b	746.01a	738.02a	704.57b	758.13a	717.07ab	702.23b	24.065	0.0001	0.0138	0.0006
DIVFDN	434.39c	424.49c	423.91c	533.70a	490.50b	412.52c	520.83a	520.62a	421.28c	10.850	0.0001	0.0001	0.0001
DIVFDA	407.02c	404.21c	410.78c	515.18a	474.35b	396.57c	510.36a	448.47b	382.31c	11.061	0.0001	0.0001	0.0001
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça													
DIVMS	589.15a	542.52b	551.37b	568.05ab	542.59b	503.68d	570.35ab	552.23b	527.17c	5.869	0.0003	0.0001	0.0534
DIVPB	787.69a	765.87ab	695.39cd	707.36c	673.07cd	644.88d	721.40b	713.05b	699.93cd	11.049	0.0001	0.0011	0.0866
DIVFDN	492.37a	485.49ab	489.09a	487.28a	478.66ab	441.02b	493.94a	493.76a	458.03b	5.297	0.0945	0.0048	0.0353
DIVFDA	476.34a	460.21ab	426.66bc	441.65b	424.70bc	402.78c	456.38b	430.84bc	356.45d	8.357	0.0002	0.0001	0.0613

DIVMS: Digestibilidade *in vitro* da matéria seca; DIVPB: Digestibilidade *in vitro* da proteína bruta; DIVFDN: Digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro; DIVFDA: Digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácido). Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0.05). P1 = Efeito dos níveis de glicerina bruta; P2 = Efeito dos intervalos de corte; P3 = Efeito da interação níveis de glicerina bruta \*intervalos de corte

1 Tabela 6: Cinética da degradação *in vitro* das silagens de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri e cv. Mombaça aditivadas com diferentes níveis de  
 2 glicerina bruta (0, 20 e 40 g kg<sup>-1</sup>) na ensilagem em diferentes intervalos de corte (65, 80 e 95 dias)

	0			20			40			EPM	P1	P2	P3
	65	80	95	65	80	95	65	80	95				
<i>Panicum maximum</i> cv. BRS Zuri													
A	3.53	2.57	2.19	2.91	3.20	2.51	2.16	3.60	2.39	0.170	0.4121	0.5637	0.1537
B	0.079	0.093	0.117	0.119	0.098	0.131	0.120	0.110	0.131	0.006	0.2319	0.1632	0.6749
C	5.28	6.09	6.68	5.23	4.58	6.78	6.48	4.58	6.91	0.232	0.2181	0.2079	0.2544
D	8.28a	8.26a	7.93b	8.93a	8.79a	6.95c	8.53a	8.87a	6.55c	0.245	0.0867	0.0015	0.1382
E	0.023	0.023	0.025	0.026	0.025	0.031	0.026	0.023	0.023	0.001	0.0957	0.2792	0.2905
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça													
A	2.60	2.26	2.31	2.71	2.13	1.52	1.57	1.71	1.41	0.141	0.2980	0.0847	0.5653
B	0.115	0.173	0.140	0.118	0.145	0.171	0.101	0.103	0.102	0.009	0.3622	0.1304	0.5750
C	4.39	6.19	5.94	7.76	7.27	8.68	8.79	10.08	9.78	0.492	0.4598	0.0650	0.7348
D	7.50	11.05	9.28	7.03	7.79	7.86	7.73	6.79	6.39	0.416	0.5214	0.1001	0.3866
E	0.031	0.022	0.027	0.024	0.028	0.032	0.022	0.022	0.023	0.001	0.2289	0.0861	0.0774

3 (A): Volume de gás produzido da fração rápida e/ou solúvel- (mL/100 mg MS incubada); (B): Taxa de degradação da fração rápida e/ou solúvel-  
 4 (/hora); (C): Tempo de colonização - *lag time* - (horas); (D): Volume de gás produzido da fração lenta e/ou fibrosa- (mL/100 mg MS incubada);  
 5 (E): Taxa de degradação da fração lenta e/ou fibrosa - (%/hora). Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0.05)  
 6 P1 = Efeito dos níveis de glicerina bruta; P2 = Efeito dos intervalos de corte; P3 = Efeito da interação níveis de glicerina\* intervalos de corte  
 7 bruta.

## 8 **Discussão**

9

10 O pH elevado nas silagens com menores intervalos de corte e sem qualquer aditivo pode  
11 ser atribuído a baixa concentração de carboidratos solúveis presentes nas gramíneas (Bolsen  
12 et al. 1996). Com a inclusão da glicerina bruta juntamente com o avanço no intervalo de corte  
13 houve redução do pH, provavelmente, devido as características químicas da glicerina,  
14 associadas com o aumento da matéria seca e da compactação da massa ensilada que  
15 beneficiou o crescimento das bactérias homo e heterofermentativas, produzindo láctico e ácido  
16 acético (Rigueira et al. 2017), justificando a redução do pH nas silagens. Um baixo pH (3,8 a  
17 4,2) é importante para a qualidade final da fermentação da silagem (McDonald et al. 1991;  
18 Yang et al. 2004), no entanto, Tonin et al. (2018) verificou valores de pH acima de 4,2 nas  
19 silagens de capim-elefante sem inclusão e com 12,5% de glicerina bruta, valores estes  
20 superiores para a obtenção de silagens com bom processo fermentativo.

21 A redução da concentração de nitrogênio amoniacal com adição de glicerina bruta e  
22 com o avanço do intervalo de corte (Tabela 3) pode ser consequência da diminuição da  
23 enterobactérias ou das bactérias clostrídicas, visto que essas se desenvolvem em silagens com  
24 pH elevado, inferindo que o aditivo melhorou eficientemente o perfil fermentativo. Segundo  
25 McDonald et al. (1991), silagens com concentração de N-NH<sub>3</sub> menor que 10% são  
26 classificadas com preservadas, com base nisso, a adição de glicerina e o aumento da matéria  
27 seca foi eficaz na redução das perdas durante o processo de fermentação de silagens de  
28 *Panicum maximum* cv. BRS Zuri e cv. Mombaça, corroborando com os resultados de  
29 Rigueira et al. (2018) que verificou que a inclusão de 150g kg<sup>-1</sup> de glicerina bruta na  
30 ensilagem de capim-elefante reduziu de 11,9 para 7,3 os teores de N-NH<sub>3</sub>.

31 As maiores perdas de matéria seca, perdas por gases e perdas por efluentes das silagens  
32 *Panicum maximum* cv. BRS Zuri e cv. Mombaça foram nos menores intervalos de corte com  
33 adição de glicerina bruta ou nao. Essas perdas podem ser atribuídas ao excesso de umidade, as  
34 quais podem ser observadas na Tabela 2 com os menores teores de MS nos menores  
35 intervalos, com isso ocasionando fermentações indesejáveis principalmente pelas bactérias  
36 heterofermentativas do gênero *Clostridium* (McDonald et al. 1991). Com a inclusão da  
37 glicerina bruta juntamente com o avanço do intervalo de corte a produção de efluentes e gases  
38 foram reduzidas isto pode ser atribuída ao aumento dos teores de MS em gramíneas colhidas  
39 em idades mais avançadas (Santos et al. 2014). Esses resultados observados são sugestivos do  
40 rápido declínio do pH durante a fermentação com a inclusão da glicerina melhorando o  
41 processo fermentativo e enriquecendo a qualidade da silagem (Orrico Junior et al. 2017).

42 Os teores de MS elevaram com a adição da glicerina bruta e com o avanço do intervalo  
43 de corte. O incremento do teor de MS com a intervalo de corte das gramíneas é decorrente do  
44 amadurecimento da forrageira com o aumento da intensificação no alongamento do caule e  
45 diminuição da proporção foliar (Tabela 1). Isto leva ao aumento do conteúdo da parede  
46 celular, diminuição do teor de umidade (Bilal 2009) e do valor nutricional (Santos et al.,  
47 2014). Segundo Jobim et al. (2007), o teor de MS da forrageira a ser ensilada deve estar entre  
48 250 a 350g kg<sup>-1</sup>, pois valores abaixo dessa faixa podem levar ao desenvolvimento de  
49 microrganismos indesejáveis, comprometendo a qualidade da silagem e teores elevados de  
50 MS, dificultam a compactação. Redução da densidade foi observada com o avanço do  
51 intervalo de corte. O teor de MS recomendado foi observado nas silagens de 95 dias  
52 aditivadas com glicerina bruta, uma vez que a glicerina possui propriedades higroscópicas e  
53 sua densidade permite aumento da massa seca da silagem (Dias et al. 2014).

54 A redução no teor de PB com o avanço no intervalo de corte e o aumento no teor de  
55 FDN, FDA e LIG são consideradas respostas quando a forrageira amadurece, com a  
56 diminuição do conteúdo celular, redução na relação folha:colmo (Tabela 1) e como a taxa  
57 acelerada de deposição de material estrutural de acordo com Neel et al. (2016). A inclusão de  
58 aditivos ricos em energia, como o caso da glicerina bruta, possui baixos concentração de  
59 compostos nitrogenados na composição do aditivo influenciando na redução do teor de  
60 proteína bruta da silagem provavelmente pelo efeito de diluição ou até mesmo o transporte  
61 dos compostos em direção aos efluentes devido a sua forma líquida (Bolson et al. 2017).

62 Da mesma forma, a redução das frações fibrosas em relação ao controle, pode ser  
63 justificada uma vez que a glicerina bruta não apresenta em sua composição FDN, FDA e  
64 hemicelulose (Orrico Junior et al. 2017), assim, pelo efeito de diluição o que acaba  
65 colaborando para redução destes constituintes conforme foi adicionada a glicerina bruta na  
66 ensilagem. A inclusão de glicerina bruta em silagens de capim Piatã não alterou o FDN  
67 (601.1g kg<sup>-1</sup>) em relação ao controle (624.8 g kg<sup>-1</sup>) conforme reportada por Bolson et al.  
68 (2017).

69 A redução na digestibilidade com o avanço da maturidade fisiológica está associada ao  
70 aumento as porcentagens das frações fibrosas (Tabela 4), reduzindo a proporção dos  
71 nutrientes potencialmente digestíveis e conseqüentemente a digestibilidade (Velasques et al.  
72 2010), além da diminuição na relação folha: colmo (Tabela 1) de acordo com Van Soest  
73 (1994). No entanto, a adição de glicerina bruta contribui na melhoria da digestibilidade em  
74 relação ao controle, melhorando o valor nutricional das silagens.

75 Não houve efeito da idade de corte e do aditivo na silagem do capim Mombaça, no  
76 entanto houve interação somente na fração D na silagem do capim Zuri. O menor volume de  
77 gás da fração lenta pode ser por causa dos altos valores de lignina, que como consequência  
78 reduzem a disponibilidade dos carboidratos fibrosos e conseqüentemente a redução do volume  
79 dos gases dos mesmos (Prado et al. 2013).

80

## 81 **Conclusão**

82

83 A inclusão de 20g kg<sup>-1</sup> de glicerina bruta no momento da ensilagem do *Panicum maximum* cv.  
84 BRS Zuri e cv. Mombaça aos 80 dias reduziu o pH e as perdas durante o processo  
85 fermentativo e aumentou a digestibilidade *in vitro* das silagens.

86

## 87 **Referências**

- 88 ANP 2019. ANUÁRIO ESTATÍSTICO BRASILEIRO DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E  
89 BIOCOMBUSTÍVEIS. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Rio de  
90 Janeiro. 265 p.
- 91 AOAC 1996. Official methods of analysis, 16<sup>th</sup> ed. *Association of Official Analytical*  
92 *Chemists*: Arlington, VA).
- 93 Bilal, MQ. 2009. Effect of molasses and corn as silage additives on the characteristics of mott  
94 dwarf elephant grass silage at different fermentation periods. *Pakistan Veterinary Journal* 29:  
95 19-23.
- 96 Bolsen KK, Lin C, Brent BE, Gadeken D. 1992. Effect of silage additives on the microbial  
97 succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. *Journal of Dairy Science* 75:  
98 3066-3083.
- 99 Bolsen KK, Ashbell G, Weinberg ZG. 1996. Silage fermentation and silage additives. *Asian-*  
100 *Australasian Journal of Animal Science* 9: 483-493.
- 101 Bolson DC, Pereira DH, Pina DS, Pedreira BC, Mombach MA, Xavier IM. 2017.  
102 Fermentative and bromatological value of Piatã palisadegrass ensiled with different additives.  
103 *Archivos de Zootecnia* 66: 515-521.
- 104 Carvalho BF, Avila CLS, Pereira MN, Schwan RF. 2017. Methylotrophic yeast, lactic acid  
105 bacteria and glycerin as additives for sugarcane silage. *Grass and Forage Science* 72: 355-  
106 368.

- 107 Dias AM, Ítavo LCV, Ítavo CCBF, Blan LR, Gomes ENO, Soares CM, Leal ES, Nogueira E,  
108 Coelho EM. 2014. Ureia e glicerina bruta como aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar.  
109 *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 66: 1874-1882.
- 110 Euclides VPB, Macedo MCM, Valle C B, Barbosa RA, Gonçalves WV. 2008. Produção de  
111 forragem e característica da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob  
112 pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43: 1805-1812.
- 113 Gomes RA, Lempp B, Jank L, Carpejani GC, Moraes MG. 2011. Características anatômicas e  
114 morfofisiológicas de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum*. *Pesquisa*  
115 *Agropecuária Brasileira*, 46: 205-211.
- 116 Ítavo LCV, Ítavo CCBF, Petit HV, Dias AM, Santos MC, Souza ADV, Goularte SR, Leal ES,  
117 Mello JAT, Niwa MVG, Moraes, GJ. (2017). Kinetics of thermal decomposition processes and  
118 kinetics of degradation in rumen liquor of glycerin derived from biodiesel production.  
119 *Industrial Crops & Products*, 104, 1-6. doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.04.016
- 120 Ítavo, LCV, Soares, CM, Ítavo, CCBF, Dias, AM, Petit, HV, Leal, ES, & Souza, ADV  
121 (2015). Calorimetry, Chemical composition and *in vitro* digestibility of oilseeds. *Food*  
122 *Chemistry* 185: 219-225.
- 123 Jobim C, Nussio L, Reis AR, Schmidt P. 2007. Avanços metodológicos na avaliação da  
124 qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36: 101-119.
- 125 Kerr BJ, Weber TE, Dozier WA, Kidd MT. 2009. Digestible and metabolizable energy  
126 content of crude glycerin originating from different sources in nursery pigs. *Journal of Animal*  
127 *Science* 87: 4042-4049.
- 128 McDonald P, Henderson AR, Heron SJE 1991. *The Biochemistry of Silage*. 2nd Ed.,  
129 Chalcombe Publ., Bucks, England, UK.
- 130 Monteiro FA, Consolmagno Neto D. 2008. Sistema radicular do capim-tanzânia adubado com  
131 potássio e magnésio. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37: 810-818.
- 132 Neel, JPS, Felton, EED, Singh, S, Sexstone, AJ, & Belesky, DP (2016) Open pasture,  
133 silvopasture and sward herbage maturity effects on nutritive value and fermentation  
134 characteristics of cool-season pasture. *Grass and Forage Science*, 71, 259-269. doi  
135 10.1111/gfs.12172.
- 136 Oliveira, ZF, Santana Júnior, HA, Santana, EOC, Ferreira, AHC, Maciel, MS, Carvalho,  
137 MEL, Figueiredo, CB, & Santos, MS (2014). Produção e composição de gramíneas da espécie  
138 *Panicum maximum*. *Revista Eletrônica Nutritime*, 11, 3820-3827.
- 139 Orrico Junior MAP, Duarte JAV, Crone C, Neves FO, Reis RA, Orrico ACA, Schwinge  
140 LAW, Vilela DM. 2017. The use of crude glycerin as an alternative to reduce fermentation

- 141 losses and enhance the nutritional value of Piatã grass silage. *Revista Brasileira de Zootecnia*,  
142 46: 638-644.
- 143 Prado OPP, Bumbieris Júnior VH, Floriano AR, Abreu PFS, Mizubuti IY, Ribeiro ELA,  
144 Massaro Junior FL, Peixoto ELT, Silva LDF, Barbosa,MAAF. 2013. Cinética de degradação  
145 ruminal de silagens de *Brachiaria decumbens* com diferentes aditivos nitrogenados. *Semina:*  
146 *Ciências Agrárias* 34: 4093-4104.
- 147 Rigueira JPS, Monção FP, Sales ECJ, Brant LMS, Pires DAA, Matos AM, Leite GDO, Silva  
148 JT, Fonseca JDR, Moura MMA, Rocha Júnior VB. 2017. Níveis de glicerina bruta na  
149 ensilagem de capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon*): perfil fermentativo e valor nutricional.  
150 *Revista de Ciências Agrárias* 40: 655-663.
- 151 Rigueira JPS, Monção FP, Sales ECJ, Reis ST, Brant LMS, Chamone JMA, Rocha Júnior  
152 VR, Pires DAA. 2018. Fermentative profile and nutritional value of elephant grass silage with  
153 different levels of crude glycerin. *Semina Ciências Agrárias* 39: 833-844.
- 154 Santos WP, Carvalho BF, Avila CLS, Dias Junior GS, Pereira MN, Schwan RF. 2014  
155 Glycerin as an additive for sugarcane silage. *Annals of Microbiology* 65: 1547-1556.
- 156 Silva DJ, Queiroz, AC 2002. *Análises de alimentos* (métodos químicos e biológicos). 3.ed.  
157 Viçosa, MG: Editora UFV, 235p.
- 158 Schofield P, Pitt R E, Pell AN, 1994. Kinetics of fiber digestion from *in vitro* gas production.  
159 *Journal of Animal Science* 72: 2980-2991.
- 160 Tonin TJ, Viégas J, Silveira AM, Moro G, Pereira SN, Dotto LR, Sebastiany L, Leonardi JV,  
161 Schumacher LL. 2018. Substituição do milho moído pela glicerina como aditivo em silagem  
162 de capim-elefante. *Boletim de Indústria Animal* 75: 1-11.
- 163 Van Soest PJ, (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Corvallis, O & B Books,  
164 415p.
- 165 Velásquez PAT, Berchielli TT, Reis RA, Rivera AR, Dian PHM, Teixeira IAMA. 2010.  
166 Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade *in vitro* de  
167 forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39: 1206-  
168 1213.
- 169 Yang CM, Huang SC, Chang T, Cheng YH, Chang CT 2004. Fermentation acids, aerobic  
170 fungal growth, and intake of Napier grass ensiled with non-fiber carbohydrates. *Journal Dairy*  
171 *of Science* 87: 630-636

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

172

173 O sucesso da utilização de gramíneas forrageiras não depende somente da escolha do  
174 cultivar, mas do entendimento das características morfogênicas e estruturais.

175

176 A cv Mombaça e cv BRS Zuri apresentaram efeito da idade de corte sobre as  
177 características morfogênicas, estruturais e valor nutritivo da forragem, uma vez que a idade de  
178 corte que apresentou melhores resultados foram de entre 49 a 63 dias para a cultivar  
179 Mombaça e 49 a 63 dias para a cultivar BRS Zuri, respectivamente.

179

180 A utilização de cultivares de *Panicum maximum* para produção de silagem pode ser  
181 uma alternativa para a produção de alimento para ser fornecido no período crítico do ano. A  
182 ensilagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça e BRS Zuri pode ser uma opção de volumoso,  
183 no entanto, vários fatores podem comprometer a qualidade da silagem, como o excesso de  
184 umidade. Assim, a determinação da idade de corte e o uso de aditivos pode contornar essa  
185 situação. Diante do exposto é possível concluir que o uso de glicerina bruta no processo de  
186 ensilagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça e cv. BRS Zuri, melhorou os parâmetros de  
187 fermentação e proporcionou melhorias nos valores nutritivos da silagem avaliadas.

187

188 A silagem de *Panicum maximum* cv. BRS Zuri e cv. Mombaça adicionada com de 20g  
189 kg<sup>-1</sup> de glicerina bruta aos 80 dias apresentaram um bom padrão de fermentação e melhoria na  
190 qualidade nutricional.