

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

**POTENCIAL DA GRAMÍNEA *PANICUM MAXIMUM* CV.
BRS TAMANI PARA UTILIZAÇÃO COMO FENO OU
SILAGEM**

Eva Nara Oliveira Gomes

CAMPO GRANDE, MS
2020

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

**POTENCIAL DA GRAMÍNEA *PANICUM MAXIMUM* CV.
BRS TAMANI PARA UTILIZAÇÃO COMO FENO OU
SILAGEM**

Potential of the *Panicum maximum* cv. BRS Tamani for use as hay or
silage

Eva Nara Oliveira Gomes

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

Certificado de aprovação

Eva Nara Oliveira Gomes

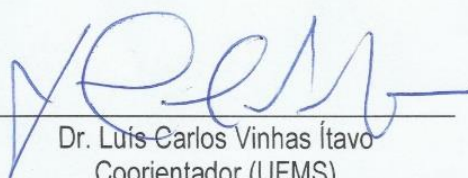
Potencial da gramínea *Panicum maximum* cv BRS Tamani
para a utilização como feno ou silagem

Potential of the *Panicum maximum* cv. BRS Tamani for use as hay or silage

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

Aprovado(a) em: 13-02-2020

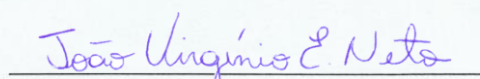
BANCA EXAMINADORA:




Dr. Luis-Carlos Vinhas Ítavo
Coorientador (UFMS)



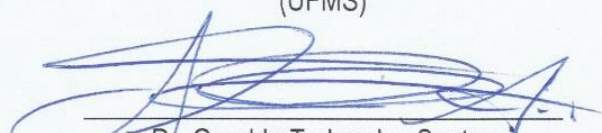
Dr. Elson Martins Coelho
(UFMS)



Dr. João Virgínio Emerenciano Neto
(UNIVASF)



Dr. Gelson dos Santos Difante
(UFMS)



Dr. Geraldo Tadeu dos Santos
(UFMS)

Dedicatória

A minha Mãe,

Otília Rosa de Oliveira Francisco, pois ela é a luz que me guia e sem ela eu não teria chegado até aqui.

A minha madrinha,

Ivaneide Rosa de Oliveira, por ser a minha segunda mãe, por estar sempre presente em minha vida, por me apoiar em todos os momentos.

A minha irmã,

Leticia Oliveira Francisco, por ser o presente que Deus me mandou, pelo apoio e força em mim depositada.

Ao meu querido tio Valdomiro Lima e minha tia Ivanice Rosa de Oliveira Lima

Ele por muitas vezes fazer o papel de Pai e ela uma terceira mãe, por cuidarem de mim em um momento muito crítico da minha vida, por me compreenderem e, por estarem sempre prontos a me ajudar.

Agradecimentos

A Deus por ter dado a minha vida, amigos, familiares, por me guiar em todas as fases da minha vida, além de conforto e paciência nas horas mais difíceis.

A universidade Federal de Mato Grosso do Sul e ao Programa de pós-graduação em Ciência Animal da UFMS, pela oportunidade de realização deste curso, e a todos os professores do programa pelos seus ensinamentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), pela concessão da bolsa de Doutorado.

Ao meu orientador Professor Dr. Alexandre Menezes Dias, por confiar no meu potencial desde o mestrado, pelas suas instruções valiosas, atenção e paciência cedidas a mim, além de me ensinar que um dia a recompensa vem, nunca esquecerei dessas palavras.

Ao Professor Dr. Luís Carlos Vinhas Ítavo pela co-orientação, apoio e sempre estar disposto a auxiliar os seus alunos.

Ao Professor Dr. Gelson dos Santos Difante, o qual está sempre disposto a sanar as dúvidas e auxiliar, por ser atencioso e exemplo de profissionalismo.

A minha mãe Otilia pelo apoio a todo tempo, pelo seu amor e dedicação, por me aturar nos momentos mais difíceis, não deixando me faltar nada, sempre me apoiando em minhas decisões.

A toda a minha família pelo apoio, carinho e atenção concedidos mesmo não estando sempre em contato, inclusive a minha irmã Letícia que é sempre muito amorosa e atenciosa.

As minhas amigas de sempre, amigas irmãs, Ayara e Aline que me ensinaram o valor de uma amizade, por só quererem o meu bem e me valorizarem tanto como pessoa.

A minha parceira de experimento Luciana Junges, por dividir os “puxões de orelha” comigo, sempre uma apoiando a outra, dividindo os momentos de angustias, alegrias e até de bobeira, e ainda mais por me ensinar que na vida a gente pode ter muitas risadas, mas também que é normal se ter lágrimas algumas vezes.

A minha amiga Juliana Batistoti, que em pouquíssimo tempo nos tornamos boas amigas, que me aceitou até com os nervos à flor da pele, pela ajuda não só no experimento, mas também na vida pessoal e pelas quartas feiras mais doces, pois eram muitos cookies.

A todo o grupo de Forragicultura e Pastagem, além do professor Alexandre, Luciana e Juliana, outras pessoas também deram amizade, contribuição e apoio, como Amarildo Pedro da

Silva, Ana Paula Viscardi da Silva, Cleiber Daril Montagna, Cinthia Dalcin Baur, Fabiane Ortiz do Carmo Gomes Coca, Diego Martins da Silva Echeverria e a todos os estagiários. Obrigada a todos!

A todos os 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, Erivelton da Silva Ovando e Claudemiro dos Santos Maranhão e do laboratório de Nutrição Animal por todo o auxílio, paciência e disponibilidade durante a condução dos experimentos e das análises laboratoriais.

Ao secretário da pós-graduação em Ciência Animal, Ricardo, o qual sempre esteve disposto a atender, e pelo seu café diário que me manteve acordada.

“Sozinhos vencemos às vezes, mas em equipe podemos ganhar constantemente!”

A todos o meu sincero agradecimento!

*“Palavras são, na minha não tão humilde
opinião, nossa inesgotável fonte de magia.*

Capazes de ferir e de curar.”

J.K. ROWLING

Resumo

GOMES, E.N.O. **Potencial da gramínea *Panicum maximum* cv. BRS Tamani para utilização como feno ou silagem.** 2020. 91 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2020.

A gramínea *Panicum maximum* cv. BRS Tamani é uma planta forrageira híbrida de alta qualidade e porte baixo, com intensa atividade de perfilhamento. O estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o potencial do capim-tamani para produção de feno e silagem em diferentes intervalos de rebrota por meio das características morfogênicas e estruturais, produção de forragem, composição química-bromatológica e digestibilidade *in vitro*. Realizou-se quatro experimentos, no experimento I foram avaliadas as características morfogênicas e estruturais, composição bromatológica e produção do capim-tamani antes e após a fenação sob os intervalos de corte 49, 63, 77 e 91 dias. No experimento II avaliou-se as características morfogênicas e valor nutritivo do capim-tamani em diferentes intervalos de corte (21, 35, 49 e 63). No experimento III foi avaliado o valor nutritivo da folha, colmo e feno e produção de forragem e feno em quatro intervalos de corte, 21, 35, 49 e 63 dias. Enquanto que no experimento IV o objetivo foi avaliar três níveis de inclusão de glicerina bruta como aditivo para melhoria dos parâmetros fermentativo, do valor nutritivo e microbiologia das silagens de capim-tamani sob três intervalos de corte. Cada experimento tinha quatro repetições por tratamento, sendo o experimento I e o IV avaliado de outubro de 2015 a abril de 2016, o experimento II e III avaliados em dois anos agrícolas (2016/2017 e 2017/2018) avaliados no período das águas. O delineamento experimental do experimento I e IV foi inteiramente casualizado, porém, o experimento IV foi um fatorial de 3x3 (três idades de corte e três níveis de glicerina bruta), enquanto que nos experimentos II e III foram de blocos ao acaso com parcelas subdividas no tempo. No experimento I os intervalos de corte de 49, 63, 77 e 91 dias influenciaram as características morfogênicas do capim, a produção de massa fresca e massa seca produção de feno aumentaram com o intervalo de corte, enquanto a relação folha:colmo, proteína bruta e matéria seca do feno reduziram com o avanço do intervalo de corte, o inverso ocorreu para o teor de fibra e lignina que elevaram com o intervalo. A digestibilidade *in vitro* dos nutrientes mostrou resposta quadrática às idades de rebrota. *Panicum maximum* cv. BRS Tamani tem potencial para produzir 3,8 t

de hectare⁻¹ de feno e melhor valor nutritivo no intervalo de rebrota de 49 a 63 dias. Para o experimento II observou respostas cúbicas dos intervalos de corte sobre a taxa de aparecimento de folhas, a duração de vida das folhas, a taxa de alongamento e a porcentagem de folhas. Enquanto que, o filocrono, a taxa de alongamento do colmo, a porcentagem do colmo e a porcentagem de material senescente responderam linearmente. O intervalo de corte aos 21 dias para *Panicum maximum* cv. BRS Tamani forneceu o melhor valor nutricional, alta porcentagem de folhas e menores porcentagens de colmos e material senescente. No experimento III observou-se aumentos lineares para matéria seca da folha, efeito linear quadrático para proteína da folha e cúbico para colmo com o aumento do intervalo de corte. Houve redução no teor de matéria seca do feno da cultivar BRS Tamani e efeito cúbico da proteína bruta, fibra em detergente neutro e ácido, da lignina e da digestibilidade da matéria seca dos fenos da cultivar BRS Tamani, enquanto que, a massa de forragem teve efeito linear crescente com o aumento do intervalo de corte. O maior valor nutritivo foi encontrado aos 21 dias de intervalo de corte do *Panicum maximum* cv. BRS Tamani, porém as maiores produções foram observadas nos maiores intervalos de corte. No experimento IV o menor valor de N-NH₃ foi encontrado aos 95 dias sem adição de GB e com 20 g kg⁻¹ de GB. As maiores perdas das silagens e o maior pH foram aos 65 dias em todos os níveis de inclusão de GB. Os maiores teores de MS foram observados aos 95 dias, o inverso ocorreu para PB. O menor teor de FDN foi observado aos 65 dias com adição de 40 g kg⁻¹ de GB e a maior DIVMS foi encontrada nos tratamentos com adição de 20 g kg⁻¹ de GB aos 65 e 80 dias de idade de corte. A maior taxa de degradação da fração rápida foi aos 95 dias. O menor *Lag time* foi aos 95 dias com a inclusão de 20 e 40 g kg⁻¹ de GB. Menor valor para fração de lenta degradação das silagens de capim-tamani foi observado aos 85 dias com ou sem inclusão de GB. Os menores valores de taxa de degradação da fração lenta foram observados aos 65 dias com 40 g kg⁻¹ de GB e aos 95 dias sem inclusão de GB. A maior contagem de bactérias clostrídicas foi aos 95 dias, maior contagem também foi obtido sem inclusão de GB. Para contagem de fungos + leveduras observou menores valores aos 65 dias com adição de 20 g kg⁻¹ de GB, seguido de 65 com 40 g kg⁻¹ de GB. O *Panicum maximum* cv. BRS Tamani ensilado aos 80 dias de idade de corte com adição de 20 g kg⁻¹ de glicerina bruta na matéria natural proporcionou silagem de melhor valor nutritivo, perfil fermentativo, menor contagem de *Clostridium* e ausência de bactérias-gram negativas.

Palavras-chave: conservação de forragem, intervalo de corte, parâmetros fermentativos, pastagem tropical, morfogênese, valor nutritivo

Abstract

GOMES, E.N.O. **Potential of the *Panicum maximum* cv. BRS Tamani for use as hay or silage.** 2020. 91 f. Thesis (Doctorate) - Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, State University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2020.

The *Panicum maximum* cv. BRS Tamani grass is a hybrid forage plant of high quality and small size, with intense tillering activity. The study was carried out with the objective of evaluating the potential of tamani grass for the production of hay at different ages of regrowth by means of morphogenic and structural characteristics, forage production, chemical-bromatological composition and in vitro digestibility. Three experiments were carried out. In experiment I, morphogenic and structural characteristics, chemical composition and production of tamani grass were evaluated before and after haymaking at ages 49, 63, 77 and 91 days. In experiment II, the morphogenic characteristics and nutritional value of tamani grass were evaluated at different cutting intervals (21, 35, 49 and 63). In experiment III, the nutritive value of the leaf, stalk and hay and the production of forage and hay were evaluated in four cutting intervals, 21, 35, 49 and 63 days. While in experiment IV the objective was to evaluate three levels of inclusion of crude glycerin as an additive to improve the fermentative parameters, nutritional value and microbiology of tamani grass silages under three cutting ages. Each experiment had four replicates per treatment, with experiment I and IV being evaluated from October 2015 to April 2016, experiment II and III evaluated in two agricultural years (2016/2017 and 2017/2018), evaluated in the water period. The experimental design of experiment I and IV was completely randomized, however experiment IV was a factorial of 3x3 (three cut ages and three levels of crude glycerin), whereas in experiments II and III they were randomized blocks with plots subdivided in the time. In experiment I, the regrowth ages of 49, 63, 77 and 91 days influenced the morphogenic characteristics of the grass, except the leaf senescence and the final length of the leaf, the production of fresh matter and dry matter, hay production increased with the age of regrowth, while the leaf: stem ratio, crude protein and dry matter of the hay decreased with the advance of regrowth age, the opposite occurred for the fiber and lignin content that increased with age. The digestibility of nutrients showed a quadratic response to the regrowth ages. *Panicum maximum* cv. BRS Tamani has the potential to produce 3.8 t of hectare⁻¹ of hay and better nutritional value in the regrowth interval from 49 to 63 days. For experiment II, he observed cubic

responses of the cutting intervals on the leaf appearance rate, the leaf life span, the elongation rate and the percentage of leaves. Whereas the phyllochron, the stalk elongation rate, the stalk percentage and the percentage of senescent material responded linearly, with the increase in the phyllochron and the reduction in the stalk elongation rate with the advance of the cutting interval. The cut-off interval at 21 days for *Panicum maximum* cv. BRS Tamani provided the best nutritional value, high percentage of leaves and lower percentages of stems and senescent material. In experiment III it was found that with the advance of the cutting interval, linear increases were observed for leaf dry matter, linear quadratic effect for leaf protein and cubic effect for stem. There was a reduction in the dry matter content of the BRS Tamani cultivar hay and a cubic effect of crude protein, neutral and acid detergent fiber, lignin and dry matter digestibility of the BRS Tamani cultivars hay, while the forage mass had an effect linear increase with increasing cutting interval. The highest nutritional value was found at 21 days of *Panicum maximum* cv. BRS Tamani, however the highest yields were observed in the largest cutting intervals. Lowest value of N-NH₃ was found at 95 days without addition of GB and with 20 g kg⁻¹ of GB, 1.79 and 1.98. The greatest losses of silages and pH were at 65 days at all levels of inclusion of GB. The highest levels of DM were observed at 95 days, the opposite occurred for PB. The lowest NDF content was 71.53% observed at 65 days with the addition of 40 g kg⁻¹ GB and the highest DIVMS of over 57% was found in treatments with the addition of 20 g kg⁻¹ GB at 65 and 80 days of age of cut. The highest rate of degradation of the fast fraction was at 95 days. The lowest Lag time was at 95 days with the inclusion of 20 and 40 g kg⁻¹ of GB, with values of 2.97 and 2.64 hours. Lower values for the slow degradation fraction of tamani grass silages were observed at 85 days with all levels of GB inclusion. The lowest values of degradation rate of the slow fraction were observed at 65 days with 40 g kg⁻¹ GB and at 95 days without inclusion of GB. The highest count of clostridial bacteria was at 95 days with a value of 2.0x10⁹ UFC g⁻¹, the highest value was obtained without the inclusion of crude glycerin with a count of 1.8x10⁹ UFC g⁻¹. For counting fungi + yeasts observed lower values at 65 days with the addition of 20 g kg⁻¹ GB, followed by 65 with 40 g kg⁻¹ GB. Tamani grass ensiled at 80 days of age with the addition of 20 g kg⁻¹ of crude glycerin in the natural material provided silage with better nutritional value, fermentative profile, lower Clostridium count and absence of gram-negative bacteria.

Keywords: forage conservation, cutting interval, fermentative parameters, tropical pasture, morphogenesis, nutritional value

Lista de figuras

Artigo I

Figure 1. Average, minimum and maximum temperatures and monthly precipitation during the experimental period.....	33
---	----

Artigo II

Figure 1. Monthly mean, minimum and maximum temperatures and precipitation throughout the experimental period.....	48
--	----

Artigo III

Figura 1. Temperaturas média, mínima e máxima e precipitação mensal durante todo o período experimental.....	64
Figura 2. Número de corte (a) e relação folha colmo (b) da gramínea Panicum maximum cv. BRS Tamani sob intervalos de corte.....	65

Artigo IV

Figura 1. Precipitação, temperatura mínima, média e máxima do período experimental.....	84
Figura 2. Contagem de unidades formadoras de colônias de Clostridium sp.(a e b) e de fungos + leveduras (c) em silagens de capim-tamani em três idades de corte e níveis de glicerina bruta.....	89

Lista de tabelas

Revisão Bibliográfica

Tabela 1. Taxa de aparecimento foliar (TApF), taxa de alongamento foliar (TAIF), duração de vida das folhas (DVF) e taxa de alongamento de colmo (TAIC) de espécies forrageiras sob intervalo de corte.....	09
---	----

Artigo I

Table 1. Morphogenetic and structural characteristics of <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Tamani at different regrowth ages.....	34
Table 2. Total fresh matter yield (TFMY), total dry matter yield (TDMY), and total hay yield (THY), proportions of leaves, stems, and senescent material and leaf:stem ratio (L:S) in <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Tamani at different regrowth ages.....	35
Table 3. Chemical composition of leaf, stem, and hay of <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Tamani at different regrowth ages.....	36
Table 4. In vitro digestibility of leaf, stem, and hay of <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Tamani at different regrowth ages.....	38

Artigo II

Table 1. Chemical characteristics of soil sampled from the experimental area.....	49
Table 2. Morphogenetic and structural traits of <i>Panicum maximum</i> cv. Tamani at different harvest intervals evaluated in two years.....	50
Table 3. Percentages of leaf, stem and senescent material and leaf:stem ratio in <i>Panicum maximum</i> cv. Tamani.....	51
Table 4. Dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) contents of <i>Panicum maximum</i> cv. Tamani at different harvest intervals evaluated in two years.....	52

Artigo III

Tabela 1. Massa de forragem verde (MFV), seca (MFS) e de feno (PFC) por corte de <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Tamani em diferentes intervalos de corte.....	66
Tabela 2. Composição química-bromatológica da folha e do colmo do <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Tamani em diferentes intervalos de corte.....	67

Tabela 3. Composição química-bromatológica do feno de <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Tamani em diferentes intervalos de corte.....	68
--	----

Artigo IV

Tabela 1. Massa de forragem seca (MFS) e composição morfológica do capim-tamani e composição química do aditivo.....	85
Tabela 2. Parâmetros fermentativos e perdas das silagens de capim-tamani em idades de corte e três níveis de glicirina bruta (0, 20 e 40 g kg ⁻¹).....	86
Tabela 3. Composição química-bromatológica e digestibilidade in vitro da matéria seca das silagens de capim-tamani em idades de corte e três níveis de glicerina bruta (0, 20 e 40 g kg ⁻¹).....	87
Tabela 4. Cinética da degradação in vitro das silagens de <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Tamani em diferentes intervalos de corte (65, 80 e 95 dias) e aditivadas com diferentes níveis de glicerina bruta (0, 20 e 40 g kg ⁻¹).....	88
Tabela 5. Ausência (A) ou presença (P) de bactérias gram negativas nas silagens de capim-tamani em três idades de corte e três níveis de adição de glicerina bruta (0, 20 e 40 g kg ⁻¹).....	90

Lista de abreviaturas e siglas

A – Volume de gás produzido da fração de rápida degradação

ADF – Acid detergent fibre

B – Taxa de degradação da fração rápida

BGNFL – Bactérias gram-negativas fermentadoras de ácido láctico

BGNNFL – Bactérias gram-negativas não fermentadoras de ácido láctico

CP – Crude protein

D – Volume de gás produzido da fração de lenta degradação

DIVMS – Digestibilidade *in vitro* da matéria seca

DM – Dry matter

DVF – Duração de vida das folhas

E – Taxa de degradação da fração lenta

FDA – Fibra em detergente ácido

FDN – Fibra em detergente neutro

FLL – Final leaf length

GB – Glicerina bruta

IC – Idade de corte

IVDMD – *In vitro* dry matter digestibility

IVNDFD – *In vitro* neutral detergent fibre digestibility

L:S – Leaf:stem ratio

LAG – *Lag time*

LAR – Leaf appearance rate

LER – Leaf elongation rate

LL – Leaf lifespan

LSR – Leaf senescence rate

MFS – Massa de forragem seca

MFV – Massa de forragem verde

MO – Matéria orgânica

MS – Matéria seca

NDF – Neutral detergent fibre

NFV – Número de folhas vivas
NLL – Number of live leaves per tiller
N-NH₃ – Nitrogênio amoniacal
OM – Organic matter
PB – Proteína bruta
PE – Perdas por efluente
PFC – Produção de feno por corte
PG – Perdas por gases
PMS – Perda total de matéria seca
PPB – Produção de proteína bruta
RFC – Relação folha:colmo
SER – Stem elongation rate
TAC – Taxa de acúmulo de forragem
TAIC – Taxa de alongamento de colmo
TAIF – Taxa de alongamento foliar
TApF – Taxa de aparecimento foliar
TDMY – Total dry matter yield
TFF – Tamanho final da folha
TFMY – Total fresh matter yield
THY – Total hay yield
TSeF – Taxa de senescência foliar

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	02
2.1. <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Tamani.....	02
2.2. Valor nutritivo de gramíneas do gênero <i>Panicum</i>	03
2.3. Morfogênese.....	04
2.4. Conservação de gramíneas.....	10
3. REFERÊNCIAS.....	14
ARTIGO I- Influence of the cut intervals on hay quality of <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Tamani.....	21
Introduction.....	21
Material and methods.....	22
Results.....	24
Discussion.....	25
Conclusion.....	29
References.....	29
ARTIGO II- Morphogenetic and structural traits of <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Tamani at different harvest intervals.....	39
Introduction.....	39
Material and methods.....	40
Results.....	42
Discussion.....	43
Conclusion.....	45
References.....	45
ARTIGO III- Produção de feno e composição bromatológica de <i>Panicum maximum</i> cv. BRS Tamani sob quatro intervalos de corte.....	53
Introdução.....	53
Material e métodos.....	54
Resultados.....	57
Discussão.....	57
Conclusão.....	60
Referências.....	61
ARTIGO IV- Glicerina bruta na ensilagem de capim-tamani sob diferentes idades de corte.....	69
Introdução.....	70
Material e métodos.....	71
Resultados.....	73
Discussão.....	74
Conclusão.....	79
Referências.....	79
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	91

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os sistemas de produção de ruminantes estão fundamentados em pastagens, que consiste na forma mais prática e econômica na alimentação dos ruminantes, entretanto a produtividade animal nos trópicos é baixa, isto devido à distribuição sazonal e variação qualitativa das forragens. Neste sentido, para minimizar este problema, diversos métodos de conservação de forragem têm sido pesquisados e utilizados para suprir o déficit alimentar nos animais mantidos em pastagens no período de escassez, como a fenação e a produção de silagens (Oliveira et al., 2014).

Por outro lado, a qualidade e quantidade, de material para ensilagem ou para fenação depende da forrageira utilizada e o manejo empregado. As gramíneas do gênero *Panicum* possuem alto potencial produtivo, qualidade, palatabilidade, digestibilidade e persistência (Choudhary et al., 2018), além disso, estas forrageiras são adaptadas a regiões subtropicais e tropicais (Gomes et al., 2011), o que as tornam de grande importância para os sistemas de produção animal. Dentre as gramíneas desse grupo encontra-se o *Panicum maximum* cv. BRS Tamani, lançada em 2015 pela Embrapa, a qual apresenta alta produção de folha, segundo Maciel et al. (2018) a produção de folhas no período chuvoso é de 3093 kg ha⁻¹ de MS e 2083 kg ha⁻¹ de MS nas secas e segundo Machado et al. (2017) há pouco desenvolvimento de colmo, os quais são curtos.

Após a escolha da forrageira é essencial realizar o manejo adequado da mesma, pois este pode alterar tanto as características qualitativas quanto quantitativas, pois a produção e o valor nutritivo da forragem podem ser alterados pelo intervalo de corte (Maranhão et al., 2010). Segundo Van Soest et al. (1991), o avanço no intervalo de corte da forrageira leva a aumentos na lignificação do tecido estrutural, o que segundo Wilkins (1969) o acréscimo do teor de lignina restringe a atuação das enzimas digestivas produzidas pelos microrganismos do rúmen e, como resultado reduz a degradabilidade e digestibilidade da planta.

Estudos referentes ao potencial produtivo e nutricional das forrageiras e do comportamento fisiológico dessas plantas são necessários para encontrar o intervalo de corte que proporciona o manejo mais adequado. Desta forma, a identificação das características morfogênicas e potencial nutritivo do capim-tamani é fundamental, o qual visa atender as demandas dos animais e aumentar sua eficiência produtiva, além de fazer avaliação nutricional desta forrageira para produção de feno e silagem.

1 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2 2.1. *Panicum maximum* cv. BRS Tamani

3 Dentre as gramíneas mais utilizadas no Brasil para a produção animal pode se destacar
4 aquelas do gênero *Panicum*, as quais são recomendadas para regiões de solos bem
5 drenados em que a precipitação anual varia de 800 a 1800 mm e requer fertilidade do solo
6 média a alta (Muir & Jank, 2004). A maior utilização dessas gramíneas deve-se a alta
7 produtividade, boa adaptação a climas tropicais e subtropicais (Gomes et al., 2011), assim
8 como a propagação por meio de sementes (Jank et al., 2013). Logo, com o propósito de
9 diversificar as pastagens e elevar a produção animal a Embrapa possui um programa de
10 melhoramento e desenvolvimento de cultivares de *Panicum maximum*.

11 Dentre as cultivares desenvolvidas por esse programa de melhoramento encontra-
12 se o primeiro híbrido de *Panicum maximum*, lançado em 2015 e denominado de *Panicum*
13 *maximum* cv. BRS Tamani, segundo Braga et al. (2019) este apresenta folhas e caules
14 finos, além de maior digestibilidade que a cultivar Massai. Essa gramínea é de porte baixo
15 (até 130 cm), possui grande quantidade de folhas, as quais são verde escuras, longas,
16 finas, arqueadas e com pouca pilosidade, os colmos são finos e sem cerosidade, elevados
17 teores de proteína bruta e digestibilidade, apresenta resistência à cigarrinha-das-pastagens
18 (EMBRAPA, 2015). A inflorescência é uma panícula, com ramificações primárias curtas.
19 As espiguetas são glabras e apresentam alta quantidade de manchas roxas e seu
20 florescimento ocorre no mês de março.

21 A alta produtividade do capim-tamani foi observada em um estudo realizado por
22 Silva et al. (2018), os quais avaliaram a produtividade de quatro cultivares, na qual
23 cultivar BRS Tamani sobressaiu as demais, obtendo maior produção de massa seca por
24 hectare aos 98 dias após a semeadura, com valor de 7.936 kg ha⁻¹ de MS, seguido das
25 variedades BRS Quênia, BRS Paiaguás e BRS Ipyporã. Enquanto que, Machado et al.
26 (2017) avaliaram o estabelecimento de sete gramíneas em consorcio com a soja,
27 observaram que a cv. BRS Tamani foi mais adequada, quando se considerou as
28 características morfológicas e baixo potencial de competição com a soja.

29 Fontinele (2018) estudou as cultivares Massai e BRS Tamani sob idades de
30 utilização de pasto diferido, encontrou que a cultivar Massai poderia ser utilizada aos 80
31 dias de diferimento, a qual obteve maior produção que a cultivar Tamani, porém a cultivar
32 Tamani teve valores nutritivos maiores com 76.6 g kg⁻¹ de PB, 499 g kg⁻¹ NDT e 50.3 g
33 kg⁻¹ de Lignina contra 54.2 g kg⁻¹ de PB, 508 g kg⁻¹ de NDT e 58 g kg⁻¹ lignina da cultivar

1 Massai, o capim-tamani mostrou que essa cultivar pode ser utilizada até os 120 dias após
2 o diferimento.

3

4 **2.2. Valor nutritivo de gramíneas do gênero *Panicum***

5 A avaliação da composição bromatológica é imprescindível para estimar o valor
6 nutricional das forrageiras, dentre as frações estudadas, a proteica e de fibras são as mais
7 analisadas (Castagnara et al., 2011), isto devido essas duas frações serem mais afetadas
8 por vários fatores, como a espécie ou cultivar, solo e idade da planta (Van Soest et al.,
9 1991). Além disso, os teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e ácido podem
10 interferir direta ou indiretamente o consumo pelos animais, logo o conhecimento dos
11 teores destes é essencial para análise qualitativa das forragens (Van Soest, 1994).

12 Segundo Johnson et al. (1967) a composição química varia com a maturidade da
13 planta, onde se encontra declínios no conteúdo de proteína e aumento crescente no de
14 fibras com o avanço da maturidade. Estes autores encontraram reduções de 98 g kg⁻¹ para
15 66 g kg⁻¹ de proteína bruta, enquanto que houve um incremento de 321 g kg⁻¹ para 394 g
16 kg⁻¹ de fibra bruta à medida que a maturidade do *Panicum maximum* avançou de 17 dias
17 para 45 dias.

18 Segundo Stabile et al. (2010) os genótipos mais produtivos são aqueles que
19 possuem maior alongamento de colmos, porém, estes genótipos de maior proporção de
20 colmo apresentam menores digestibilidades de colmo, dentre os 11 genótipos de *Panicum*
21 *maximum* estudados a cultivar Massai se destacou quanto a proporção de folha, não
22 diferindo da cv. BRS Tamani, com produções de cerca de 90% de folha aos 30 dias até
23 cerca de 70% aos 90 dias de idade de corte, da mesma forma dentre os 11 genótipos a
24 cultivar Massai e a BRS Tamani estavam entre as maiores digestibilidades de colmo, com
25 valores variando de 500 g kg⁻¹ a 430 g kg⁻¹ de 30 dias para 90 dias, a produção de massa
26 verde seca foi cerca de 11.500 kg ha⁻¹ aos 90 dias.

27 Fontinele (2018) estudou as gramíneas *Panicum maximum* cv. Massai e BRS
28 Tamani em três idades de diferimento (40, 80 e 120 dias) e encontrou que a cultivar
29 Tamani apresentou maiores teores de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais (920 a
30 600 g kg⁻¹ de PB e 550 a 510 g kg⁻¹ de NDT, de 40 a 120 dias) do que a cultivar Massai
31 (630 a 470 g kg⁻¹ de PB e 530 a 460 g kg⁻¹ de NDT, de 40 a 120 dias), efeito inverso
32 ocorreu para fibra em detergente neutro e lignina, na qual valores inferiores foram
33 observadas para Tamani (670 a 810 g kg⁻¹ de FDN e 490 a 520 g kg⁻¹ de lignina, de 40 a
34 120 dias) do que para Massai (720 a 900 g kg⁻¹ de FDN e 580 a 620 g kg⁻¹ de lignina, de

1 40 a 120 dias). Segundo o autor, isto pode ter ocorrido provavelmente, pela cultivar
2 Massai apresentar em suas folhas maiores proporções de estruturas lignificadas e
3 estruturas de Girder, o qual também influenciaria na digestibilidade deste material.

4 Braga et al. (2019) trabalharam com três cultivares de *Panicum maximum* para
5 pastejo de novilhos Nelore, encontraram teores de 620 g kg⁻¹ de PB, 716 g kg de FDN e
6 555 g kg⁻¹ de DIVMS para cultivar Massai, 720 g kg⁻¹ de PB, 686 g kg⁻¹ de FDN e 621 g
7 kg⁻¹ de DIVMS para cultivar BRS Tamani, 740 g kg⁻¹ de PB, 696 g kg⁻¹ de FDN e 590 g
8 kg⁻¹ de DIVMS para cultivar BRS Zuri. Os autores encontraram ganhos de peso vivo
9 individuais maiores nos animais mantidos nas cultivares BRS Tamani e BRS Zuri do que
10 para Massai, devido ao maior valor nutritivo das cultivares BRS Tamani e BRS Zuri.
11 Embora a maior taxa de lotação tenha sido observada para as pastagens de Zuri e Massai,
12 devido a maior produção de forragem.

13

14 **2.3. Morfogênese**

15 A morfogênese pode ser definida como a dinâmica de geração (*genesis*) e expansão da
16 forma (*morphos*) da planta no espaço (Chapman & Lemaire, 1993). Os estudos da
17 morfogênese da forrageira é necessário para a compreensão do crescimento da planta, e
18 assim, obter estratégias racionais de manejo de pastagens (Martuscello et al., 2015), já
19 que esta permite melhor entendimento de como acontece o desenvolvimento das
20 estruturas da planta e da dinâmica de produção vegetal (Macedo et al., 2010). Assim, o
21 conhecimento das características morfogênicas e estruturais das forrageiras garantem a
22 longevidade, produtividade e sustentabilidade do ecossistema, devido a identificação e
23 adoção de estratégias corretas do manejo da forragem (Pereira et al., 2011).

24 A contínua emissão de lâminas foliares e de perfilhos é o que possibilita a
25 produtividade das gramíneas forrageiras, por isso os processos para formação e
26 desenvolvimento das folhas são importantes para o crescimento vegetal, a qual está ligada
27 aos processos fotossintéticos, sendo estes o início para geração de novos tecidos vegetais
28 (Santos et al., 2012). Para estimar o fluxo de novos tecidos e produção de massa forrageira
29 de gramíneas tropicais as variáveis utilizadas são: taxa de aparecimento e alongamento
30 de folhas (TApF e TAIF), duração de vida foliar (DVF) e taxa de alongamento do colmo
31 (TAIC) (Pereira et al., 2019) e relação folha:colmo. Segundo Sbrissia & Da Silva (2001),
32 o componente colmo em plantas tropicais é fundamental para o crescimento dessas
33 forrageiras, principalmente aquelas de crescimento ereto, já que o alongamento de colmo
34 afeta significativamente a estrutura do pasto e o equilíbrio dos processos de competição

1 por luz e, apesar desse componente morfológico trazer incrementos na massa de forragem
2 há efeitos negativos na estrutura do pasto, comprometendo a eficiência de utilização da
3 forragem produzida e longevidade do pasto.

4 As interações entre as variáveis TApF, TAlF, DVF, TAIC e relação folha:colmo é
5 o que definem as características estruturais: número de folhas vivas por perfilho (NFV),
6 comprimento final de folhas (CFF) e densidade dos perfilhos, e estas irão determinar o
7 índice de área foliar (IAF) (Costa et al., 2011).

8 A taxa de aparecimento foliar consiste na característica central da morfogênese, isso
9 porquê é variável que influencia diretamente cada um dos componentes estruturais e,
10 conseqüentemente, o índice de área foliar do pasto (Difante et al., 2011). A TApF é
11 considerada constante, mas pode variar entre e dentro de espécies, embora possa ser
12 amplamente influenciada por mudanças estacionais (Pereira, 2013). Segundo Macedo et
13 al. (2010) a TApF sofre pouco efeito das condições do meio e de manejo, os quais não
14 encontraram diferença dessa variável quando avaliaram dois períodos de descanso (36,
15 48 dias) para capim-mombaça.

16 A TAlF está diretamente relacionada com o comprimento das folhas (Costa et al.,
17 2018), logo, maiores TAlF proporcionam folhas mais compridas. A TAlF também possui
18 alta correlação com a produção de massa da forrageira e é uma variável bastante utilizada
19 como critério de seleção de gramíneas em trabalhos de melhoramento genético (Nabinger
20 & Carvalho, 2009; Pereira, 2013). Segundo Costa et al. (2016), os quais estudaram o
21 capim-marandu, a TAlF explicou em 74% os incrementos verificados nos rendimentos
22 de MS, em função do período de descanso. As alterações na TAlF podem acontecer por
23 meio de duas características celulares: 1) divisão celular, ou seja, o número de células
24 produzidas por dia; 2) pelo alongamento celular, mudando o comprimento da célula. No
25 estudo de Volenec e Nelson (1984) foi encontrado que TAlF das plantas colhidas com
26 menores frequências foi de 30% maior que as colhidas frequentemente, a qual,
27 provavelmente, pode estar mais relacionada à expansão celular do que à produção de
28 células não-expandidas via divisão.

29 A determinação da DVF para cada espécie de gramíneas é de grande importância,
30 já que espécies de plantas com vida útil das folhas mais longa têm maior probabilidade
31 de colher (corte ou pastejo) as folhas antes de começarem a senescer, enquanto plantas
32 com vida útil das folhas curta têm maior chance de escapar do desfolhamento (Lemaire
33 et al., 2009).

1 A TAIC pode afetar diretamente a densidade populacional de perfilhos e o
2 comprimento final da folha, além de ser uma característica que pode ser utilizada como
3 indicador do controle ou não do acúmulo de colmo pelo manejo do pastejo (Difante et al.,
4 2011). O alongamento do colmo na fase vegetativa é um processo que incrementa o
5 rendimento forrageiro, porém, compromete a eficiência do pastejo, já que este
6 proporciona alteração na estrutura do dossel, principalmente pela redução na relação
7 folha:colmo (Marcelino et al., 2006).

8 O filocrono consiste no tempo gasto para o aparecimento de uma folha e pode ser
9 encontrado pelo inverso da taxa de aparecimento foliar (Macedo et al., 2010). Segundo
10 Van Esbroeck et al. (1997), o filocrono possui uma relação direta com o florescimento,
11 no qual a medida que a forrageira inicia a fase reprodutiva há aumentos de filocrono,
12 Marcelino et al. (2006), demonstraram que cortes mais frequentes apresentam menores
13 números de plantas em estádios reprodutivos, ou seja, cortes mais frequentes obteriam
14 maiores valores filocrono do que cortes menos frequentes.

15 A variável NFV além de ser determinada geneticamente pode assumir valores
16 constantes, isso quando o pasto atinge uma condição de equilíbrio, onde a taxa de
17 aparecimento e de senescência se tornam sincronizados, porém o NFV pode variar de
18 acordo com as condições do meio e de manejo da pastagem (Lemaire & Chapman, 1996).
19 Segundo Gomide (1997), o NFV consiste em um índice objetivo para orientar o manejo
20 dos pastos, o qual se pretende maximizar a eficiência da colheita no pastejo rotacionado
21 ou no corte, o qual pode prevenir a perda de folhas por senescência.

22 Em forrageiras que possuem elevada taxa de aparecimento foliar tendem a ter
23 comprimento de lâmina foliar menores, enquanto que o inverso também pode ser
24 observado, plantas com baixas taxas de aparecimento foliar tendem a ter comprimentos
25 foliares maiores (Barbosa et al., 2012). Estes autores encontraram que perfilhos jovens
26 possuem comprimento foliar e NFV maiores do que perfilhos maduros e velhos, este fato
27 pode ser devido a menor distância percorrida pela nova folha dentro do pseudo-colmo
28 (Duru & Ducroq, 2002), em resposta a elevação do meristema apical (Hodgson, 1990).
29 Logo, o maior NFV e CFF representam forragens com mais qualidade, já que a folha é o
30 componente de maior valor nutritivo (Van Soest, 1994).

31 A senescência foliar é um processo natural e inicia-se logo após a completa
32 expansão da lâmina foliar, na qual se acentua progressivamente com o aumento da área
33 foliar, isto devido ao sombreamento das folhas inseridas na porção inferior do colmo,
34 portanto, a senescência é o processo que caracteriza a última fase de desenvolvimento de

1 uma folha (Nabinger, 1997). Outro fator que promove o aumento da taxa de senescência
2 é a competição por metabólitos e nutrientes entre as folhas mais velhas e as jovens que
3 estão em crescimento (Gomide & Gomide, 2000; Garcez Neto et al., 2002). Além disso,
4 a senescência foliar está relacionada a redução da quantidade de forragens de boa
5 qualidade, pois são as frações verdes da forrageira que são mais nutritivas para a dieta
6 dos animais.

7 Alguns dados de TApF, TAlF, DVF e TAIC de espécies forrageiras encontram-se
8 na Tabela 1.

9 Segundo Reynoso et al. (2010), quando o intervalo de corte aumentou de 21 para
10 49 dias e houve o crescimento da planta, observou aumentos no comprimento das bainhas
11 foliares e de colmo, como consequência há maior atraso no aparecimento das folhas na
12 parte superior do colmo, o qual gera redução na TApF. Entretanto, encontrou-se nesse
13 estudo maior taxa de aparecimento de folhas registrada com o intervalo de corte de 49
14 dias em comparação com o intervalo de corte de 35 dias, segundo os autores isto pode ter
15 ocorrido, provavelmente, ao fato do maior intervalo apresentar maior altura de plantas e
16 colmos, o que favoreceria o alongamento dos internódios e elevação do meristema apical,
17 o que por sua vez, reduziria a distância que as folhas com maior nível de inserção devem
18 percorrer para o seu surgimento na parte superior do caule, e então aumentaria a taxa de
19 aparecimento das folhas.

20 Da Silveira et al. (2010) encontraram que regimes de corte mais frequente (30.1
21 dias - 2 folhas por perfilho) possuem menores taxas de alongamento de colmo do que
22 cortes menos frequentes (51.9 dias – 4 folhas por perfilho), isso pode ser visto também
23 pelo aumento da altura nas menores frequências, onde altura média do dossel no estágio
24 de 4 folhas (51.9 dias) foi maior do que no estágio de 2 (30.1 dias) ou 3 folhas (40.5 dias).

25 As maiores TApF encontradas nos menores intervalos de corte, segundo Souza et
26 al. (2019), tem duas explicações: 1) as menores idades proporcionam maior exposição à
27 luz da base da planta, logo, este fator pode ter influenciado os componentes estruturais e
28 o índice de área foliar da pastagem e, 2) as frequências mais altas de desfolhação (menores
29 intervalos), há menores comprimentos da bainha, levando a uma diminuição na distância
30 necessária para o aparecimento de novas folhas e, o qual leva a uma maior taxa de
31 aparência das folhas. Em relação a DVF os autores não encontraram efeito do intervalo
32 de corte, e explicam essa falta de efeito pelo suprimento de nitrogênio ter sido mantido
33 em relação às frequências de corte, já que segundo Martuscello et al. (2015), as plantas
34 na ausência de nitrogênio tendem a apresentar uma baixa taxa de senescência foliar,

1 permitindo que permaneçam vivas por mais tempo. A maior TAIC foi encontrada para
2 uma frequência de corte de 96 dias, isso pode ter sido resultado dos maiores níveis de
3 sombreamento.

4 Pereira et al. (2019) encontraram para cada dia adicional no período de rebrota de
5 capim Massai redução na TApF em 0.001 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹. Não observaram efeito
6 significativo para taxa de alongamento de colmo, segundo os autores essa é uma variável
7 que é influenciada por fatores abióticos, então possui diferentes respostas de acordo com
8 o manejo adotado e condições de solos e clima de cada região.

Tabela 1. Taxa de aparecimento foliar (TApF), taxa de alongamento foliar (TAIF), duração de vida das folhas (DVF) e taxa de alongamento de colmo (TAIC) de espécies forrageiras sob intervalo de corte

Intervalo de corte (dias)	TApF (folhas perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	TAIF (mm folha ⁻¹ dia ⁻¹)	DVF (dia)	TAIC (mm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)	Espécie forrageira	Fonte
21	0.19	56.6	-	7.9	<i>P. maximum</i> cv. Mombaça	Reynoso et al. (2010)
35	0.11	57.6	-	7.7		
49	0.14	70.7	-	7.0		
30.1	0.08	45	84.6	2.7	<i>P. maximum</i> cv. Mombaça	Da Silveira et al. (2010)
40.5	0.08	45	79.8	6.6		
51.9	0.08	37	81.5	6.2		
24	0.08	21.68	52.66	1.64	<i>P. maximum</i> cv. Massai	Souza et al. (2019)
32	0.07	24.83	59.94	2.05		
48	0.06	16.25	49.56	1.41		
96	0.05	26.54	65.83	4.07		
21	0.09	24.5	-	1.8	<i>P. maximum</i> cv. Massai	Pereira et al. (2019)
35	0.07	17.4	-	1.3		
49	0.05	26.8	-	1.1		
63	0.04	34.4	-	1.0		

1 **2.4. Conservação de gramíneas**

2 A conservação das gramíneas e outras forrageiras consiste em um procedimento de
3 importância vital para a produção de bovinos, isso segundo Wilkinson (1981) se deve por
4 essa técnica resolver dois problemas de uma só vez.

5 O primeiro problema seria o excesso de oferta de forragens em relação a demanda
6 pelos animais, onde a forrageira passaria do estágio vegetativo para reprodutivo, porém
7 quando o corte desse excesso é realizado há a possibilidade da planta rebrotar e ser
8 utilizada com melhor valor nutritivo no final do ciclo.

9 Enquanto que, o segundo problema é que metade do ano não tem taxa de produção
10 de forragem suficiente para a demanda exigida pelos animais, logo a solução seria
11 fornecer fontes de forragens conservadas. Além disso, há fazendas em que trabalham com
12 bovinos confinados, tanto para corte como leite, onde a fonte de forragem é totalmente
13 conservada e, também segundo Henning & Lawrence (2019) o feno consiste em uma
14 opção versátil de volumoso para cavalos, além de proporcionar fibras longa, as quais
15 possuem efeito positivo na saúde gastrointestinal desses animais.

16 As forragens podem ser preservadas por meio de fenação ou ensilagem. Segundo
17 Muck & Shinnars (2001) a produção de feno é realizada por meio da secagem do material
18 colhido, para que não haja atividade das enzimas das plantas e nem deterioração
19 microbiana. Enquanto que, na ensilagem a forrageira é fermentada em meio anaeróbico
20 por bactérias ácido lácticas, a preservação depende do rápido abaixamento do pH e
21 condições anaeróbicas para inibir o desenvolvimento de microrganismos.

22 A forragem conservada por meio de desidratação é denominada de feno, o teor de
23 umidade deve ser reduzido para 10 a 15% e, por meio da retirada de água deseja-se manter
24 o valor nutricional da planta, quando esta foi cortada. Então, o processo de fenação
25 consiste no corte, desidratação ou secagem das plantas forrageiras, enfardamento e
26 armazenamento, e estes processos podem ser realizados manualmente ou mecanicamente
27 (Costa & Resende, 2006). Uma das vantagens de realizar a fenação das forragens é que
28 no fornecimento para os animais não há a deterioração, já que este consiste em um
29 produto estável em contato com o oxigênio (Neres & Ames, 2015).

30 A qualidade do feno está associada a fatores relacionados tanto às plantas, tais
31 como: espécie e idade, quanto ao processo de produção: manejo do corte, que visa à
32 desidratação adequada (Moreira et al., 2013). As condições climáticas durante a secagem
33 e o sistema de armazenamento empregado também são fatores que interferem diretamente
34 na qualidade bromatológica e nas perdas no processo de produção (Reis et al., 2001).

1 Assim como, para ter qualidade este volumoso deve estar livre de poeiras, mofo, ervas
2 daninhas, plantas tóxicas e de qualquer outro material que possa causar fermentos
3 (Henning & Lawrence, 2019).

4 Na preparação dos fenos as perdas de valor nutricional se iniciam após o corte das
5 plantas pela respiração e oxidação, e se prolongam até a correta desidratação do material
6 (Ramirez, 2011). De acordo com Muck & Shinnars (2001) as perdas na preparação dos
7 fenos podem ser inúmeras, como perdas no corte devido à altura do resíduo, por
8 respiração e fermentação decorrentes do prolongamento do período de secagem, por
9 lixiviação levando a um decréscimo de compostos solúveis, de folhas em decorrência do
10 manuseio excessivo da forragem, notadamente na fase final de secagem, e por deficiência
11 no recolhimento da forragem.

12 De uma forma geral é possível produzir fenos com qualquer planta forrageira,
13 porém, existem características que fazem com que algumas plantas se apresentem mais
14 aptas para a produção de fenos. Dentre as características desejáveis estão o elevado
15 rendimento forrageiro com boa qualidade nutricional, a presença de colmos finos e a alta
16 proporção de folhas. Outra característica interessante da forrageira é a tolerância à cortes
17 frequentes (Costa & Resende, 2006).

18 Segundo Evangelista & Lima (2013) algumas das características de uma forrageira
19 para fenação podem-se citar: a) valor nutritivo coerente com a demanda do rebanho; b)
20 elevada produção de forragem por unidade de área; c) alta relação folha:caule e caules
21 finos; d) boa capacidade de rebrota após a colheita; e) hábito de crescimento que facilite
22 a colheita, ou seja, que propicie bom desempenho do implemento/ferramenta de corte.

23 Outra maneira de conservar a forragem é por meio da silagem, no qual o processo
24 de ensilagem consiste em uma alternativa muito empregada nos sistemas de criação
25 animal (Santos & Zanine, 2006). Esse processo baseia-se na preservação de forragens
26 úmidas, recém-colhidas ou pré-secadas, com elevado valor nutritivo, para serem
27 administradas nas épocas de escassez de alimentos.

28 Para confecção de silagens, pode-se utilizar grande variedade de gramíneas de
29 clima tropical, como alternativa, às culturas tradicionais, dentre elas, as gramíneas do
30 gênero *Panicum*, que apresentam crescimento rápido, elevada produção por área, ser
31 perene e a possibilidade do aproveitamento do excedente da produção, no período das
32 águas para ser utilizado na época de escassez (Vasconcelos et al., 2009).

33 Santos & Zanine (2006) relatam que as gramíneas de clima tropical se caracterizam
34 pela alta quantidade de forragem produzida nas épocas das águas, com um excedente de

1 produção que justifica o seu uso como silagem, desde que se empreguem técnicas
2 adequadas de confecção e uso de aditivos.

3 No entanto, essas gramíneas apresentam aspectos desfavoráveis como baixo teor de
4 matéria seca, alta capacidade tampão e baixo teor de carboidratos solúveis nos estádios
5 de crescimento em que seu valor nutritivo é elevado, colocando em risco o processo de
6 conservação da silagem, devido à possibilidade de fermentações secundárias (Evangelista
7 et al., 2004). As bactérias do gênero *Clostridium* são beneficiadas por ambientes com
8 elevada umidade, pH e temperatura e conseqüentemente, são responsáveis por elevadas
9 perdas e por degradar proteína produzindo amônia.

10 As perdas das silagens podem ser quantificadas pelo desaparecimento da matéria
11 seca no processo da ensilagem. As principais perdas são decorrentes da respiração
12 residual durante o enchimento, tipo de fermentação, produção de efluente e pela
13 deterioração aeróbica no momento da abertura. Essas perdas podem variar de 7 a 40%
14 sendo que estas contribuem para redução no valor nutricional e na qualidade da silagem
15 (McDonald et al., 1991). As perdas de MS durante o processo de ensilagem são de
16 aproximadamente 16% (Watson e Nash, 1960) e ao longo do armazenamento cerca de
17 32% (Bastiman e Altman 1985). Porém, segundo Zimmer (1980) apenas 7% das perdas
18 de energia durante o processo de ensilagem são inevitáveis. Köhler et al. (2013)
19 verificaram que para silos de gramíneas as perdas de MS foram de 26%.

20 Uma das formas de reduzir as perdas nutritivas do material ensilado pelas
21 fermentações secundárias é através do uso de aditivos, as quais são substâncias
22 misturadas à forragem no momento da ensilagem, para contribuir na melhoria dos padrões
23 fermentativos da massa ensilada, na redução das perdas, no enriquecimento da qualidade
24 e do valor nutricional da silagem, contribuindo para a melhoria da palatabilidade e o
25 consumo da silagem produzida (Evangelista & Lima, 1999; 2001).

26 Além da utilização do aditivo, a determinação do momento ideal de corte da
27 gramínea é importante para a produção de silagem de bom valor nutritivo, visto que o
28 avanço na idade de corte, na maioria das plantas forrageiras, ocorre um aumento de
29 produção por área, no entanto, sofrem um declínio na produção de matéria seca digestível,
30 em decorrência do aumento das porções fibrosas, com conseqüentes reduções nos valores
31 proteicos e na digestibilidade. Além disso, o estágio fenológico influencia nos teores de
32 matéria seca e nos conteúdos de carboidratos solúveis da planta, os quais são
33 determinantes no perfil de fermentação e do potencial de conservação de forragem fresca.
34 Assim, o momento ideal de corte influencia na composição bromatológica, valor

1 nutricional e no perfil de fermentação, ambos moduladores de consumo e do
2 aproveitamento protéico e energético das silagens pelos animais (Faria Jr., 2012).

3 Coan et al. (2005) estudaram a silagem dos Capins Tanzânia e Mombaça
4 verificaram que os capins não apresentaram limitações ao processo de ensilagem, uma
5 vez que os teores de MS, carboidratos solúveis e o poder tampão foram pertinentes ao
6 processo fermentativo, o que foi comprovado pelos baixos teores de nitrogênio
7 amoniacal, e de moderados valores de pH, embora o perfil de ácidos orgânicos das
8 silagens fosse inadequado. Os autores observaram que o capim-tanzânia colhido até os
9 60 dias apresentou melhores condições para o processo de ensilagem quando comparado
10 ao capim-mombaça. Castro et al. (2010) recomendam o intervalo de corte do capim-
11 Tanzânia dos 42 a 63 dias de crescimento.

12 Várias pesquisas vêm sendo realizadas buscando alternativas com o objetivo de
13 diminuir as perdas, aperfeiçoar o processo fermentativo e preservar o valor nutritivo das
14 silagens produzidas, como o uso de aditivos e determinação da idade de corte, porém os
15 resultados relacionados às melhorias no processo fermentativo, ao valor nutritivo, ao
16 consumo de matéria seca e ao ganho de peso dos animais ainda são contraditórios (Ávila
17 et al., 2009). De acordo com Kung Jr. & Ranjit (2001) aditivos usados no processo de
18 ensilagem devem elevar a recuperação de nutrientes e energia da forragem, com
19 consequente benefício no desempenho animal.

20 Grande variedade de aditivos tem sido recomendada, com o intuito de se garantir
21 melhor qualidade das silagens. Entretanto, deve-se considerar a eficácia e viabilidade do
22 aditivo (Coan et al., 2005). Sendo assim, a composição química e o valor nutritivo das
23 silagens podem ser modificados por meio da utilização de aditivos no momento da
24 ensilagem (Ferrari Jr. et al., 2009).

25 Diante disso, o presente trabalho é composto por cinco capítulos, sendo o primeiro
26 uma revisão de literatura, segundo, terceiro, quarto e quinto na forma de artigo científico,
27 redigido de acordo com normas da revista Grass and Forage Science, intitulados
28 “Influencia dos intervalos de corte sobre a qualidade do feno de *Panicum maximum* cv.
29 BRS Tamani”; “Características morfogênicas e estruturais do *Panicum maximum* cv.
30 BRS Tamani sob diferentes intervalos de corte”, “Produção e composição bromatológica
31 de feno de *Panicum maximum* cv. BRS Tamani sob quatro intervalo de corte” e “Glicerina
32 bruta na ensilagem de capim-tamani sob diferentes idades de corte”, respectivamente.

1 3. REFERÊNCIAS

- 2 Ávila, C. L. S., Pinto, J. C., Figueiredo, H. C. P., & Schwan, R. F. (2009). Effects of an
3 indigenous and a commercial *Lactobacillus buchneri* strain on quality of sugar cane
4 silage. *Grass and Forage Science*, 64, 384-394. [https://doi.org/10.1111/j.1365-
5 2494.2009.00703.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2009.00703.x)
- 6 Barbosa, R. A., Nascimento Junior, D., Vilela, H. H., Souza, B. M. L., Silva, S. C.,
7 Euclides, V. P. B., & Silveira, C. T. (2012). Morphogenetic and structural characteristics
8 of guinea grass tillers at different ages under intermittent stocking. *Revista Brasileira de
9 Zootecnia*, 14 (7), 1583-1588. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982012000700005>.
- 10 Braga, G. J., Maciel, G. A., Guimarães Junior, R., Ramos, A. K. B., Carvalho, M. A.,
11 Fernandes, F. D., Fonseca, C. E. L., & Jank, L. (2019). Performance of young Nellore
12 bulls on guineagrass pastures under rotational stocking in the Brazilian Cerrado. *Tropical
13 Grasslands*, 7 (3), 214-222. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(7\)214-222](https://doi.org/10.17138/TGFT(7)214-222)
- 14 Castagnara, D. D., Mesquita, E. E., Neres, M. A., Oliveira, P. S. R., Deminicis, B. B., &
15 Bamberg, R. (2011). Valor nutricional e características estruturais de gramíneas tropicais
16 sob adubação nitrogenada. *Archivos de Zootecnia*, 60 (232), 931-942.
17 <https://doi.org/10.4321/S0004-05922011000400010>
- 18 Castro, G. H. F., Rodriguez, N. M., Gonçalves, L. C., & Maurício, R. M. (2010).
19 Características produtivas, agronômicas e nutricionais do capim-tanzânia em cinco
20 diferentes idades ao corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 62,
21 654-666. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352010000300022>
- 22 Chapman, D. F., & LEMAIRE, G. (1993). Morphogenetic and structural determinants of
23 plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M.J. (Ed.) *Grasslands for our world*.
24 Wellington: SIR Publishing.
- 25 Choudhary, M., Prabhu, G., & Palsaniya, D. R. (2018). Response of guinea grass
26 (*Megathyrsus maximus*) genotypes to intercropping with forage legumes under varying
27 nitrogen management options. *Grass and Forage Science*, 78, 1-9.
28 <https://doi.org/10.1111/gfs.12384>
- 29 Coan, R. M., Vieira, P. F., Silveira, R. N., Reis, R. A., Malheiros, E. B., & Pedreira, M.
30 S. (2005). Inoculante Enzimático-Bacteriano, Composição Química e Parâmetros
31 Fermentativos das Silagens dos Capins Tanzânia e Mombaça. *Revista Brasileira de
32 Zootecnia*, 34, 416-424. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000200008>

- 1 Costa, J. L., & Resende, H. (2006). *Produção de feno de gramíneas*. Instrução técnica
2 para o produtor de leite. 2. ed. Coronel Pacheco: EMBRAPA gado de leite.
- 3 Costa, N. L., Jank, L., Fogaça, F. H. S., Magalhães, J. A., Bendahan, A. B., Santos, F. J.
4 S., & Rodrigues, B. H. N. (2018). Rendimento de forragem, composição química e
5 morfogênese de *Megathyrsus maximus* cv. Tanzânia 1 sob frequências de desfolhação.
6 *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, 12, 1-7.
7 <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n4a68.1-7>
- 8 Costa, N. L., Paulino, V. T., Moraes, A., & Magalhães, J. A. (2011). Produção de
9 forragem, composição química e morfogênese de *Brachiaria humidicola* cv. Tupi em
10 diferentes idades de corte. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, 5.
- 11 Da Silveira, M. C. T., Nascimento Jr., D., Cunha, B. A. L., Difante, G. S., Pena, K. S.,
12 Silva, S. C., & Sbrissia, A. F. (2010). Effect of cutting interval and cutting height on
13 morphogenesis and forage accumulation of guinea grass (*Panicum maximum*). *Tropical*
14 *Grasslands*, 44, 103-108.
- 15 Difante, G. S., Nascimento Jr., D., Silva, S. C., Euclides, V. P. B., Montagner, D. B.,
16 Silveira, M. C. T., & Pena, K. S. (2011). Características morfogênicas e estruturais do
17 capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. *Revista*
18 *Brasileira de Zootecnia*, 40 (5), 955-963. [http://dx.doi.org/10.1590/S1516-](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000500003)
19 [35982011000500003](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000500003).
- 20 Duru, M., & Ducrocq, H. (2002). A model of lamina digestibility of *Orchardgrass* as
21 influenced by nitrogen and defoliation. *Crop Science*, 42, 214-223, 2002.
22 <https://doi.org/10.2135/culturasoci2002.2140>
- 23 Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. (2015). *BRS Tamani,*
24 *forrageira híbrida de Panicum maximum*. Campo Grande: EMBRAPA. Folder.
- 25 Evangelista, A. R., & LIMA, J. A. (1999). *Aditivos para silagem*. Lavras: Editora UFPA,
26 Boletim de extensão, 88.
- 27 Evangelista, A. R., & Lima, J. A. (2001). Utilização de silagens de girassol na
28 alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE
29 FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. *Anais...* Maringá: Universidade
30 Estadual de Maringá, 177-217.
- 31 Evangelista, A. R., & Lima, J. A. (2013) Produção de feno. *Informe Agropecuário*, 34,
32 43-52.
- 33 Evangelista, A. R., Abreu, J. G., Amaral, P. N. C., Pereira, R. C., Salvador, F. M.,
34 Santana, R. A. V. (2004). Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha*

- 1 Stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. *Ciência e Agrotecnologia*, 28, 443-449.
2 <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542004000200027>
- 3 Faria Jr, W. G. (2012). *Valor nutricional de silagens do capim-Tifton 85 em diferentes*
4 *idades* - 2012. 198f. Tese (Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de
5 Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- 6 Ferrari Jr., E., Paulino, V. T., Possenti, R. A., & Lucenas, T. L. (2009). Aditivos em
7 silagem de capim elefante paraíso (*Pennisetum hybridum* cv. Paraíso). *Archivos de*
8 *Zootecnia*, 58 185-194.
- 9 Fontinele, R. G. (2018). Morfofisiologia e composição químico bromatológica dos
10 cultivares BRS Massai e BRS Tamani sob épocas de vedação e idades de utilização -
11 2018. 57f. Dissertação (Pós-Graduação em Zootecnia) - da Universidade Federal do
12 Ceará, Fortaleza, CE.
- 13 Garcez Neto, A. G., Nascimento Jr., D., Regazzi, A. J., Fonseca, D. M., Mosquim, P. R.,
14 & Gobbi, K. F. (2002). Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv.
15 Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. *Revista*
16 *Brasileira de Zootecnia*, 32 (5), 1890-1900. [http://dx.doi.org/10.1590/S1516-](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000800004)
17 [35982002000800004](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000800004)
- 18 Gomes, R. A., Lempp, B., Jank, L., Carpejani, G. C., & Morais, M. G. (2011).
19 Características anatômicas e morfofisiológicas de lâminas foliares de genótipos de
20 *Panicum maximum*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46 (2), 205-211.
21 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011000200013>
- 22 Gomide, C. A. M., & Gomide, J. A. (2000). Morfogênese de cultivares de *Panicum*
23 *maximum* Jacq. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29 (2), 341-348.
24 <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982000000200004>
- 25 Gomide, J. A. (1997). Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In:
26 SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO,
27 Viçosa, 1997. *Anais...* Viçosa: UFV. 411-429.
- 28 Henning, J., & Lawrence, L. (2019). *Production and Management of Hay and Haylage*.
29 In: Sharpe, P. *Horse Pasture Management*. Academic Press.
30 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812919-7.00011-1>
- 31 Hodgson, J. (1990). *Grazing management: science into practice*. New York: Longman.
- 32 Jank, L., Lima, E. A., Simeão, R. M., & Andrade, R. C. (2013) Potential of *Panicum*
33 *maximum* as a source of energy. *Tropical Grasslands*, 1, 92-94.
34 [http://dx.doi.org/10.17138/TGFT\(1\)92-94](http://dx.doi.org/10.17138/TGFT(1)92-94)

- 1 Johnson, W. L., Hardinson, W. A., & Castillo, L. S. (1967). The nutritive value of
2 *Panicum maximum* (Guinea grass) I. Yields and chemical composition related to season
3 and herbage growth stage. *Journal of Agricultural Science*, 69, 161-170.
4 <https://doi.org/10.1017/S0021859600018530>
- 5 Kung Jr., L., Ranjit, N. K. (2001). The effect of *Lactobacillus buchneri* and other
6 additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. *Journal of Dairy*
7 *Science*, 84, 1149-1155. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74575-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74575-4)
- 8 Lemaire, G., & Chapman, D. (1996). *Tissue flows in grazed plant communities*. In: The
9 ecology and management of grazing systems. (Eds J Hodgson, AW Illius). Wallingford:
10 CAB International.
- 11 Lemaire, G., Da Silva, S. C., Agnusdei, M., Wade, M., & Hodgson, J. (2009). Interactions
12 between leaf lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures: a
13 review. *Grass and Forage Science*, 64, 341-353. [https://doi.org/10.1111/j.1365-](https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2009.00707.x)
14 [2494.2009.00707.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2009.00707.x)
- 15 Macedo, C. H. O., Alexandrino, E., Jakelaitis, A., Vaz, R. G. M. V., Reis, R. H. P.,
16 Vendrusculo, J. (2010). Características agronômicas, morfogênicas e estruturais do capim
17 *Panicum maximum* cv. Mombaça sob desfolhação intermitente. *Revista Brasileira de*
18 *Saúde Produção Animal*, 11 (4), 941-952.
- 19 Machado, L. A. Z., Cecato, U., Comunello, E., Concenço, G., & Ceccon, G. (2017).
20 Estabelecimento de forrageiras perenes em consórcio com soja, para sistemas integrados
21 de produção agropecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 52 (7), 521-529.
22 <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2017000700006>
- 23 Maciel, G. A., Braga, G. J., Guimarães Jr., R., Ramos, A. K. B., Carvalho, M. A.,
24 Fernandes, F. D., Fonseca, C. E. L., & Jank, L. (2018). Seasonal Liveweight Gain of Beef
25 Cattle on Guineagrass Pastures in the Brazilian Cerrados. *Agronomy Journal*, 110 (2),
26 480-487. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.05.0262>
- 27 Maranhão, C. M. A., Bonomo, P., Pires, A. J. V., Costa, A. C. P. R., Martins, G. C. F., &
28 Cardoso, E. O. (2010). Características produtivas do capim-braquiária submetido a
29 intervalos de cortes e adubação nitrogenada durante três estações. *Acta Scientiarum*
30 *Animal Science*, 32 (4), 375-384. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i4.8574>
- 31 Marcelino, K. R. A., Nascimento Jr., D., Da Silva, S. C., Euclides, V. P. B., & Fonseca,
32 D. M. (2006). Características morfogênicas e estruturais e produção de forragem do
33 capim-marandu submetido a intensidades e frequências de desfolhação. *Revista*

- 1 *Brasileira de Zootecnia*, 35 (6), 2243-2252. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516->
2 35982006000800007
- 3 Martuscello, J. A., Silva, L. P., Cunha, D. N. F. V., Batista, A. C. S., Braz, T. G. S., &
4 Ferreira, P. S. (2015). Adubação nitrogenada em capim-massai: morfogênese e produção.
5 *Ciência Animal Brasileira*, 16 (1), 1-13. <https://doi.org/10.1590/1089-68916i118730>
- 6 McDonald, P., Henderson, A. R., Heron, S. J. E. (1991). *The biochemistry of silage*.
7 Chalcombe Publications. Marlow.
- 8 Moreira, G. R., Saliba, E. O. S., Gonçalves, L. C., Maurício, R. M., Sousa, L. F.,
9 Rodriguez, N. M., & Lana, A. M. Q. (2013). Avaliação nutricional de fenos produzidos
10 com *Andropogon gayanus* cv. Planaltina. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e*
11 *Zootecnia*, 65 (3), 865-873. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352013000300036>
- 12 Muck, R. E., & Shinnors, K. J. (2001). Conserved forage (silage and hay): progress and
13 priorities. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba.
14 *Proceedings...* Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry, 753-762.
- 15 Muir, J., & Jank, L. (2004). *Guineagrass*. In: Moser L.E.; Burson B. L., Sollenberger L.
16 E., eds. Warm-season (C4) grasses. American Society of Agronomy, Madison, WI, USA.
- 17 Nabinger, C. (1997). Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas
18 deforragem. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba.
19 *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 213-251.
- 20 Nabinger, C., & Carvalho, P. C. F. (2009). Ecofisiología de sistemas pastoriles:
21 aplicaciones para su sustentabilidad. *Agrociencia*, 13, 18-27.
- 22 Neres, M. A., & Ames, J. P. (2015). Novos aspectos relacionados à produção de feno no
23 Brasil. *Scientia Agraria Paranaensis*, 14, 10-17. [https://doi.org/ 10.18188/1983-](https://doi.org/10.18188/1983-)
24 1471/sap.v14n1p10-17
- 25 Oliveira, E. R., Monção, F. P., Moura, L. V., Gabriel, A. M. A., Góes, R. H. T. B., Lempp,
26 B., & Nascimento, F. A. (2014). Valor nutricional de silagem de capim-mombaça com
27 aditivos agroindustriais. *Semina: Ciências Agrárias*, 35 (3), 1543-1556.
28 <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n3p1543>
- 29 Pereira, G. F., Emerenciano Neto, J. V., Difante, G. S., Assis, L. C. S. L. C., & Lima, P.
30 O. (2019). Morphogenic and structural characteristics of tropical forage grasses managed
31 under different regrowth periods in the Brazilian semi-arid region. *Semina: Ciências*
32 *Agrárias*, 40 (1), 283-292. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n1p283>
- 33 Pereira, V. V. 2013. A importância das características morfogênicas sobre o manejo de
34 pastagens tropicais. *Revista Agronegócios e Meio Ambiente*, 6, 289-309.

- 1 Pereira, V. V., Fonseca, D. M., Martuscello, J. A., Braz, T. G. S., Santos, M. V., Cecon,
2 P. R. (2011). Características morfogênicas e estruturais de capim-mombaça em três
3 densidades de cultivo adubado com nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40 (12),
4 2681-2689. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011001200010>
- 5 Ramirez, M. A. (2011). *Valor nutricional do feno de Brachiaria decumbens em três*
6 *idades*. 2011. 138f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas
7 Gerais, Escola de Veterinária, Minas Gerais.
- 8 Reis, R. A., Moreira, A. L., & Pedreira, M. S. (2001). Técnicas para produção e
9 conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE
10 PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001,
11 Maringá. *Anais...* Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p.1-39.
- 12 Reynoso, O. R., Garay, A. H., Da Silva, S. C., Pérez, J. P., Souza Jr., S. J., Rivera, R. C.,
13 & Quiroz, J. F. E. (2010). Características morfogênicas y su influencia en el rendimiento
14 del pasto Mombaza, cosechado a diferentes intervalos de corte, 12, 303-311.
- 15 Santos, E. M., & Zanine, A. M. (2006). Silagem de gramíneas tropicais. *Colloquium*
16 *Agrariae*, 2, 32-45. 2006. <https://doi.org/10.5747/ca.2006.v02.n1.a21>
- 17 Santos, M. R., Fonseca, D. M., Gomes, V. M., Silva, S. P., Silva, G. P. & Reis, M. (2012).
18 Correlações entre características morfogênicas e estruturais em pastos de capim-
19 braquiária. *Ciência Animal Brasileira*, 13, 49-56. <http://doi.org/10.5216/cab.v13i1.13401>
- 20 Sbrissia, A. F., & Da Silva, S. C. (2001). O ecossistema de pastagens e a produção animal.
21 In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38,
22 Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: ESALQ. p.733-754.
- 23 Silva, P. R., Pires, V. L. P., Carneiro, L. C., Martins, J. A., Marinho, D. S., Xavier, G. D.,
24 Adorian, G. C., & Barbosa, C. F. (2018). Produtividade das cultivares de capins BRS
25 Ipyporã, BRS Paiaguás, BRS Tamani e BRS Quênia no cerrado tocantinense. In: 28°
26 CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. In: 55° REUNIÃO ANNUAL DA
27 SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Goiânia, 2018. *Anais...* Goiânia: PUC
28 – GO.
- 29 Sousa, G. J., Alexandrino, E., Santos, A. C., & Freitas, M. V. L. (2019). *Megathyrus*
30 *Maximus* cv. Massai at different cutting frequencies. *Semina: Ciências Agrárias*, 40 (5),
31 1913-1924. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n5p1913>
- 32 Stabile, S. S., Salazar, D. R., Jank, L., Rennó, F. P., & Prada e Silva, L. F. (2010).
33 Características de produção e qualidade nutricional de genótipos de capim-colonião

- 1 colhidos em três estádios de maturidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39 (7), 1418-
2 1428. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000700004>
- 3 Van Esbroeck, G. A., Hussey, M. A., & Sanderson, M. A. (1997). Leaf appearance rate
4 and final leaf number of switchgrass cultivars. *Crop Science*, 37, 864-870.
- 5 Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber,
6 neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition.
7 *Journal of Dairy Science*, 74 (10), 3583-3597.
- 8 Van Soest, P.J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. 2^a ed. Cornell University
9 Press. Ithaca.
- 10 Vasconcelos, W. A., Santos, E. M., Zanine, A. M., Pinto, T. F., Lima W. C., Edvan, R.
11 L., Pereira, O. G. (2009). Valor nutritivo de silagens de capim-mombaça (*Panicum*
12 *maximum* Jacq.) colhido em função de idades de rebrotação. *Revista Brasileira de Saúde*
13 *e Produção Animal*, 10, 874-884.
- 14 Volenec, J. J., & Nelson, C. J. (1984). Carbohydrate metabolism in leaf meristems of tall
15 fescue. II. Relationship to leaf elongation rates modified by nitrogen fertilization. *Plant*
16 *Physiology*, 74, 595-600. <https://doi.org/10.1104/pp.74.3.595>
- 17 Wilkins, R. J. (1969). The potencial digestibility of cellulose in forage and faeces. *Journal*
18 *of Agriculture Science*, 73, 57-64. <https://doi.org/10.1017/S0021859600024138>
- 19 Wilkinson, J. M. (1981). Losses in the conservation and utilisation of grass and forage
20 crops. *Annals of Applied Biology*, 98, 365-375. [https://doi.org/10.1111/j.1744-](https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1981.tb00769.x)
21 [7348.1981.tb00769.x](https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1981.tb00769.x)

ARTIGO I**Influence of the cut intervals on hay quality of *Panicum maximum* cv. BRS Tamani**

Eva Nara Oliveira Gomes¹, Alexandre Menezes Dias¹

Postgraduate Program in Animal Science. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Federal University of Mato Grosso do Sul, Avenida Senador Filinto Muller, 9 2443, 79074-960, Campo Grande, MS, Brazil.

Abstract

The grass *Panicum maximum* cv. BRS Tamani is a hybrid high-quality, small-sized forage plant with intense tillering activity. This study was carried out to examine the potential of the grass *Panicum maximum* cv. BRS Tamani at different regrowth ages (49, 63, 77, and 91 days) for hay production, in the rainy period. The treatments corresponded to four regrowth ages, with four replicates, distributed into 9 m² plots. Regrowth ages influenced the morphogenetic characteristics of the grass, except for leaf senescence and final leaf length. Fresh- (9.5–17.6 t ha⁻¹) and dry-matter (2.6–5.9 t ha⁻¹) yields, hay yield (3.4–6.4 t ha⁻¹), and proportions of stem (92.0–456.0 g kg⁻¹) and senescent material (35.0–98.0 g kg⁻¹) increased with the regrowth ages, while the proportion of leaves (874.0–402.0 g kg⁻¹) and the leaf: stem ratio (15.9–0.9) decreased ($p < 0.05$). The dry matter (881.7–852.6 g kg⁻¹) and protein contents (8.2–47.6 g kg⁻¹) of the hay decreased with the higher regrowth ages; however, the neutral detergent fibre (746.5–759.2 g kg⁻¹) acid detergent fibre (519.8–567.7 g kg⁻¹) and lignin (74.3–86.4 g kg⁻¹) contents in it increased. Nutrient digestibility showed a quadratic response to the regrowth ages. *Panicum maximum* cv. BRS Tamani has the potential to produce 3.8 t of hay hectare⁻¹ and better nutritive value in the regrowth interval of 49 to 63 days.

Keywords: Dry matter production, forage management, nutritive value, tropical grass

1. INTRODUCTION

To ensure a year-round supply of high-quality feed in the livestock activity, producers have sought techniques that make it possible to utilize the surplus herbage mass produced during the rainy period. In this scenario, the production and use of hay from grasses of the genus *Panicum* could be a very important alternative in the feeding of animals during

1 the dry period of the year.

2 The haymaking process consists of harvesting, drying, baling, and storing forage
3 plants (Silva et al., 2013), which are steps that can be performed manually or
4 mechanically. To be considered ‘hay’, the forage should have 10 to 15% moisture, which
5 allows for adequate storage conditions and prevents the occurrence of deterioration
6 processes and losses (Castagnara et al., 2011). Hay can be made from any forage plant,
7 but some characteristics render some plants more suitable for hay making than others,
8 e.g. elevated forage yielding potential, adequate nutritional quality, presence of thin
9 stems, and high leaf percentage. Another interesting feature of forage plant is tolerance
10 to frequent harvests, since, the harvest interval can influence their regrowth potential and
11 persistence (Costa et al., 2007).

12 The grass *Panicum maximum* cv. BRS Tamani may thus be a viable forage option
13 for hay making. It has thin leaves, a high forage-yielding potential, elevated ground cover
14 ability, and high nutritional value, in addition to being resistant to pests and diseases
15 (Braga et al., 2015).

16 Because BRS Tamani is a new cultivar of *Panicum maximum*, there is little
17 scientific data about its use as hay, especially regarding its production and nutritional
18 potentials. Therefore, research should be carried out with the purpose of obtaining data to
19 identify morphogenetic characteristics of cv. BRS Tamani related to its physiological
20 behavior and production and nutritional potential so that the animal requirements can be
21 met. The present study was undertaken to investigate the potential of *Panicum maximum*
22 cv. BRS Tamani at different regrowth ages (49, 63, 77, and 91 days) for hay production
23 during the rainy period.

24

25 **2. MATERIAL AND METHODS**

26 **2.1. Study site**

27 The experiment took place in the Forage Crops Section of the Fazenda Escola farm,
28 located in Terenos - MS, Brazil (20°26'34.31''S, 54°50'27.86'' W, 530.7 m asl), and at
29 the Laboratory of Applied Animal Nutrition and Forage Crops, Faculty of Veterinary
30 Medicine and Animal Science, at the Federal University of Mato Grosso do Sul (UFMS).
31 The experimental period was October 2015 to April 2016. Monthly precipitation and
32 minimum, mean, and maximum temperature data during the experimental period were
33 collected at the Center for Weather, Climate, and Water Resource Monitoring of Mato
34 Grosso do Sul (CEMTEC) (Figure 1).

1 Soil samples were harvested from the 0-20 cm layer to determine its fertility before
2 the experimental beds were implemented. The following results were obtained: pH
3 (CaCl₂): 5.31; P: 4.52 mg dm⁻³; organic matter: 35.34 g dm⁻³; K: 0.20 cmol dm⁻³; Ca: 7.35
4 cmol dm⁻³; Mg: 1.20 cmol dm⁻³; Ca + Mg: 8.55 cmol dm⁻³; Al: 0.00 cmol dm⁻³; H + Al:
5 5.18 cmol dm⁻³; CEC: 13.93 cmol dm⁻³; base saturation: 628.1 g kg⁻¹. Dolomitic limestone
6 was applied in the amount of 1.2 t ha⁻¹ (PRNT: 800.0 g kg⁻¹). Prior to sowing, 100 kg ha⁻¹
7 of P₂O₅ and 60 kg ha⁻¹ of K₂O were applied. After sowing, 100 kg ha⁻¹ of N were applied
8 in the form of urea.

9 **2.2. Experimental design and treatments**

10 The experimental design was completely randomized, with four replicates. The grass
11 *Panicum maximum* cv. BRS Tamani was sown in November 2015, and the sowing rate
12 was 4 kg of viable seeds for hectare in four 3 × 12 m experimental beds, resulting in a
13 total area of 36 m² per bed. These were subdivided and distributed per harvest age (49,
14 63, 77, and 91 days), totaling sixteen 9 m² plots. After 30 days of implementation, a
15 uniformity cut was made at 10 cm above the soil, followed by application of 50 kg ha⁻¹
16 of N in the form of urea.

17

18 **2.3. Morphogenesis, herbage mass, and haymaking**

19 To evaluate the morphogenetic and structural variables, five tillers representative of each
20 plot were chosen, identified with a colored thread, and evaluated during the entire
21 regrowth period of each age. The length of the marked tillers was measured every seven
22 days with a centimeter-graduated ruler. The lengths of stem (from the soil to the last leaf
23 with a fully expanded ligule), leaf (measured from the expanded ligule to the extremity
24 of the blade), and leaf under elongation (measured from the ligule of the last expanded
25 leaf until the end of the blade) were measured in the tiller. Leaf appearance rate (LAR),
26 leaf elongation rate (LER), stem elongation rate (SER), leaf senescence rate (LSR),
27 phyllochron, number of live leaves per tiller (NLL), leaf lifespan (LL), and final leaf
28 length (FLL) were calculated as proposed by Lemaire and Chapman (1996).

29 To quantify the herbage mass, forage samples were collected from each plot using
30 a 1 m² square frame and harvested at 10 cm from the soil surface, at random. After
31 harvesting, the sample collected from within each frame was taken to the laboratory to be
32 manually separated into the following morphological components: leaf (leaf blades), stem
33 (stems + leaf sheaths), and senescent material. These were then dried at 55 °C in a forced-

1 air oven until reaching a constant weight for the determination of the dry weight and
2 further laboratory analyses.

3 After the herbage mass was collected, the hays were made for the evaluation of the
4 remaining forage from the entire experimental bed. The green (fresh) forage was chopped
5 and weighed and then spread on the floor of a covered shed for drying. Upon reaching
6 the haying point, the material was baled manually and weighed again. Four bales of hay
7 were made per regrowth age and stored for 30 days in an appropriate shed. Subsequently,
8 a 0.5 kg sample of each bale was collected, dried in an oven at 55 °C, and then analysed
9 in the laboratory.

10

11 **2.4. Chemical composition and in vitro digestibility**

12 Samples were ground through to 1 mm particles for the analysis of chemical composition
13 of the morphological components of the plant (leaf and stem) and of the hay. The
14 concentrations of dry matter (DM), organic matter (OM), and crude protein (CP) were
15 determined as described in the AOAC (2012). Neutral detergent fibre (NDF) content was
16 measured as proposed by Van Soest et al. (1991), without a heat stable amylase and not
17 corrected for ash. Acid detergent fibre (ADF) content was measured as proposed by Van
18 Soest (1967) without corrected for ash. Lignin [lignin (sa)] was determined by
19 solubilization of cellulose with sulphuric acid. Lastly, the in vitro digestibility of DM and
20 NDF was evaluated by the in vitro Daisy incubator method described by Ítavo et al.
21 (2015).

22

23 **2.5. Statistical analysis**

24 Data were evaluated with an analysis of variance, and the effect of regrowth ages was
25 examined with regression analysis. The choice of models was based on the coefficients
26 of determination (R^2) and the significance (at a 5% level) of the partial regression
27 coefficients was calculated with a Tukey's test.

28

29 **3. RESULTS**

30 Leaf elongation rate, LAR, and NLL declined linearly as the regrowth age advanced,
31 whereas the phyllochron increased linearly (Table 1). Stem elongation rate and LLS
32 showed a quadratic response, with maximum values of 0.84 cm tiller⁻¹ day⁻¹ (at 91 days)
33 and 41.25 days (at 78 days), respectively. Final leaf length and LSR were similar across
34 the regrowth ages.

1 The proportion of leaves and the leaf: stem ratio (L:S) declined linearly with the
2 higher regrowth ages, while the opposite response was seen for the proportions of stem
3 and dead material (Table 2). Total fresh matter yield (TFMY), total dry matter yield
4 (TDMY), and total hay yield (THY) increased linearly with the regrowth age (Table 2).

5 In the leaf, the DM, ADF, and lignin (sa) contents increased linearly with the
6 regrowth age (Table 3). The CP and NDF contents in this plant fraction responded
7 quadratically to the advancing regrowth days, with respective minimum (CP) and
8 maximum (NDF) values of 58.58 g kg^{-1} (82 days), and 750.48 g kg^{-1} (68 days).

9 The increasing regrowth ages prompted a positive linear effect in the DM content
10 of the stem, whereas the opposite response was shown by its CP concentration (Table 3).
11 The NDF, ADF, and lignin (sa) contents in the stem responded quadratically, with
12 respective maximum values of 820.44 g kg^{-1} (76 days), 658.20 g kg^{-1} (91 days), and
13 108.78 g kg^{-1} (91 days). The DM and CP levels in the hay showed a positive linear effect,
14 whereas ADF and lignin (sa) showed positive linear effects with the regrowth age (Table
15 3).

16 The *in vitro* digestibility of dry matter (IVDMD) and neutral detergent fiber
17 (IVNDFD) were negative linearly in the leaf, however showed quadratic response in the
18 stem and in the hay as the regrowth days advanced (Table 4). The lowest values of these
19 two components in the stem were 429.07 g kg^{-1} (91 days) and 357.00 g kg^{-1} (90 days),
20 respectively. In the hay, the lowest values of the respective components were 568.03 and
21 483.69 g kg^{-1} , both observed at 91 days of regrowth.

22 23 **4. DISCUSSION**

24 Leaf elongation rate, LAR, NLL, decreased; the phyllochron increased; and SER and LL
25 responded quadratically to the regrowth ages (Table 1). As a tiller ages, it gradually loses
26 vigor, and this effect has great impacts on its morphogenetic and structural characteristics
27 (Barbosa et al., 2012).

28 The higher LAR observed at the earlier ages may be related to the higher
29 photosynthetic efficiency of younger tillers at those ages in relation to that observed in
30 the older tillers found at the higher regrowth ages (Barbosa et al., 2012). In the same way,
31 LAR might have been reduced due to the changes occurring in LER and SER, because,
32 LAR is affected by two factors, when these vary in the tiller: leaf elongation rate and
33 sheath bundle (pseudostem) length (Grant et al., 1981).

1 Regrowth ages had a positive influence on the phyllochron. Thus, because this
2 variable represents the interval between the appearance two subsequent leaves, it can be
3 inferred that the regrowth age increased the elongation time of new leaves. Researchers
4 reported that increasing phyllochrons observed as a plant ages are due to the longer time
5 necessary for the leaf to cover the distance between the apical meristem and the extremity
6 of the stem, which is longer at longer regrowth ages (Skinner & Nelson, 1994).

7 The longest LL was found at 83 days of regrowth when the equation was derived;
8 afterwards, it began to decline (Table 1). The increasing LL up to 83 days might have
9 been a consequence of the adaptation of the forage plant when it reduced its tiller renewal,
10 as observed by the lower LAR and LER and higher SER, with the already existing leaves
11 remaining alive for a longer time. One research evaluated morphogenesis in cv. Tanzania
12 and declared that the plant adapts when leaf-tissue renewal is low, which allows the leaves
13 to remain alive longer (Zanine et al., 2016). Thus, older tillers are characterized by lower
14 LAR, which lead to lower NLL and longer LL as compared with younger tillers (Paiva et
15 al., 2012).

16 Number of live leaves is a genetically defined variable whose value is relatively
17 constant. However, this variable may be changed depending on climatic conditions and
18 on pasture management (Duchini et al., 2013), which might have caused the variations
19 observed in this study with the advancing regrowth time.

20 Leaf elongation rate declines as a result of increased competition for
21 photoassimilates as the plant grows older, which leads to the appearance of new tillers or
22 inflorescences (Costa et al., 2014). In young tillers, in order to attain high growth rates
23 from the capture of resources, the plant increases its leaf elongation rate. Older tillers, in
24 turn, depend on strategies to preserve these resources (Paiva et al., 2012) reducing these
25 rates so as to minimize lesions caused by stressful conditions (Sousa et al., 2011).

26 The greater stem elongation demonstrated by SER is related to the increasing
27 growth of the plant that was observed with time, since the competition for quantity and
28 quality of light increases as the plant develops and recovers its leaf area. This culminates
29 in greater stem elongation as a plant's attempt to place the leaf blades in the upper part of
30 the canopy, which receives a significant amount of light (Zanine et al., 2016). Another
31 likely explanation for the increased stem elongation is the plant's transition from
32 vegetative to reproductive stage, because during the experimental period, we observed
33 that cv. BRS Tamani evolved to the reproductive stage at 63 days of regrowth.

1 The proportion of leaves declined with as the regrowth age advanced, whereas the
2 proportions of stem and senescent material increased (Table 2). These responses may be
3 associated with the appearance of the panicle with the advance of maturity, which was
4 observed after 63 days of regrowth, since the grass reduces the leaf size and prioritizes
5 the growth of stems to expose the inflorescence. When plants enter the reproduction
6 period, the leaf blade percentage declines immediately, even in pastures under constant
7 management, which consequently elevates the proportion of stems (Sun et al., 2010).

8 At the higher regrowth ages, the proportion of senescence material (Table 2) was
9 also higher, which is due to the gradual increase in competition for light and in stem
10 elongation. In this regard, the quantity and quality of light that reaches the canopy decline
11 lead to morphophysiological alterations in the plant (Sousa et al., 2011). In this way, the
12 leaves located near the base and that are shaded accelerate the senescence process
13 (Duchini et al., 2013).

14 The decreasing L:S is a result of the increasing proportion of stem and decreasing
15 proportion of leaves observed with the progression of regrowth days. Decreasing L:S are
16 often related to the aging process of a forage plant (Van Soest, 1994). The bellows L:S
17 found at 91 days of regrowth, it was 0.90, which characterizes this regrowth age as
18 inadequate for hay making for cv. BRS Tamani, because there was more stem than leaves.

19 Total fresh matter yield, TDMY, and THY increased by 0.18, 0.07, and 0.08 t ha⁻¹
20 with the regrowth age, respectively. The increased production might have been a
21 consequence of stem elongation, since SER increased (Table 1) by 85.45 g kg⁻¹ and leaf
22 production declined by 11.02 g kg⁻¹ with every day of regrowth (Table 2).

23 The DM, NDF, ADF, and lignin (sa) contents in the leaf and the ADF and lignin
24 (sa) contents in the hay increased with the regrowth age, whereas the opposite response
25 was shown by the CP content in the leaf and the DM content in the hay. The increasing
26 DM contents in the leaf and in the stem that were observed as the regrowth age advanced
27 are due to the increasing amount of fibrous components in the cell wall (Table 3).

28 The decreasing DM content in the hays resulting from the progression of regrowth
29 time may be associated with the losses of leaf blades when the bales were made, besides
30 the higher losses of moisture content in the forage at earlier ages, when stems are younger
31 (Athayde et al., 2012). Despite these decreases in DM values, they were within the
32 acceptable limits, which correspond to 10 to 15% moisture, in which no losses or
33 deterioration occur (Castagnara et al., 2011).

1 As a forage plant grows older, its fibrous fraction increases (Table 3) as a result of
2 the development of supporting structures provided by the fibrous carbohydrates and
3 lignin. The cell wall then thickens and is lignified, due mainly to the increasing quantity
4 and thickness of stem (Velásquez et al., 2010).

5 Crude protein concentrations declined as the regrowth age of cv. BRS Tamani
6 advanced. This result may be related to the thickening of the cell wall observed at older
7 ages, which may lead to a reduction of cell wall content, which includes protein and
8 soluble carbohydrates. Another explanation for the lower CP content is that protein
9 components complex to those of ADF, becoming the insoluble fraction of the forage plant
10 (Garcez et al., 2016).

11 The lower CP observed in hays at older regrowth ages may be associated with a
12 lower L:S; i.e., a larger proportion of stems and a smaller proportion of leaves (Table 2).
13 Along with this factor, the CP content of leaf and stem declined as the regrowth age
14 advanced (Table 3). The minimum CP level of the diet should be considered 70 g kg^{-1} ,
15 and values below that may compromise animal performance, since the development of
16 rumen microorganisms and digestibility would be negatively affected (Minson, 1990).
17 Therefore, to prevent the utilization of CP from being restricted, cv. BRS Tamani should
18 be used from 49 to 55 days of regrowth, during which period the CP content of the
19 material would be higher than the minimum necessary (80.88 to 71.13 g kg^{-1}). However,
20 for this grass to be used as hay, the regrowth age interval of 49 to 69 days is recommended.

21 The decreasing digestibility values (Table 4) detected with the advancing regrowth
22 age are due to the reduction of fiber quality, since the lignin contents of the cell wall
23 increased (Table 3). Athayde et al. (2012) stated that the unfavorable effects of lignin are
24 more pronounced in tropical grasses as their regrowth age progresses. This negative effect
25 might have generated a barrier that blocks the microorganisms from adhering and
26 promoting enzymatic hydrolysis (Silva et al., 2014). Another factor that may lead to a
27 reduction in digestibility is an imbalance between nutrients. Vasconcelos et al. (2009)
28 submitted that one of the reasons for declines in rumen digestibility is nutritional
29 imbalance, especially of energy (carbohydrates) and protein. Thus, the increasing fiber
30 and decreasing CP contents resulting from the increasing regrowth period described in
31 Table 3 reduce the fiber utilization in the rumen.

32 In view of the present results, it can be inferred that BRS Tamani has potential for
33 hay production. Although the later regrowth ages provided higher fresh matter, dry
34 matter, and hay yields, they had a negative impact on the morphogenetic characteristics,

1 nutritional values, and digestibility (Table 4) of the grass. Therefore, the regrowth ages
2 of 49 and 63 days showed the best results for the production of hay with the best
3 nutritional value without compromising the morphogenetic characteristics of the plant.

4 5 **5. CONCLUSION**

6 The BRS Tamani grass presented good nutritive value and a high proportion of leaves,
7 which characterizes a gramine suitable for use in the form of hay in larger cut intervals
8 aiming at higher productivity and nutritional quality. The *Panicum maximum* cv. BRS
9 Tamani grass has the potential to produce 3.8 t of hay hectare⁻¹ in the regrowth interval
10 of 49 to 63 days. In these cut-off intervals, BRS Tamani hay presented better nutritive
11 value.

12 13 **ACKNOWLEDGEMENTS**

14 The authors are extremely grateful to Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
15 (UFMS), Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do
16 Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) and Coordenação de Aperfeiçoamento de
17 Pessoal de Nível Superior (Capes), without which I would not have had the exclusive
18 dedication required for the development of this work and the financial conditions to carry
19 out the project.

20 21 **CONFLICT OF INTEREST**

22 The authors declare that there is no conflict of interest.

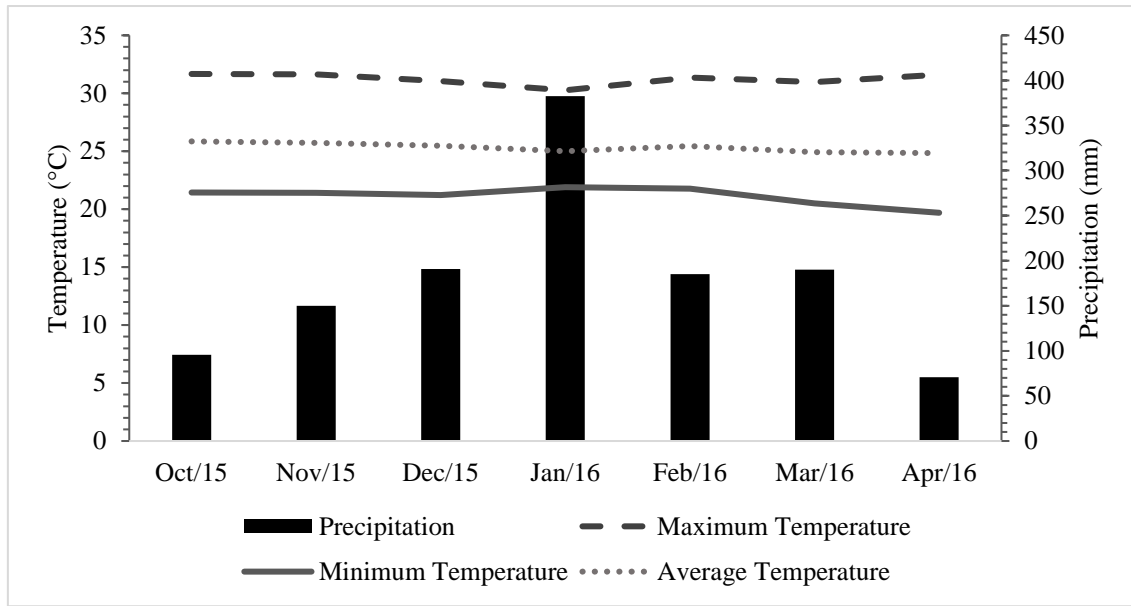
23 24 **REFERENCES**

- 25 AOAC. (2012). Official methods of analysis. 19th ed. Gaithersburg, MD, USA:
26 Association of Official Analytical Chemists.
- 27 Athayde, A. A. R., Peron, A. J., Evangelista, A. R., & Ribeiro, A. O. (2012). Composição
28 química do feno de capim coastcross em função de diferentes estágios de crescimento.
29 *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, 16, 93-104.
- 30 Barbosa, R. A., Nascimento Jr., D., Vilela, H. H., Sousa, B. M. L., Silva, S. C., Euclides,
31 V. P. B., & Silveira, C. T. (2012). Morphogenetic and structural characteristics of guinea
32 grass tillers at different ages under intermittent stocking. *Revista Brasileira de Zootecnia*,
33 41, 1583-1588. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982012000700005>

- 1 Braga, J. B., Maciel, G. A., Ramos, A. K. B., Carvalho, M. A., Fernandes, F. D.,
2 Guimarães Jr., R., & Jank, L. (2015). Performance of Nellore steers in *Panicum maximum*
3 pastures. In: 52 REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE
4 ZOOTECNIA, Belo Horizonte, 2015. *Anais...* Belo Horizonte: MG.
- 5 Castagnara, D. D., Ames, J. P., Neres, M. A., Oliveira, P. S. R., Silva, F. B., Mesquita, E.
6 E., Stangarlin, J. R., & Franzener, G. (2011). Use of conditioners in the production of
7 Tifton 85 grass hay. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 2083-2090.
8 <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011001000003>
- 9 Costa, K. A. P., Oliveira, I. P., Faquin, V., Neves, B. P., Rodrigues, C., & Sampaio, F.
10 M. T. (2007). Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-
11 bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. *Ciência e Agrotecnologia*, 31, 1197-
12 1202. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000400037>
- 13 Costa, N. L., Moraes, A., Carvalho, P. C. F., Monteiro, A. L. G., Motta, A. C. V., Silva,
14 A. L. P., & Oliveira, R. A. (2014). Morfogênese de *Trachypogon plumosus* sob calagem,
15 adubação e idades de rebrota. *Archivos de Zootecnia*, 63, 109-120.
16 <http://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922014000100011>
- 17 Duchini, P. G., Ribeiro, H. M. N., & Sbrissia, A. F. (2013). Tiller size/density
18 compensation in temperate climate grasses grown in monoculture or in intercropping
19 systems under intermittent grazing. *Grass and Forage Science*, 69, 655-665.
20 <https://doi.org/10.1111/gfs.12095>
- 21 Garcez, B. S., Alves, A. A., Araújo, D. L. C., Lacerda, M. S. B., Sousa, L. G. C., &
22 Carvalho, L. F. (2016). Degradabilidade ruminal do capim colônia (*Panicum maximum*
23 jacq. cv. colônia) em três idades pós-rebrota. *Acta Veterinaria Brasilica*, 10, 130-134.
24 <https://doi.org/10.21708/avb.2016.10.2.5513>
- 25 Grant, A. S., Barthram, G. T., & Torvell, L. (1981). Components of regrowth in grazed
26 and cut *Lolium perene* swards. *Grass and Forage Science*, 36, 155-168.
27 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1981.tb01552.x>
- 28 Ítavo, L. C. V., Soares, C. M., Ítavo, C. C. B. F., Dias, A. M., Petit, H. V., Leal, E. S., &
29 Souza, A. D. V. (2015). Calorimetry, chemical composition and in vitro digestibility of
30 oilseeds. *Food Chemistry*, 185, 219-225. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.007>
- 31 Lemaire, G., & Chapman, D. (1996). *Tissue fows in grazed plant communities*. In:
32 Hodgson J, Illius W editors. The ecology and management of grazing systems.
33 Wallingford, UK: CAB International.
- 34 Minson, D. J. (1990). Forage in ruminant nutrition. San Diego, USA: Academic Press.

- 1 Paiva, A. J., Silva, S. C., Pereira, L. E. T., Guarda, V. D. A., Pereira, P. M., & Caminha,
2 F. O. (2012). Structural characteristics of tiller age categories of continuously stocked
3 marandu palisade grass swards fertilized with nitrogen. *Revista Brasileira de Zootecnia*,
4 41, 24-29. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982012000100004>
- 5 Silva, D. C., Alves, A. A., Lacerda, M. S. B., Moreira Filho, M. A., Oliveira, M. E., &
6 Lafayette, E. A. (2014). Valor nutritivo do capim-andropogon em quatro idades de rebrota
7 em período chuvoso. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15, 626-636.
8 <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402014000300004>
- 9 Silva, M. S. J., Jobim, C. C., Nascimento, W. G., Ferreira, G. D. G., Silva, M. S., & Três,
10 T. T. (2013). Estimativa de produção e valor nutritivo do feno de estilosantes cv. Campo
11 Grande. *Semina: Ciências Agrárias*, 34, 1363-1380. <https://doi.org/10.5433/1679->
12 0359.2013v34n3p1363
- 13 Skinner, R. H., & Nelson, C. J. (1994). Role of leaf appearance rate and coleoptile tiller
14 in regulating tiller production. *Crop Science*, 34, 71-75.
15 <https://doi.org/10.2135/cropsci1994.0011183X003400010013x>
- 16 Sousa, B. M. L., Nascimento Jr., D., Rodrigues, C. S., Monteiro, H. C. F., Silva, S. C.,
17 Fonseca, D. M., & Sbrissia, A. F. (2011). Morphogenetic and structural characteristics of
18 xaraes palisadegrass submitted to cutting heights. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40,
19 53-59. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000100008>
- 20 Sun, X. Z., Waghorn, G. C., & Clark, H. (2010). Cultivar and age of regrowth effects on
21 physical, chemical and in sacco degradation kinetics of vegetative perennial ryegrass
22 (*Lolium perenne* L.). *Animal Feed Science and Technology*, 155, 172-185.
23 <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.12.004>
- 24 Van Soest, P. J. (1967). Development of a comprehensive system of feed analysis and its
25 application to forage. *Journal of Dairy Science*, 26, 119-120.
26 <https://doi.org/10.2527/jas1967.261119x>
- 27 Van Soest, P. J. (1994). Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. New York, USA:
28 Cornell University Press.
- 29 Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber,
30 neutral fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of*
31 *Dairy Science*, 74, 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- 32 Vasconcelos, W. A., Santos, E. M., Zanine, A. M., Pinto, T. F., Lima, W. C., Edvan, R.
33 L., & Pereira, O. G. (2009). Valor nutritivo de silagens de capim-mombaça (*Panicum*

- 1 *maximum* Jacq.) colhido em função de idades de rebrotação. *Revista Brasileira de Saúde*
2 *e Produção Animal*, 10, 874-884.
- 3 Velásquez, P. A. T., Berchielli, T. T., Reis, R. A., Rivera, A. R., Dian, P. H. M., &
4 Teixeira, I. A. M. A. (2010). Composição química, fracionamento de carboidratos e
5 proteínas e digestibilidade in vitro de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte.
6 *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 1206-1213. [http://dx.doi.org/10.1590/S1516-](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000600007)
7 [35982010000600007](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000600007)
- 8 Zanine, A. D., Nascimento Jr., D., Silva, W. L., Sousa, B. M. L., Ferreira, D. J., Silveira,
9 M. C. T., Parente, H. N., & Santos, M. E. R. (2016). Morphogenetic and structural
10 Characteristics of guinea grass pastures under rotational stocking strategies. *Experimental*
11 *Agricultural*, 1, 1-14. <https://doi.org/10.1017/S0014479716000223>



1

2 Figure 1. Average, minimum and maximum temperatures and monthly precipitation during the
 3 experimental period.

1 Table 1. Morphogenetic and structural characteristics of *Panicum maximum* cv. BRS Tamani at different regrowth ages

Item	Regrowth age (days)				Regression equations (r ²)	SEM	p-value	
	49	63	77	91			L*	Q◇
LAR (leaves tiller ⁻¹ day ⁻¹)	0.10	0.09	0.07	0.06	Y=0.148638-0.000892x (0.99)	0.006	<0.0001	0.7492
Phyllochron (n days ⁻¹ leaf ⁻¹ tiller ⁻¹)	10.05	11.24	13.46	15.73	Y=3.31292+0.128375x (0.98)	0.747	<0.0001	0.4660
LL (days)	31.34	40.04	40.30	38.29	Y=-31.8995+1.86568x-0.0118958x ² (0.96)	1.622	0.0662	0.0409
NLL (leaves tiller ⁻¹)	3.30	3.60	3.00	2.52	Y=4.53000-0.019667x (0.68)	0.195	0.0474	0.2143
LER (cm leaf ⁻¹ day ⁻¹)	1.96	1.70	1.07	0.76	Y=3.42124-0.028252x (0.97)	0.164	<0.0001	0.8722
SER (cm tiller ⁻¹ day ⁻¹)	0.30	0.52	0.89	0.80	Y=-2.01407+0.063043x-0.000348x ² (0.92)	0.075	<0.0001	0.0152
FLL (cm)	47.25	43.62	41.83	40.61	-	1.544	0.0881	0.6534
LSR (cm tiller ⁻¹ day ⁻¹)	1.77	1.87	1.99	2.18	-	0.152	0.3026	0.8610

2 LAR: leaf appearance rate; LL: leaf lifespan; NLL: number of live leaves per tiller; LER: leaf elongation rate; SER: stem elongation rate; FLL: final leaf length; LSR: leaf
3 senescence rate. SEM = standard error of the means, *Linear, ◇Quadratic.

1 Table 2. Total fresh matter yield (TFMY), total dry matter yield (TDMY), and total hay yield (THY), proportions of leaves, stems, and senescent material
2 and leaf:stem ratio (L:S) in *Panicum maximum* cv. BRS Tamani at different regrowth ages

Item	Regrowth age (days)				Regression equations (r^2)	SEM	p -value	
	49	63	77	91			L*	Q \diamond
TFMY (t ha ⁻¹)	9.6	13.6	17.2	17.6	Y=1.0150+0.185688x (0.92)	1.127	<0.0001	0.1370
TDMY (t ha ⁻¹)	2.6	4.1	5.1	5.9	Y=-0.870560+0.0733100x (0.98)	0.412	<0.0001	0.4041
THY (t ha ⁻¹)	3.4	4.2	6.4	6.9	Y=-0.992917+0.0853333x (0.94)	0.496	<0.0001	0.7329
Leaf (g kg ⁻¹)	837.7	734.7	494.4	402.1	Y=1425.27-11.0201x (0.97)	5.835	<0.0001	0.3369
Stem (g kg ⁻¹)	91.6	209.2	390.8	455.9	Y=-3308.91+85.4543x (0.97)	4.445	<0.0001	0.3369
Senescent (g kg ⁻¹)	34.8	56.2	44.8	98.4	Y=-282.568+11.9718x (0.69)	0.829	0.0003	0.0643
leaf:stem ratio (L:S)	15.9	3.9	1.3	0.9	Y=286.365-3.18901x (0.76)	0.667	0.0065	0.1002

3 SEM = standard error of the means, *Linear, \diamond Quadratic.

1 Table 3. Chemical composition of leaf, stem, and hay of *Panicum maximum* cv. BRS Tamani at different regrowth ages

Item	Regrowth age (days)				Regression equations (r ²)	SEM	p-value	
	49	63	77	91			L*	Q \diamond
<i>Leaf</i>								
DM (g kg ⁻¹)	280.1	303.5	299.1	349.5	Y=209.483+1.35917x (0.80)	0.907	0.0005	0.1827
OM (g kg ⁻¹ DM)	930.7	918.0	919.3	921.8	-	0.302	0.2888	0.1621
CP (g kg ⁻¹ DM)	84.0	62.1	62.2	61.1	Y=215.041-3.79538x+0.0230162x ² (0.93)	0.323	0.0002	0.0039
NDF (g kg ⁻¹ DM)	740.9	745.5	750.0	723.0	Y=589.314+4.75332x-0.0350477x ² (0.88)	0.433	0.0889	0.0212
ADF (g kg ⁻¹ DM)	481.0	487.7	534.1	513.8	Y=434.156+0.965078x (0.58)	0.709	0.0002	0.0519
Lignin(sa) (g kg ⁻¹ DM)	47.2	42.9	80.1	79.8	Y=-2.60780 + 0.8982696x (0.74)	0.536	0.0001	0.4267
<i>Stem</i>								
DM (g kg ⁻¹)	207.1	251.2	257.5	295.7	Y=121.281+1.81455x (0.94)	0.985	0.0001	0.6161
OM (g kg ⁻¹ DM)	919.0	923.4	939.2	939.9	-	0.503	0.0514	0.8268
CP (g kg ⁻¹ DM)	42.6	44.0	25.5	21.9	Y=72.5572-0.538897x (0.83)	0.315	0.0001	0.2534
NDF (g kg ⁻¹ DM)	798.9	803.8	831.9	804.0	Y=608.088+5.55256x-0.0362961x ² (0.53)	0.522	0.1777	0.0330
ADF (g kg ⁻¹ DM)	566.5	590.3	669.8	651.9	Y=227.428+8.93997x-0.0462217x ² (0.84)	1.320	0.0001	0.0124
Lignin (sa) (g kg ⁻¹ DM)	47.6	58.3	109.6	108.1	Y=-99.4875+3.52912x-0.0136312x ² (0.86)	0.853	0.0001	0.0431
<i>Hay</i>								

DM (g kg ⁻¹)	881.7	875.9	847.2	852.8	Y=920.197-0.769411x (0.77)	0.458	0.0001	0.0521
OM (g kg ⁻¹ DM)	917.9	920.2	921.5	882.8	-	1.149	0.2723	0.3296
CP (g kg ⁻¹ DM)	81.2	79.5	63.6	47.6	Y=124.436-0.778922x (0.92)	0.456	0.0001	0.0982
NDF (g kg ⁻¹ DM)	746.5	750.2	752.9	759.2	-	0.293	0.0953	0.8046
ADF (g kg ⁻¹ DM)	519.8	531.1	556.5	567.7	Y=462.039+1.12757x (0.97)	0.614	0.0001	0.9753
Lignin(sa) (g kg ⁻¹ DM)	74.3	73.2	82.8	86.4	Y=56.99335+0.305723x (0.85)	0.187	0.0001	0.1878

- 1 DM: dry matter; OM: organic matter; CP: crude protein; NDF: neutral detergent fiber; ADF: acid detergent fiber. SEM = standard error of the means, *Linear,
 2 ◇Quadratic.

1 Table 4. *In vitro* digestibility of leaf, stem, and hay of *Panicum maximum* cv. BRS Tamani at different regrowth ages

Item	Regrowth age [days]				Regression equations (r^2)	SEM	p -value	
	49	63	77	91			L*	Q \diamond
<i>Leaf</i>								
IVDMD (g kg ⁻¹ DM)	649.9	617.4	611.5	588.7	Y=708.383-1.26222x (0.94)	0.801	0.0005	0.6026
IVNDFD (g kg ⁻¹ DM)	612.7	519.3	558.4	515.9	Y=672.951-1.67432x (0.52)	1.356	0.0013	0.0827
<i>Stem</i>								
IVDMD (g kg ⁻¹ DM)	554.1	485.0	435.1	431.8	Y=1041.81-13.38826x+0.0731299x ² (0.99)	1.562	0.0001	0.0059
IVNDFD [g/kg DM]	509.0	396.4	374.9	355.3	Y=2737.49 + 26.7718x-504.905x ^{1/2} (0.97)	1.833	0.0001	0.0002
<i>Hay</i>								
IVDMD (g kg ⁻¹ DM)	656.6	651.8	596.4	555.0	Y=586.740+3.49555x-0.040672x ² (0.97)	1.295	0.0001	0.0163
IVNDFD (g kg ⁻¹ DM)	598.8	597.1	512.7	469.8	Y=544.647+3.49836x-0.0458043x ² (0.94)	1.701	0.0001	0.0195

2 IVDMD: *in vitro* dry matter digestibility; IVNDFD: *in vitro* neutral detergent fiber digestibility. SEM = standard error of the means, *Linear, \diamond Quadratic.

3

4

5

ARTIGO II**Morphogenetic and structural traits of *Panicum maximum* cv. BRS Tamani at different harvest intervals**

Eva Nara Oliveira Gomes¹, Alexandre Menezes Dias^{1*}, Lucina Junges¹, Juliana Oliveira Batistoti¹, Luís Carlos Vinhas Ítavo¹, Gelson dos Santos Difante¹

¹Postgraduate Program in Animal Science. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Federal University of Mato Grosso do Sul, Avenida Senador Filinto Muller, 2443, 79074-960, Campo Grande, MS, Brazil.

Abstract

The aim of this study was to evaluate morphogenetic traits and the morphological and chemical composition of the grass *Panicum maximum* cv. BRS Tamani at different harvest intervals. The experiment was laid out in a completely randomized split-plot-in-time design. Sixteen 3 × 3 m experimental beds were implemented where the treatments were allocated at random. Treatments consisted of four harvest intervals (21, 35, 49 and 63 days) evaluated in years 1 (2016/2017) and 2 (2017/2018). Leaf appearance rate, leaf lifespan, leaf elongation rate and leaf percentage showed a cubic response to the increasing harvest intervals. Phyllochron, stem elongation rate, stem percentage and senescent material percentage responded linearly, with phyllochron increasing and stem elongation rate decreasing as the harvest interval was extended. Leaf:stem ratio responded quadratically. The increasing harvest intervals had a cubic and a quadratic effect on the dry matter and crude protein contents, respectively. The harvest interval of 21 days for *Panicum maximum* cv. BRS Tamani provided the best nutritional value, a high leaf percentage and lower percentages of stems and senescent material.

Keywords: herbage production; *in vitro* digestibility; nutritional value, pasture

1. INTRODUCTION

At the present time in Brazil, there is a concern to reduce the degraded pasture area as well as intensify pasture-based animal production systems without causing deforestation or creating new pasture areas, which essentially requires the adoption of management

1 techniques. In this respect, choosing the forage plant appears to be the most efficient
2 approach.

3 *Panicum maximum* species are widely used as pasture due to their high yield
4 potential and seed propagation (Jank et al., 2013). An alternative to simplify pasture
5 management would be the use of short cultivars with high leaf yields and low stem
6 percentages (Fernandes et al., 2014). Thus, *Panicum maximum* cv. BRS Tamani could be
7 an option for the intensification of pasture-based production systems during the rainy
8 season. However, few studies exist describing the optimal harvest interval for this grass
9 species.

10 To ensure that the pasture will persist and produce satisfactorily as well as meet the
11 nutritional requirements of grazing animals, it is important to examine the yield and
12 quality of those plants (Costa et al., 2017). Accordingly, optimizing management
13 practices entails knowing the morphophysiological traits of the forage plant that will be
14 used (Rodrigues et al., 2014), which is only possible by analyzing its morphogenetic traits
15 and nutritional value.

16 Therefore, the present study was carried out to examine the morphogenetic and
17 productive traits as well as the nutritional value of *Panicum maximum* cv. BRS Tamani
18 grass at different harvest intervals, during the rainy season.

19

20 **2. MATERIAL AND METHODS**

21 **2.1. Experimental site**

22 The experiment was conducted in the Forage and Pasture section at the school farm of
23 the Federal University of Mato Grosso do Sul (UFMS), located in Terenos - MS, Brazil
24 (20°26'34.31''S, 54°50'27.86'' W, 530.7 m altitude). Analyses were performed at the
25 Laboratory of Forage Crops and Applied Animal Nutrition of the Faculty of Veterinary
26 Medicine and Animal Science of UFMS. The experimental period was October 2016 to
27 April 2018. Monthly precipitation and maximum, minimum and mean temperatures
28 throughout the experimental period were obtained from the database of the Weather,
29 Climate and Water-Resource Monitoring Center of Mato Grosso do Sul State (CEMTEC)
30 (Figure 1).

31 A soil sample was collected from the 0-20-cm layer prior to the implementation of
32 the beds and at the end of the experiment, to determine fertility (Table 1). Dolomitic
33 limestone was applied at the rate of 1.2 t ha⁻¹ (PRNT: 800.0 g kg⁻¹). Before sowing, 100
34 kg ha⁻¹ P₂O₅ and 60 kg ha⁻¹ K₂O were applied. After sowing, 100 kg ha⁻¹ N were applied

1 in the form of urea.

2

3 **2.1. Experimental design and treatments**

4 The experiment was laid out in a completely randomized split-plot-in-time design.
5 *Panicum maximum* cv. BRS Tamani was sowed in November 2015, at a sowing rate of 4
6 kg of pure viable seeds per hectare, in sixteen 3 × 3 m experimental beds where the
7 treatments were allocated at random. Treatments consisted of four harvest intervals (21,
8 35, 49 and 63 days) evaluated in years 1 (2016/2017) and year 2 (2017/2018).

9 The beds were standardized in October 2016 and October 2017, before the
10 measurements of each period (2016/2017 and 2017/2018). Uniformity was achieved by
11 harvesting the grass at 10 cm above the soil, which was followed by split application of
12 150 kg of N as urea.

13

14 **2.2. Morphogenesis**

15 Morphogenetic and structural variables were evaluated in five tillers representative of
16 each treatment, totaling 20 tillers that were measured. Each tiller was marked with a
17 colored wire and evaluated throughout the entire harvest-interval period. Measurements
18 were taken at every seven days, using a centimeter-graduated ruler.

19 Stem length was measured from the soil to the last fully expanded ligule. The leaf
20 was measured from the expanded ligule to the end of the leaf blade (expanded leaf) or
21 from the ligule of the last expanded leaf to the end of the leaf blade (elongating leaf).
22 Based on the obtained data, the following variables were calculated: leaf appearance rate
23 (LAR), phyllochron, leaf elongation rate (LER), stem elongation rate (SER), leaf lifespan
24 (LLS), number of live leaves per tiller (NLL), leaf senescence rate (LSR) and final leaf
25 length (FLL), as described by Lemaire & Chapman (1996).

26

27 **2.3. Chemical composition**

28 Herbage samples were collected at 10 cm above soil level, using a 1-m² metal frame, and
29 taken to the laboratory for a manual separation of the morphological components [leaf,
30 stem (stem + sheath) and senescent material]. These were then dried in a forced-air oven
31 at 55 °C for 72 h to determine the dry weight and then ground to 1-mm particles which
32 were later used for chemical analysis.

33 The dry matter (DM) and crude protein (CP) contents of the samples were
34 determined by following AOAC (2000) methods 930.15 and 976.05, respectively,

1 whereas the neutral (NDF) and acid (ADF) detergent fiber contents were analyzed as
2 proposed by Van Soest (1991).

3

4 **2.4. Statistical analysis**

5 The experiment was laid out in a completely randomized design with four harvest
6 intervals. Data were subjected to variance and regression analyses for the harvest
7 intervals, through one-way analysis of variance, using the General Linear Model
8 procedure of SAS PROC GLM (SAS Institute, Cary, NC, USA). Significance was
9 declared at $P < 0.05$. When significance was detected for the F test, the sum of squares of
10 each treatment was decomposed into linear, quadratic and cubic contrasts.

11 The following model was used:

$$12 \quad Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \alpha_i^2 + \alpha_i^3 + \delta_{ij} + \beta_k + \alpha\beta_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

13 where: y_{ijk} = observed value in the sub-plot corresponding to secondary treatment k (year 1
14 and year 2) within main treatment i (harvest interval: 21, 35, 49 and 63 days);

15 μ = constant inherent to all observations (represents the overall mean);

16 α_i = linear effect of interval i;

17 α_i^2 = quadratic effect of interval i;

18 α_i^3 = cubic effect of interval i;

19 δ_{ij} = random error on the intervals (Res_a);

20 β_k = effect of year k;

21 $\alpha\beta_{ik}$ = interaction effect between interval i and year k;

22 ε_{ijk} = random error on the years (Res_b).

23

24 **3. RESULTS**

25 Leaf appearance rate, LLS and LER in cv. BRS Tamani showed a cubic response ($P < 0.05$)
26 to the harvest intervals (Table 2), with LAR and LER decreasing and LLS increasing as
27 the interval was extended. Phyllochron and SER responded linearly; however, the former
28 variable increased while SER decreased with the increasing harvest interval. Number of
29 live leaves, FLL and LSR responded quadratically (Table 2).

30 Leaf percentage showed a cubic response ($P < 0.0001$), decreasing as the harvest
31 interval was increased (Table 3). A greater reduction in this variable occurred from 49 to
32 63 days (4.09) as compared to 21 to 35 days (2.52). By contrast, the percentages of stem
33 and senescent material increased linearly ($P < 0.0001$) with the harvest interval, whereas
34 leaf:stem ratio showed a quadratic response ($P < 0.0001$).

1 The neutral and acid detergent fiber contents of cv. Tamani were not affected by
2 the different harvest intervals (Table 4). However, DM content showed a cubic response
3 whereas CP responded quadratically to the increasing periods.

4 5 **4. DISCUSSION**

6 Leaf appearance and elongation rates were inversely proportional to the harvest intervals
7 (21, 35, 49 and 63 days), and the opposite was true for FLL and LSR. These results
8 corroborate the findings published by Costa et al. (2017), who studied the rest periods of
9 14, 21, 28, 35, 42 and 49 days in *Panicum maximum* cv. Mombasa.

10 The higher LARs and shorter phyllochron of cv. BRS Tamani observed in the
11 shorter harvest intervals might have been due to the greater luminosity that reached the
12 tussocks up to the plant base in those intervals. As stated by Araújo et al. (2015), the
13 luminosity that reaches the plant base stimulates an increase in leaf production.

14 Cultivar BRS Tamani showed higher LARs at all harvest intervals when compared
15 to the 0.09, 0.07, 0.05 and 0.04 leaves tiller⁻¹ day⁻¹ found by Pereira et al. (2019) in
16 *Panicum maximum* cv. Massai at the respective intervals of 21, 35, 49 and 63 days.

17 The average LER of cv. BRS Tamani was 1.20 cm day⁻¹, which is higher than the
18 maximum rate of 1.07 cm day⁻¹ reported by Andrade et al. (2019), who studied the same
19 cultivar fertilized with 517.5 kg N ha⁻¹. This finding demonstrates the leaf production
20 potential by the tiller of cv. BRS Tamani over stem production.

21 The observed differences in FLL may be due to the LARs found in this study, since
22 higher appearance rates result in shorter leaves (Barbosa et al., 2002; Costa et al., 2017;
23 Pereira et al.; 2019).

24 From 21 to 63 days, NLL decreased by 40.49% in year 1 and by 36.52% in year
25 two. These decreases were higher than the 32.98% observed from 21 to 63 days by Pereira
26 et al. (2019) in *Cenchrus ciliaris* cv. Grass.

27 In the present study, NLL was 4.26 and 2.54 leaves tiller⁻¹ at the harvest intervals
28 of 21 and 63 days. Both values were higher than the 1.85 and 2.41 leaves tiller⁻¹ obtained
29 by Pereira et al. (2019) in irrigated *Panicum maximum* Jacq. cv. Massai (at the harvest
30 intervals of 21 and 35 days).

31 The shorter LLSs obtained in the shorter intervals may be associated with greater
32 tissue turnover, as verified by the higher LARs in the shorter intervals. Barbosa et al.
33 (2012) reported higher tissue turnover in young and mature tillers resulting from higher
34 growth and senescence rates, which culminated in shorter leaf lifespans than those found

1 in older tillers. Additionally, the LLS of cv. BRS Tamani was longer than 31 days,
2 exceeding the 16.2 and 25.4 days observed by Rodrigues et al. (2014) in *Panicum*
3 *maximum* Jacq. cv. Massai (during the rainy and dry seasons of the year).

4 The higher LSRs and senescent-material percentages obtained with the longer
5 harvest intervals may be explained by the lower NLLs and LARs. According to Pacheco
6 et al. (2019) a lower number of leaves may reduce a plant's ability to extract water from
7 the soil and, at late vegetative stages (e.g., longer harvest intervals), this phenomenon
8 leads to an increased LSR. Moreover, new and old leaves from the tiller compete for
9 metabolites and nutrients, also increasing leaf senescence (Santos et al., 2004; Lemaire et
10 al., 2011; Costa et al., 2018), as verified by the increasing percentage of senescent
11 material in this study (Table 3).

12 The high leaf percentage in cv. BRS Tamani, which averaged 82.76% throughout
13 the experiment, demonstrates that this grass has a high yield potential of the best quality.
14 As described by Oliveira et al. (2000), leaves have a higher nutritional value and are more
15 rapidly digested and degraded in the rumen than the stem portion. The average leaf
16 percentage obtained in the current study was higher than the 70% found by Emereciano
17 Neto et al. (2013) in *Panicum maximum* Jacq. cv. Massai.

18 Despite the decrease seen in leaf:stem ratio as the harvest interval increased, the
19 observed results were still high. This finding is related to specific characteristics of the
20 grass, which is high-yielding and whose percentages of leaves and thin stems are high
21 low, respectively.

22 The increasing DM content in response to the increasing harvest interval may be
23 due to the reduction of cell wall components, e.g., CP. As stated by Silva et al. (2014), in
24 tropical grasses, the DM content increases naturally as the plant matures.

25 Crude protein content decreased with the harvest interval. This response may be
26 directly related to the percentage of leaf, the plant component of highest nutritional value,
27 which decreases at longer harvest intervals. According to Vasconcelos et al. (2019), a
28 decrease in CP content is possibly associated with nitrogen fixation in the cell wall
29 structures and its presence in the cells of senescent and dead leaves.

30 The NDF content found in cv. BRS Tamani was lower than the 73.7 to 74.0%
31 reported by Fernandes et al. (2014), who studied the same cultivar in two years. However,
32 the ADF value found in the present experiment was higher than the 35.7-36.8% described
33 by those authors.

34

1 **5. CONCLUSION**

2 The harvest interval affects morphogenetic traits, plant components and DM and CP
3 contents of *Panicum maximum* cv. BRS Tamani. The optimal harvest interval for the use
4 of cv. BRS cultivar Tamani is 21 days, as it provided the best nutritional value, a high
5 leaf percentage and lower percentages of stem and senescent material.

6

7 **ACKNOWLEDGMENTS**

8 The authors thank the Federal University of Mato Grosso do Sul (UFMS), FUNDECT
9 (Mato Grosso do Sul State Foundation for Education, Science and Technology
10 Development) and the National Council for Scientific and Technological Development
11 (CNPq). This study was financed in part by Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal
12 de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

13

14 **CONFLICT OF INTEREST**

15 The authors declare that there is no conflict of interest.

16

17 **REFERENCES**

18 Andrade, R. A., Porto, M. O., Cavali, J., Ferreira, E., Bergamin, A. C., Souza, F. R., &
19 Aguiar, I. S. (2019). *Azospirillum brasilense* e fosfato natural reativo no estabelecimento
20 de forrageira tropical. *Revista de Ciências Agrárias*, 42, 146-154.
21 <http://dx.doi.org/10.19084/RCA18282>

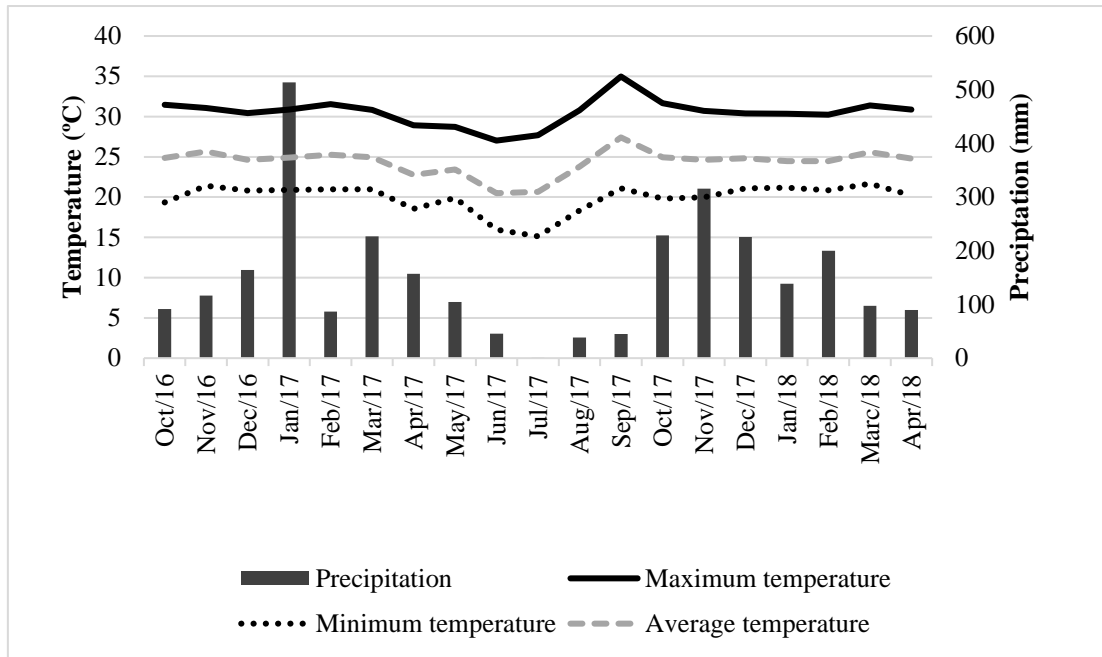
22 AOAC (2000). Official methods of analysis, 17th ed. Association of Official Analytical
23 Chemists, Gaithersburg, MD.

24 Araújo, D. L. C., Oliveira, M. E., Lopes J. B., Alves, A. A., Rodrigues, M. M., Moura, R.
25 L., & Santos, M. S. (2015). Características morfogênicas, estruturais e padrões
26 demográficos de perfilhos em pastagem de capim-andropógon sob diferentes ofertas de
27 forragem. *Semina: Ciências Agrárias*, 36 (5), 3303-3314. [http://doi-org-](http://doi-org-443.webvpn.fjmu.edu.cn/10.5433/1679-0359.2015v36n5p3303-3314)
28 [443.webvpn.fjmu.edu.cn/10.5433/1679-0359.2015v36n5p3303-3314](http://doi-org-443.webvpn.fjmu.edu.cn/10.5433/1679-0359.2015v36n5p3303-3314)

29 Barbosa, R. A., Nascimento Junior, D., Euclides, V. P. B., Regazzi, A. J., & Fonseca, D.
30 M. (2002). Características morfogênicas e acúmulo de forragem do Capim-Tanzânia
31 (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em dois resíduos forrageiros pós-pastejo. *Revista*
32 *Brasileira de Zootecnia*, 31 (2), 583-595. [http://dx.doi.org/10.1590/S1516-](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000300007)
33 [35982002000300007](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000300007)

- 1 Barbosa, R. A., Nascimento Junior, D., Vilela, H. H., Souza, B. M. L., Silva, S. C.,
2 Euclides, V. P. B., & Silveira, C. T. (2012). Morphogenetic and structural characteristics
3 of guinea grass tillers at different ages under intermittent stocking. *Revista Brasileira de*
4 *Zootecnia*, 14 (7), 1583-1588. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982012000700005>.
- 5 Costa, N. L., Jank, L., Fogaça, F. H. S., Magalhães, J. A., Bendahan, A. B., Santos, F. J.
6 S., & Rodrigues, B. H. N. (2018). Rendimento de forragem, composição química e
7 morfogênese de *Megathyrus maximus* cv. Tanzânia sob frequências de desfolhação.
8 *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, 12 (4), 1-7.
9 <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n4a68.1-7>
- 10 Costa, N. L., Jank, L., Magalhães, J. A., Rodrigues, A. N. A., Fogaça, F. H. S., Bendahan,
11 A. B., & Santos, F. J. S. (2017). Produtividade de forragem, composição química e
12 morfogênese de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça sob períodos de descanso.
13 *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, 11 (11), 1169-1174.
14 <http://dx.doi.org/10.22256/pubvet.v11n11.1169-1174>
- 15 Emerenciano Neto, J. V., Difante, G. S., Montagner, D. B., Bezerra, M. G. S., Galvão, R.
16 C. P., & Vasconcelos, R. I. G. (2013). Características estruturais do dossel e acúmulo de
17 forragem em gramíneas tropicais, sob lotação intermitente e pastejada por ovinos.
18 *Bioscience Journal*, 29 (4), 962-973.
19 <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/17393>.
- 20 Fernandes, F. D., Ramos, A. K. B., Jank, L., Carvalho, M. A., Martha Junior, G. B., &
21 Braga, G. J. (2014). Forage yield and nutritive value of *Panicum maximum* genotypes in
22 the Brazilian savannah. *Scientia Agricola*, 71 (1), 23-29.
23 <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162014000100003>
- 24 Jank, L., Lima, E. A., Simeão, R. M., & Andrade, R. C. (2013) Potential of *Panicum*
25 *maximum* as a source of energy. *Tropical Grasslands*, 1, 92-94.
26 [http://dx.doi.org/10.17138/TGFT\(1\)92-94](http://dx.doi.org/10.17138/TGFT(1)92-94)
- 27 Lemaire, G., & Chapman, D. (1996). *Tissue flows in grazed plant communities*. In: The
28 ecology and management of grazing systems. (Eds J Hodgson, AW Illius). Wallingford:
29 CAB International.
- 30 Lemaire, G., Hodgson, J. & Chabbi, A. (2011). Grassland productivity and ecosystem
31 services. Cabi, Wallingford.
- 32 Oliveira, M. A., Pereira, O. G., Garcia, R., Obeid, J. A., Cecon, P. R., Moraes, S. A., &
33 Silveira, P. R. (2000). Rendimento e valor nutritivo do capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.)
34 em diferentes idades de rebrota. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2, 1949-1960.

- 1 Pacheco, R. F., Brondani, I. L., Borchate, D., Marini, A. P. M., Moura, A. F., Rodrigues,
2 L. S., Silva, M. A., Mayer, A. R., & Alves Filho, D. C. (2019). Morfogênese de pastagens
3 de milho e capim sudão submetidas ao pastejo contínuo. *Boletim de Industria Animal*,
4 76, 1-7. <http://dx.doi.org/10.17523/bia.2019.v76.e1440>
- 5 Pereira, G. F., Emerenciano Neto, J. V., Difante, G. S., Assis, L. C. S. L. C., & Lima, P.
6 O. (2019). Morphogenic and structural characteristics of tropical forage grasses managed
7 under different regrowth periods in the Brazilian semi-arid region. *Semina: Ciências*
8 *Agrárias*, 40 (1), 283-292. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n1p283>
- 9 Rodrigues, R. C., Souza, T. V. R., Melo, M. A. A., Araújo, J. S., Lana, R. P., Costa, C.
10 S., Oliveira, M. E., Parente, M. O. M., & Sampaio, I. B. M. (2014). Agronomic,
11 morphogenic and structural characteristics of tropical forage grasses in northeast Brazil.
12 *Tropical Grasslands*, v.2, p.2014-222. [https://doi.org/10.17138/tgft\(2\)214-222](https://doi.org/10.17138/tgft(2)214-222)
- 13 Santos, P. M., Balsalobre, M. A. A., & Corsi, M. (2004). Características morfogênicas
14 e taxa de acúmulo de forragem do capim-mombaça submetido a três intervalos de pastejo.
15 *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33, 843-851. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516->
16 35982004000400004
- 17 Silva, D. C., Alves, A. A., Lacerda, M. S. B., Moreira Filho, M. A., Oliveira, M. E., &
18 Lafayette, E. A. (2014). Valor nutritivo do capim-andropogon em quatro idades de rebrota
19 em período chuvoso. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15 (3), 626-636.
20 <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402014000300004>
- 21 Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber,
22 neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition.
23 *Journal of Dairy Science*, 74 (10), 3583-3597.
- 24 Vasconcelos, M. A., Dutra, M. C. A., Silveira, R. M. F., Silva, V. J., Nunes, L. A. P. L.,
25 & Ferreira, J. B. (2019). Production and nutritive value of canarana erecta lisa
26 (*Echinochloa pyramidalis* lam.) in response to harvest intervals. *Ciência Animal Brasileira*,
27 20, 1-11. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-6891v20e-52300>



1

2 Figure 1. Monthly mean, minimum and maximum temperatures and precipitation throughout the
 3 experimental period. SOURCE: CEMTEC.

1

2 Table 1. Chemical characteristics of soil sampled from the experimental area

Year	OM	P	K	pH	Ca	Mg	Al	H+Al	CEC	BS (%)
	(%)	mg dm ⁻³		(CaCl ₂)	cmol _c dm ⁻³					
Implementation	35.3	4.5	78.2	5.3	7.4	1.2	0.0	5.2	13.9	62,8
End of experiment	32.4	7.0	89.9	6.1	4.6	3.2	0.0	4.1	12.2	66.3

3

1 Table 2. Morphogenetic and structural traits of *Panicum maximum* cv. Tamani at different harvest intervals
 2 evaluated in two years

	Harvest interval (days)				P-value		
	21	35	49	63	L	Q	C
	Leaf appearance rate ¹ (leaves tiller ⁻¹ day ⁻¹)						
Year 1	0.120	0.078	0.071	0.069	<0.0001	<0.0001	0.0265
Year 2	0.133	0.103	0.079	0.066			
	Phyllochron ² (days leaf ⁻¹ tiller ⁻¹)						
Year 1	8.664	13.464	17.311	21.330	<0.0001	0.4189	0.8665
Year 2	8.254	10.021	13.623	17.381			
	Leaf lifespan ³ (days)						
Year 1	33.037	50.514	47.223	46.926	<0.0001	<0.0001	0.0009
Year 2	31.699	39.976	41.064	37.964			
	Number of live leaves ⁴ (leaves tiller ⁻¹)						
Year 1	4.243	3.741	3.694	2.525	<0.0001	0.0034	0.8924
Year 2	4.173	4.021	2.962	2.649			
	Leaf elongation rate ⁵ (cm day ⁻¹)						
Year 1	1.689	1.512	1.465	1.225	<0.0001	0.0165	0.0135
Year 2	1.248	1.071	0.859	0.603			
	Stem elongation rate ⁶ (mm tiller ⁻¹ day ⁻¹)						
Year 1	0.244	0.225	0.206	0.159	<0.0001	0.0589	0.8463
Year 2	0.241	0.240	0.209	0.185			
	Final leaf length ⁷ (cm)						
Year 1	15.564	23.738	34.585	35.050	<0.0001	0.0012	0.2330
Year 2	14.087	18.441	18.747	22.534			
	Leaf senescence rate ⁸ (cm tiller ⁻¹ day ⁻¹)						
Year 1	0.015	0.347	0.421	0.556	<0.0001	<0.0001	0.1792
Year 2	0.032	0.264	0.456	0.476			

3 $Y_1=0.2308043672+0.0105111875.A-0.0081830688.I+0.0001336934.I^2-0.0000007774.I^3$ ($R^2=0.94$)

4 $Y_2=7.140508813-2.872294375.A+0.260092804.I$ ($R^2=0.93$)

5 $Y_3=-32.30535377-6.74918106.A+5.74433741.I-0.12099981.I^2+0.00081276.I^3$ ($R^2=0.87$)

6 $Y_4=4.472238069-0.099388625.A+0.005698370.I-0.000528372.I^2$ ($R^2=0.86$)

7 $Y_5=2.973719234-0.527384125.A-0.054190012.I+0.001171776.I^2-0.000010019.I^3$ ($R^2=0.97$)

8 $Y_6=0.2689728875+0.0104095625.A-0.0016876134.I$ ($R^2=0.80$)

9 $Y_7=13.75438042-8.78235425.A+0.78255816.I-0.00527889.I^2$ ($R^2=0.84$)

10 $Y_8=-0.5176307719-0.0275525000.A+0.0334395857.I-0.0002611802.I^2$ ($R^2=0.93$)

1 Table 3. Percentages of leaf, stem and senescent material and leaf:stem ratio in *Panicum maximum* cv.
 2 Tamani

	Harvest interval (days)				P-value		
	21	35	49	63	L	Q	C
	Leaf ¹ (%)						
Year 1	87.451	84.563	84.065	80.495	<0.0001	0.1621	0.0256
Year 2	84.210	82.059	81.948	77.341			
	Stem ² (%)						
Year 1	5.239	7.842	8.628	10.048	<0.0001	0.5340	0.4843
Year 2	6.542	6.857	8.410	10.669			
	Senescent material ³ (%)						
Year 1	7.477	8.274	9.519	10.467	<0.0001	0.3722	0.2861
Year 2	9.545	10.175	11.406	12.452			
	Leaf:stem ratio ⁴						
Year 1	21.061	18.708	16.758	8.034	<0.0001	0.0011	0.3107
Year 2	12.786	11.396	8.255	7.145			

3 $Y_1=111.0166317-2.7540216.A-1.7640523.I+0.0439102.I^2-0.0003644.I^3$ ($R^2=0.79$)

4 $Y_2=3.387045650+0.180152000.A+0.104096755.I$ ($R^2=0.83$)

5 $Y_3=3.949014688+1.960102063.A+0.072030487.I$ ($R^2=0.89$)

6 $Y_4=25.64907105-6.24477450.A+0.10807128.I-0.00388410.I^2$ ($R^2=0.87$)

1 Table 4. Dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber
 2 (ADF) contents of *Panicum maximum* cv. Tamani at different harvest intervals evaluated in two years

	Harvest interval (days)				P-value		
	21	35	49	63	L	Q	C
	DM ¹ (%)						
Year 1	27.577	28.641	28.360	29.434	<0.0001	0.0308	0.0091
Year 2	26.063	28.554	28.968	29.666			
	CP ² (% DM)						
Year 1	11.257	8.946	7.537	6.561	<0.0001	0.0230	0.5842
Year 2	12.140	9.987	9.226	8.832			
	NDF ³ (% DM)						
Year 1	70.843	72.442	70.252	75.601	0.0274	0.3728	0.0561
Year 2	71.875	73.303	73.007	73.370			
	ADF ⁴ (% DM)						
Year 1	45.126	48.572	50.568	48.222	0.4858	0.0276	0.1216
Year 2	48.711	50.315	44.806	45.313			

3 $Y_1=15.69493858-0.19001363.A+0.90610940.I-0.02050255.I^2+0.00015369.I^3$ ($R^2=0.73$)

4 $Y_2=14.02970772+1.47094187.A-0.25929523.I+0.00197367.I^2$ ($R^2=0.81$)

5 $Y_3=72.58645$

6 $Y_4=47.70396$

ARTIGO III

Produção de feno e composição bromatológica e de *Panicum maximum* cv. BRS Tamani sob quatro intervalos de corte

Resumo

Objetivou-se avaliar a produção de forragem e a qualidade do feno do capim-tamani em quatro intervalos de corte, em dois anos agrícolas de avaliação. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com parcelas subdivididas no tempo, onde foram implantados 16 canteiros experimentais e distribuídos aleatoriamente os tratamentos, os quais consistiam de quatro intervalos de corte (21, 35, 49, 63 dias) avaliados no ano 1 (2016/2017) e ano 2 (2017/2018). Não houve diferença estatística para matéria orgânica, fibra em detergente neutro e ácido da folha e para matéria seca do colmo da cultivar Tamani. Com o avanço do intervalo de corte observou-se aumentos lineares para matéria seca da folha, efeito linear quadrático para proteína da folha e cúbico para colmo. Houve redução no teor de matéria seca do feno da cultivar BRS Tamani e efeito cúbico da proteína bruta, fibra em detergente neutro e ácido, da lignina e da digestibilidade da matéria seca dos fenos da cultivar BRS Tamani, enquanto que a produção teve efeito linear crescente com o aumento do intervalo de corte. O maior valor nutritivo foi encontrado aos 21 dias de intervalo de corte do *Panicum maximum* cv. BRS Tamani, porém as maiores produções por corte foram observadas nos maiores intervalos de corte.

Palavra-chave: conservação, idades de rebrote, valor nutritivo

1. INTRODUÇÃO

A conservação de forragens é um meio para a produção de alimentos para ruminantes, não apenas para épocas de escassez de forragens como também para a utilização onde se deseja intensificar o sistema de produção, tanto de carne como de leite. Assim, faz-se necessário a utilização de volumosos de alta qualidade. Dentre estes métodos de conservação a fenação consiste em uma alternativa viável, principalmente para aproveitar ao máximo o excedente de pasto produzido na época das chuvas (Souza et al., 2018), na

1 qual a planta forrageira é preservada pela desidratação, já que há a inibição da atividade
2 de degradação pelos microrganismos e enzimas da própria planta (Silva et al., 2016)

3 As gramíneas do gênero *Panicum* são umas das gramíneas mais utilizadas no Brasil,
4 devido à alta produtividade, boa adaptação a climas tropicais e subtropicais (Gomes et
5 al., 2011), assim como a propagação por meio de sementes (Jank et al., 2013). Além disso,
6 para a diversificação de pastagens a EMBRAPA lançou em 2015 o primeiro híbrido de
7 *Panicum maximum*, a cultivar BRS Tamani, segundo Braga et al. (2019) esta cultivar
8 apresenta folhas e caules finos, além de maior digestibilidade que a cultivar Massai, ou
9 seja, características desejáveis para a produção de um feno de qualidade.

10 Para a determinação do ponto de colheita ideal é necessário aliar a produção e
11 qualidade da forrageira, no qual estudos sobre intervalos de corte e valor nutritivo da
12 forragem se tornam fundamentais. Uma vez que essas informações podem auxiliar na
13 tomada de decisão dos produtores, com base no rendimento e qualidade da forragem com
14 o avanço da maturidade (Tilahun et al., 2017).

15 Diante disso, o objetivo foi avaliar a produção de forragem e a qualidade do feno
16 do capim-tamani em quatro intervalos de corte, em dois anos agrícolas de avaliação.

18 2. MATERIAL E MÉTODOS

19 2.1. Local do experimento

20 O experimento foi conduzido em outubro de 2016 a abril de 2018, no setor de
21 Forragicultura da Fazenda Escola, no município de Terenos, MS, localizada em latitude
22 20°26'34.31''S, longitude 54°50'27.86''O e altitude 530,7 m, e no Laboratório de
23 Nutrição Animal Aplicada e de Forragicultura da Faculdade de Medicina Veterinária e
24 Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. Os dados de
25 precipitação pluviométrica, a temperatura mínima, média e máxima mensal da região
26 durante o período experimental encontra-se na Figura 1.

27 As amostras de solo foram coletadas na camada de 0-20 cm antes da implantação
28 do *Panicum maximum* cv. Tamani, os resultados obtidos foram: pH (CaCl₂):5.31 e
29 (H₂O):5.91; P (mg dm⁻³):4.52; matéria orgânica (mg dm⁻³):35.34; K (mg dm⁻³): 78.2; Ca
30 (cmol dm⁻³):7.35; Mg (cmol dm⁻³):1.20; Ca + Mg (cmol dm⁻³):8.55; Al (cmol dm⁻³):0.00;
31 H + Al (cmol dm⁻³):5.18; CTC (cmol dm⁻³):13,93; saturação por bases (%):62.81.

32 Ao final do experimento foi coletada nova amostra de solo para verificar as
33 características químicas do solo na camada de 0-20 cm, os resultados foram: pH (CaCl₂):
34 6.1; matéria orgânica (%): 32.4; P (mg dm⁻³): 7.0; K (mg dm⁻³): 89.9; Ca (cmol dm⁻³):

1 4.6; Mg (cmol dm⁻³): 3.2; Ca + Mg (cmol dm⁻³): 7.8; Al (cmol dm⁻³):0.00; H + Al (cmol
2 dm⁻³):4.1; CTC (cmol dm⁻³):12,2; saturação por bases (%):66.3.

3 Com base na análise de solo foi aplicada 1,2 toneladas por hectare de calcário
4 dolomítico (PRNT = 80%), antes da semeadura da gramínea. Na semeadura do *Panicum*
5 *maximum* cv. Tamani foram aplicados 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de supersimples e
6 60 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio, a taxa de semeadura foi de 4 kg de
7 sementes puras viáveis por hectare. Após a semeadura aplicou-se 100 kg ha⁻¹ de N na
8 forma de ureia.

9

10 **2.2. Delineamento experimental e tratamentos**

11 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas no
12 tempo. A gramínea *Panicum maximum* cv. BRS Tamani foi implantada em 16 canteiros
13 experimentais de 3 × 3 m cada, as quais foram distribuídos aleatoriamente os tratamentos,
14 os quais consistiam de quatro intervalos de corte (21, 35, 49, 63 dias) avaliados no ano 1
15 (2016/2017) e ano 2 (2017/2018).

16 Os canteiros foram uniformizados em outubro de 2016 e outubro de 2017 para o
17 início das medições de cada período (2016/2017 e 2017/2018), a uniformização foi
18 realizada cortando o pasto a 10 cm do solo, em seguida aplicou-se 150 kg ha⁻¹ de N por
19 meio de ureia, de forma parcelada após cada corte realizado.

20

21 **2.3. Mensuração da produção**

22 A massa de forragem foi quantificada realizando amostragens de cada parcela,
23 utilizando-se um quadrado de 1 m² e cortadas a 10 cm da superfície do solo,
24 aleatoriamente. Após o corte, a amostra colhida em cada quadrado foi levada ao
25 laboratório para separação manual nos componentes morfológicos: folha (lâminas
26 foliares), colmo (colmos + bainhas foliares) e material senescente, para o cálculo da
27 relação folha:colmo. Posteriormente, foram colocadas em estufa de circulação forçada de
28 ar a 55°C até peso constante, para determinação do peso seco.

29 Para o cálculo da massa de forragem verde (MFV) e seca (MFS) por corte foi
30 realizado a média da massa de forragem colhida nos cortes de cada intervalo de corte, no
31 período experimental. A taxa de acúmulo de forragem (TAF) foi calculada dividindo a
32 MSF pelo intervalo de corte de cada tratamento.

33 Após a coleta da massa de forragem foram realizadas o corte do restante do canteiro
34 para a confecção dos fenos. A forragem verde foi pesada antes da desidratação e em

1 seguida enfardado manualmente, sendo confeccionados 4 fardos por tratamento e
 2 armazenados por 30 dias, em galpão apropriado. Posteriormente foram coletadas 0.5 kg
 3 de amostra por fardo de feno secas em estufa a 55°C e depois seguir para as análises
 4 laboratoriais. O cálculo da produção de feno por corte (PFC) foi pela média de todo o
 5 feno confeccionado nos cortes em cada intervalo de corte, no período experimental

6

7 **2.4. Composição química-bromatológica e digestibilidade**

8 Para análise da composição química-bromatológica, dos componentes morfológicos da
 9 planta e do feno, as amostras foram moídas em peneira com malha de 1 mm. Foram
 10 determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB)
 11 de acordo com AOAC (2012), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente
 12 ácido (FDA) segundo metodologias descritas por Van Soest (1991). A digestibilidade *in*
 13 *vitro* da MS foi avaliada utilizando a metodologia da incubadora *in vitro* Daisy descrita
 14 por Ítavo (2015).

15

16 **2.5. Análise estatística**

17 O delineamento aplicado foi o inteiramente casualizado com quatro intervalos de cortes.
 18 Os dados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão para os intervalos
 19 de corte, por uma análise de variância unidirecional, utilizando o procedimento geral de
 20 modelos lineares do SAS PROC GLM (SAS Institute, Cary, NC, EUA). A significância
 21 foi declarada em $P < 0,05$. Quando um teste F significativo foi detectado, a soma dos
 22 quadrados do tratamento foi particionada para fornecer contrastes lineares, quadráticos e
 23 cúbico.

24 O seguinte modelo foi utilizado: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \alpha^2_i + \alpha^3_i + \delta_i + \beta_k + \alpha\beta_{ik} + \epsilon_{ik}$

25 em que: y_{ijk} é o valor observado na sub-parcela correspondente ao $k^{\text{ésimo}}$ tratamento
 26 secundário (ano 1 e ano 2) dentro do $i^{\text{ésimo}}$ tratamento principal (idade: 21, 35, 49,
 27 63 dias)

28 μ é uma constante inerente a todas as observações (representa a média geral).

29 α_i é o efeito linear da $i^{\text{ésima}}$ idade.

30 α^2_i é o efeito quadrático da $i^{\text{ésima}}$ idade.

31 α^3_i é o efeito cúbico da $i^{\text{ésima}}$ idade.

32 δ_{ij} é o erro aleatório nas idades (Res_a).

33 β_k é o efeito do $k^{\text{ésimo}}$ ano.

34 $\alpha\beta_{ik}$ é o efeito da interação entre a $i^{\text{ésima}}$ idade e o $k^{\text{ésimo}}$ ano.

1 ε_{ijk} é o erro aleatório nos anos (Res_b).

3. RESULTADOS

4 O maior número de corte observado foi no menor intervalo de corte da cv. BRS Tamani,
5 enquanto que o inverso também ocorreu para o maior intervalo (Figura 2). O intervalo de
6 corte tiveram efeito quadrático ($p=0.0011$) sob a relação folha:colmo (Figura 2), o modelo
7 encontrado foi: $Y_{RFC}=25,64907105-6,24477450.ano+0,10807128.idade-$
8 $0,00388410.idade^2$ ($R^2=0.87$), derivando essa equação o ponto mínimo no ano 1 e 2 foi
9 aos 63 dias, com valor de 10,8 e 4,6, respectivamente.

10 O avanço do intervalo de corte proporcionou aumentos lineares ($P<0.0001$) na
11 MFV, na MFS e na PFC (Tabela 1). Enquanto que a produção de proteína bruta (PPB)
12 sofreu efeito cúbico com o avanço do intervalo de corte e redução de um ano para o outro.
13 A redução da PPB encontrada de 21 dias para 63 dias foi de 154.52 kg ha⁻¹.ano no ano 1
14 e de 53.12 no ano 2. O aumento no intervalo de corte não afetou significativamente a
15 TAF, porém esta foi reduzida de um ano para o outro ($p<0,0001$), com valor de 29,4 kg
16 ha⁻¹.dia de MS no ano 1 e 20,7 kg ha⁻¹.dia de MS no ano 2.

17 Não foi observado efeito significativo para MO, FDN e FDA da folha e MS do
18 colmo com o aumento do intervalo de corte (Tabela 2). O teor de MS da folha e MO do
19 colmo sofreram efeito linear positivo, ou seja, houve incrementos com o avanço do
20 intervalo de corte. Enquanto que, a PB da folha apresentou efeito quadrático e do colmo
21 efeito cúbico, com teores mínimos, tanto na folha quanto no colmo, encontrados aos 63
22 dias. Houve efeito cúbico para os teores de FDN e FDA do colmo com o intervalo de
23 corte da cultivar Tamani.

24 Houve efeito linear decrescente ($p<0,05$) entre os intervalos de corte para o teor de
25 MS do feno do *Panicum maximum* cv. BRS Tamani (Tabela 3). Em contrapartida,
26 observou-se efeito cúbico para as variáveis MO, PB, FDN, FDA, Lignina e DIVMS do
27 feno da cv. BRS Tamani sob diferentes intervalos de corte.

4. DISCUSSÃO

30 O avanço do intervalo de corte da cultivar BRS Tamani proporcionou maiores massas de
31 forragem por corte, esses incrementos para cada dia de intervalo de corte foram de 78,77
32 kg de matéria verde, 24,14 kg de matéria seca e 28,69 kg de feno por hectare. A produção
33 de forragem é incrementada pela formação de lâminas foliares e de colmo, os quais por
34 sua vez são afetados pela divisão celular e alongamento (Abdullaha & Suharlinab, 2010).

1 Oliveira et al. (2019) encontraram efeitos semelhantes ao presente trabalho, no qual
2 observaram aumentos no acúmulo de forragem com o avanço do intervalo de corte da
3 cultivar Massai de 30 para 60 dias.

4 Embora tenha observado menor produção por corte aos 21 dias em relação aos
5 demais intervalos de corte, este apresenta o maior número de corte (8), logo considerando
6 que a taxa de acúmulo é semelhante entre os intervalos de corte, a produção de massa de
7 forragem seria em média 4939 no ano 1 e de 3478 kg de MFS por hectare no ano 2 aos
8 21 dias, quantidade próxima aos 63 dias de intervalo (3 cortes) com valor de 5556 no ano
9 1 e 3912 kg de MFS por hectare no ano 2. Aliado a isso houve redução na produção de
10 proteína bruta com o aumento do intervalo de corte, as quais foram de 154. 52 kg ha⁻¹.ano
11 no ano 1 e de 53.12 no ano 2, logo, aos 21 dias de intervalo de corte a cv. BRS Tamani
12 mostra-se com maior valor nutritivo e melhor relação folha:colmo. Com esses dados
13 também pode inferir que esta cultivar é exigente, visto que houve redução na TAF, na
14 massa de forragem e produção de proteína bruta de um ano para outro, necessitando de
15 atenção no manejo de adubação dessa forrageira.

16 A MS da folha teve incrementos de 0,08% por dia de intervalo de corte adicionado,
17 segundo Silva et al. (2014), este aumento da matéria seca com a maturidade das
18 forrageiras tropicais consiste em um comportamento normal, estes autores encontraram
19 aumentos de 0,15% a cada dia de rebrota após o corte do capim-andropogon

20 Os teores de PB da folha dos 21 dias aos 49 dias no ano 1 e dos 21 dias aos 63 dias
21 de intervalo de corte no ano 2 foram superiores a 7%, o que segundo Tilahun et al. (2017),
22 níveis abaixo deste poderia reduzir a ingestão voluntária dos ruminantes. Efeito similar
23 aconteceu com a proteína do colmo, a qual reduziu de 5.2% para 3.6% no ano 1 e de 6.9%
24 para 4,1% no ano 2, corroborando com Oliveira et al. (2016) onde observaram redução
25 de 11.2% para 7.1% para genótipos de *Cynodon*, o que pode estar relacionado a
26 participação das moléculas orgânicas que fazem parte dos processos metabólicos, assim
27 depositando moléculas orgânicas não nitrogenadas, como a celulose e lignina, logo, há a
28 redução de compostos nitrogenados.

29 Os aumentos nos teores de FDN do colmo o avanço do intervalo de corte deste
30 trabalho está de acordo com o encontrado por Stabile et al. (2010), os quais estudaram 11
31 genótipos de *Panicum maximum* colhidos em três idades de corte (30, 60 e 90 dias), ainda
32 se observa que os valores encontrados no presente trabalho (79 a 83% no ano 1 e 77 a
33 80% de FDN no ano 2) foi semelhante a cultivar BRS Tamani (PM45) destes autores (80
34 a 83% de FDN) e da cultivar Massai (79 a 85% de FDN). Ainda segundo estes autores,

1 os aumentos observados no teor de FDN com o avanço do intervalo de corte deve-se ao
2 incremento da parede celular.

3 Embora os teores de MS do feno tenham reduzido com o intervalo de corte ainda
4 possui teores adequados para assegurar o armazenamento de qualidade, segundo Finch et
5 al. (2014) a umidade para armazenamento do feno deve reduzir de 80 a 85% para 12 a
6 15% de umidade. Valores de umidade acima do recomendado, segundo estes autores,
7 poderiam provocar aquecimento dos fardos, o qual proporcionaria o desenvolvimento de
8 bactérias e fungos, o que podendo causar riscos de saúde tanto para os animais como para
9 quem manuseia os fardos, além disso há o risco de combustão espontânea dos fardos.

10 A redução nos teores de PB encontradas no feno com o avanço do intervalo de corte
11 pode ter ocorrido pela maior participação de colmos na forrageira, passando de 5% aos
12 21 dias para 10%, aos 63 dias, assim como, também houve incrementos lineares do
13 material senescente, o qual da mesma forma que o colmo possui menores teores de PB,
14 logo, fazendo com que a produção dos maiores intervalos de corte tenha menores
15 conteúdos de PB. Segundo Lounglawan et al. (2014), quando as forrageiras são colhidas
16 mais frequentemente, ou seja, quando cortadas com menores idades elas são mais jovens
17 e frondosas, refletindo em maior conteúdo de proteína e menor de fibras, por
18 consequência cortes menos frequentes, maiores intervalos de corte proporcionam plantas
19 mais velhas e com menor quantidade de PB e fibras.

20 Os aumentos de FDN, FDA e LIGNINA no feno da cultivar Tamani com avanço
21 do intervalo de corte deve-se pelo aumento de conteúdo de sustentação da planta, ou seja,
22 aumento nos carboidratos fibrosos com a idade, o que está de acordo com diversos autores
23 onde quanto mais velha planta é maiores são o conteúdo de fibra (Lounglawan et al.,
24 2014; Garcez et al., 2016; Tilahun et al., 2017).

25 A redução da digestibilidade do feno com o avanço do intervalo de corte está
26 relacionada com o aumento de estrutura de sustentação e redução do conteúdo celular
27 digestível, o qual pode ser observado na Tabela 2 com aumento do teor de fibras (FDN e
28 FDA) e redução da proteína. Além disso, foi encontrado maior relação folha:colmo nos
29 menores intervalos de corte, variando de 21 a 8 no ano 1 e de 12 a 7 no ano 2, do menor
30 intervalo para o maior, ou seja, as maiores idades possuem maiores quantidades de colmo
31 o qual apresentam maiores teores de fibra e menor de proteína do que as folhas (Tabela
32 1), o que proporcionou a redução na digestibilidade da forragem fenada. Corroborando
33 com Stabile et al. (2010), os quais afirmam que com o aumento da participação de colmo
34 no total da massa seca há a limitação da qualidade das forrageiras. E, segundo Oliveira et

1 al. (2000) a queda na relação folha:colmo pode reduzir a PB das forragens, fato
2 relacionado à maior concentração deste nutriente nas folhas.

3 Os melhores valores nutritivos da folha, colmo e do feno da cultivar Tamani foram
4 encontrados com menores idades e foram decrescendo com o avanço do intervalo de
5 corte, enquanto que a produção de forragem e de feno se elevou com o aumento do
6 intervalo de corte. Conforme Maranhão et al. (2010) e Jusoh et al. (2014), intervalos de
7 corte menores proporcionam baixas produções de MS, mas ao mesmo tempo há valor
8 nutricional mais elevado, o que estaria associado a maior proporção de folha. A redução
9 de valor nutricional das forrageiras com o avanço da idade, segundo Braga et al. (2018),
10 está associado ao aumento de fração insolúvel, tanto da proteína como dos carboidratos,
11 o qual diminui a qualidade dos fenos.

12

13 **5. CONCLUSÃO**

14 O melhor valor nutritivo dos fenos de *Panicum maximum* cv. BRS Tamani foi encontrado
15 aos 21 dias de intervalo de corte. A maior produção de forragem e de feno por corte
16 encontra-se no maior intervalo de corte estudado, aos 63 dias.

17 Recomenda-se a utilização do *Panicum maximum* cv. BRS Tamani entre 21 e 35
18 dias de intervalo de corte, com a produção de feno nesse intervalo podendo chegar a 6.4
19 t ha⁻¹.ano e potencial de produção de proteína bruta de 430 kg ha⁻¹.ano.

20

21 **AGRADECIMENTOS**

22 Os autores agradecem a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Fundação
23 de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato
24 Grosso do Sul (FUNDECT), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
25 Tecnológico (CNPq), e este estudo em parte foi financiado pela Coordenação de
26 Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código Financeiro
27 Code 001.

28

29 **CONFLITOS DE INTERESSE**

30 Os autores declaram não haver nenhum conflito de interesse.

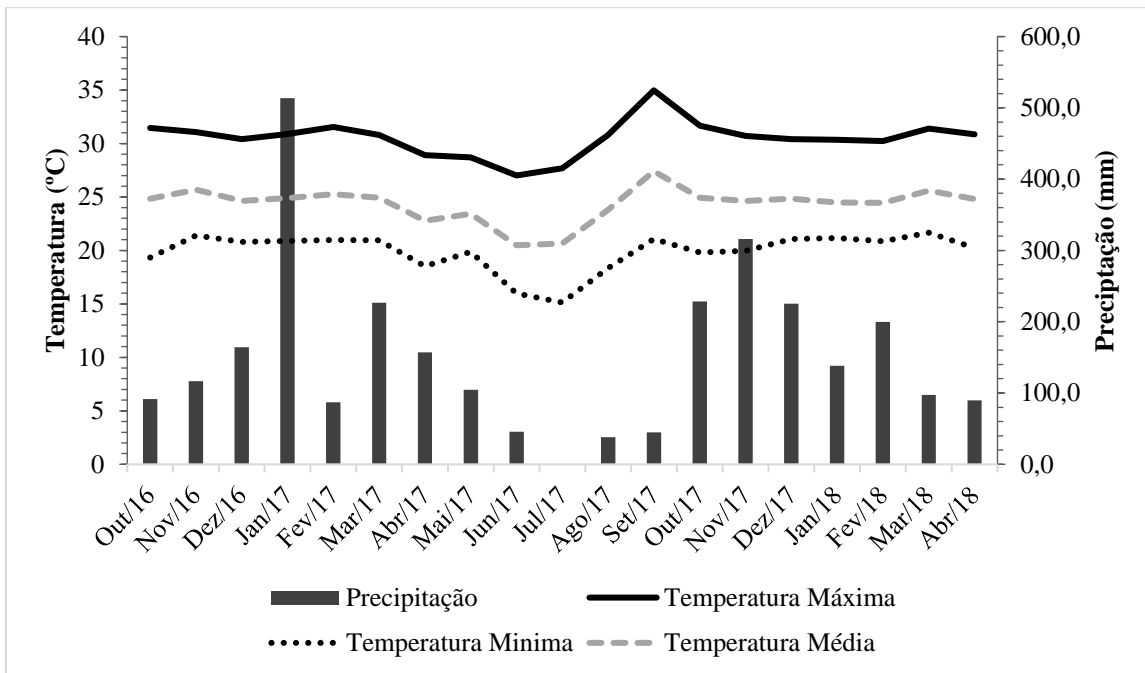
1 REFERÊNCIA

- 2 Abdullaha, L., & Suharlinab, S. (2010). Herbage Yield and Quality of Two Vegetative
3 Parts of Indigofera at Different Time of First Regrowth Defoliation. *Media Peternakan*,
4 33, 44-49. <https://doi.org/10.5398/medpet.v33i1.1246>
- 5 AOAC. (2012). Official Method of Analysis: Association of Analytical Chemists. 19th
6 Edition, Washington DC.
- 7 Braga, A. P., Assis, L. C. S. L. C., Lucena, J. A., Lima, J. S. S., Barreto, T. F. B., Amâncio,
8 A. V. A. F., Alves, F. G. C., & Pereira, G. F. (2018). Fractionation of nitrogen compounds
9 and carbohydrates in forages of different ages. *Semina: Ciências Agrárias*, 39 (2), 819-
10 832. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n2p819>
- 11 Braga, G. J., Maciel, G. A., Guimarães Junior, R., Ramos, A. K. B., Carvalho, M. A.,
12 Fernandes, F. D., Fonseca, C. E. L., & Jank, L. (2019). Performance of young Nellore
13 bulls on guineagrass pastures under rotational stocking in the Brazilian Cerrado. *Tropical*
14 *Grasslands*, 7 (3), 214-222. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(7\)214-222](https://doi.org/10.17138/TGFT(7)214-222)
- 15 Finch, H. J. S., Samuel, A. M., & Lane, G. P. F. (2014). Conservation of grass and forage
16 crops. *Lockhart & Wiseman's Crop Husbandry Including Grassland*, 513-
17 526. <https://doi.org/10.1533/9781782423928.4.513>
- 18 Garcez, B. S., Alves, A. A., Araújo, D. L. C., Lacerda, M. S. B., Souza, L. G. C., &
19 Carvalho, L. F. (2016). Degradabilidade ruminal do capim colônia (*Panicum maximum*
20 jacq. cv. colônia) em três idades pós-rebrota. *Acta Veterinaria Brasilica*, 10 (2), 130-
21 134. <https://doi.org/10.21708/avb.2016.10.2.5513>
- 22 Gomes, R. A., Lempp, B., Jank, L., Carpejani, G. C., & Moraes, M. G. (2011).
23 Características anatômicas e morfofisiológicas de lâminas foliares de genótipos de
24 *Panicum maximum*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46 (2), 205-211.
25 <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011000200013>
- 26 Ítavo, L.C.V., Soares, C.M., Ítavo, C.C.B.F., Dias, A.M., Petit, H.V., Leal, E.S., & Souza,
27 A.D.V. (2015). Calorimetry, chemical composition and in vitro digestibility of oilseeds.
28 *Food Chemistry*, 185, 219-225. [https://doi: 10.1016/j.foodchem.2015.03.007](https://doi:10.1016/j.foodchem.2015.03.007)
- 29 Jank, L., Lima, E. A., Simeão, R. M., & Andrade, R. C. (2013) Potential of *Panicum*
30 *maximum* as a source of energy. *Tropical Grasslands*, 1, 92-94.
31 [http://dx.doi.org/10.17138/TGFT\(1\)92-94](http://dx.doi.org/10.17138/TGFT(1)92-94)
- 32 Jusoh, S., Alimon, A. R., & Kamiri, M. S. (2014). Agronomic properties, dry matter
33 production and nutritive quality of guinea grass (*Megathrysus maximus*) harvested at
34 different cutting intervals. *Malaysian Society of Animal Production*, 17 (2), 31-36.

- 1 Lounglawan, P., Lounglawan, W., & Suksombat, W. (2014). Effect of Cutting Interval
2 and Cutting Height on Yield and Chemical Composition of King Napier grass
3 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum americanum*). *APCBEE Procedia*, 8, 27-31.
4 <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2014.01.075>
- 5 Maranhão, C. M. A., Bonomo, P., Pires, A. J. V., Costa, A. C. P. R., Martins, G. C. F., &
6 Cardoso, E. O. (2010). Características produtivas do capim-braquiária submetido a
7 intervalos de cortes e adubação nitrogenada durante três estações. *Acta Scientiarum.*
8 *Animal Sciences*, 32 (4), 375-384. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i4.8574>
- 9 Oliveira, E. R., Monção, F. P., Gabriel, A. M. A., Silva, L. H. X., Carbonari, V. M. S.,
10 Pedroso, F. W., Pereira, T. L., & Nascimento, F. A. (2016). Valor nutricional do colmo
11 de gramíneas tropicais. *Scientia Agraria Paranaensis*, 15 (3), 256-264.
12 <http://dx.doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v15n3p256-264>
- 13 Oliveira, J. S., Emerenciano Neto, J. V., Difante, G. S., Lista, F. N., Santos, R. S., Bezerra,
14 J. D. V., Bonfim, B. R. S., Milhomens, L. B. S., & Ribeiro, J. S. M. (2019). Structural
15 and productive features of *Panicum* cultivars submitted to different rest periods in the
16 irrigated semiarid region of Brazil. *Bioscience Journal*, 35 (3), 682-690.
17 <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v35n3a2019-36402>
- 18 Oliveira, M. A., Pereira, O. G., Garcia, R., Obeid, J. A., Cecon, P. R., Moraes, S. A., &
19 Silveira, P. R. (2000). Rendimento e valor nutritivo do capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.)
20 em diferentes idades de rebrota. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2, 1949-1960.
- 21 Silva, D. C., Alves, A. A., Lacerda, M. S. B., Moreira Filho, M. A., Oliveira, M. E., &
22 Lafayette, E. A. (2014). Valor nutritivo do capim-andropogon em quatro idades de rebrota
23 em período chuvoso. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15 (3), 626-636.
24 <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402014000300004>
- 25 Silva, G. M., Silva, F. F., Viana, P. T., Rodrigues, E. S. O., Moreira, C. N., Meneses, M.
26 A., Abreu Junior, J. S., Rufino, C. A., & Barreto, L. S. (2016). Avaliação de forrageiras
27 climáticas: revisão. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, 10 (3), 190-196.
- 28 Souza, E. L., Cruz, P. J. R., Bonfá, C. S., & Magalhães, M. A. (2018). Plantas forrageiras
29 para pastos de alta produtividade. *Nutritime Revista Eletrônica*, 15 (4), 8272-8284.
- 30 Stabile, S. S., Salazar, D. R., Jank, L., Rennó, F. P., & Silva, L. F. P. (2010).
31 Características de produção e qualidade nutricional de genótipos de capim-colonião
32 colhidos em três estádios de maturidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39 (7), 1418-
33 1428. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000700004>

- 1 Tilahun, G., Asmare, B., & Mekuriaw, Y. (2017). Effects of harvesting age and spacing
2 on plant characteristics, chemical composition and yield of desho grass (*Pennisetum*
3 *pedicellatum* Trin.) in the highlands of Ethiopia. *Tropical Grasslands*, 5 (2), 77-84.
4 [https://doi.org/10.17138/TGFT\(5\)77-84](https://doi.org/10.17138/TGFT(5)77-84)
- 5 Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber,
6 neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition.
7 *Journal of Dairy Science*, 74 (10), 3583-3597.

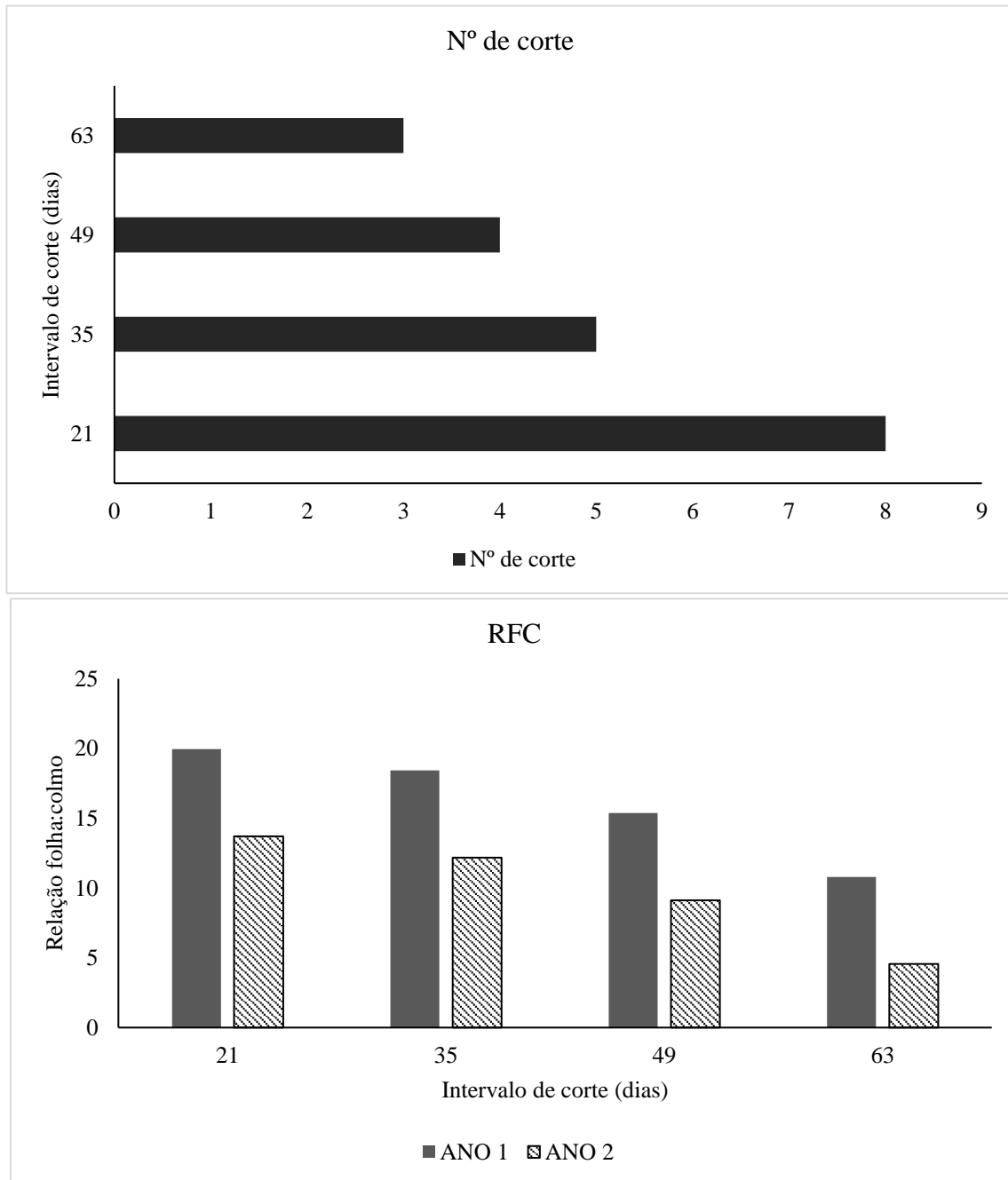
1



2

3 Figura 1. Temperaturas média, mínima e máxima e precipitação mensal durante todo o período
 4 experimental. FONTE: CEMTEC

1



2 Figura 2. Número de corte (a) e relação folha colmo (b) da gramínea *Panicum maximum* cv. BRS Tamani
3 sob intervalos de corte

1 Tabela 1. Massa de forragem verde (MFV), seca (MFS) e de feno (PFC) por corte de *Panicum maximum*
 2 cv. Tamani em diferentes intervalos de corte.

	Intervalo de corte (dias)				P-value		
	21	35	49	63	L	Q	C
	MFV ¹ (kg corte ⁻¹ ha ⁻¹)						
Ano 1	2653,13	3385,42	4578,91	5468,75	<0.0001	0.8626	0.9021
Ano 2	1198,75	2517,97	3619,79	4969,79			
	MFS ² (kg corte ⁻¹ ha ⁻¹)						
Ano 1	731,17	969,25	1298,13	1602,29	<0.0001	0.7755	0.9330
Ano 2	312,51	718,40	1048,26	1474,59			
	PFC ³ (kg corte ⁻¹ ha ⁻¹)						
Ano 1	860,63	1197,92	1600,00	1990,63	<0.0001	0.6837	0.6000
Ano 2	346,88	692,19	1190,63	1594,79			
	PPB ⁴ (kg ha ⁻¹ .ano)						
Ano 1	463.74	396.82	412.75	309.22	<0,0001	0,0376	0,0011
Ano 2	336.16	315.20	326.86	283.04			

3 $Y_1 = 168.226562 - 944.973958.A + 78.768973.I$ ($R^2 = 0.85$)

4 $Y_2 = 398.2293225 - 261.7682438.A + 24.1368697.I$ ($R^2 = 0.87$)

5 $Y_3 = 663.3229174 - 456.171875.A + 28.6938244.I$ ($R^2 = 0.92$)

6 $Y_4 = 1039.645827 - 81.318176.A - 43.916798.I + 1.109079.I^2 - 0.009005.I^3$ ($R^2 = 0,87$)

1 Tabela 2. Composição química-bromatológica da folha e do colmo do *Panicum maximum* cv. Tamani em
 2 diferentes intervalos de corte

	Intervalo de corte (dias)				P-value		
	21	35	49	63	L	Q	C
	MS folha ¹ (%)						
Ano 1	26.021	26.710	27.338	30.193	<0.0001	0.8559	0.3672
Ano 2	24.559	26.837	27.708	27.580			
	MO folha ² (% da MS)						
Ano 1	90.638	91.152	89.875	90.513	0.4669	0.6501	0.0538
Ano 2	92.315	92.200	92.326	92.421			
	PB folha ³ (% da MS)						
Ano 1	11.620	9.407	7.897	6.930	<0.0001	0.0224	0.2385
Ano 2	12.548	10.368	9.599	9.482			
	FDN folha ⁴ (% da MS)						
Ano 1	70.330	71.387	71.239	74.610	0.0851	0.4520	0.1122
Ano 2	71.429	72.914	72.414	72.383			
	FDA folha ⁵ (% da MS)						
Ano 1	44.448	47.232	49.580	46.942	0.2447	0.0587	0.2385
Ano 2	48.230	49.802	44.112	44.094			
	MS colmo ⁶ (%)						
Ano 1	23.797	23.437	21.808	21.209	0.0585	0.1185	0.5497
Ano 2	15.871	18.327	21.756	21.203			
	MO colmo ⁷ (% da MS)						
Ano 1	90.791	90.509	89.860	90.820	0.0020	0.7205	0.0747
Ano 2	90.879	92.672	92.987	93.252			
	PB colmo ⁸ (% da MS)						
Ano 1	5.224	3.951	4.041	3.593	<0.0001	0.1839	0.0018
Ano 2	6.898	5.426	5.591	4.124			
	FDN colmo ⁹ (% da MS)						
Ano 1	79.393	83.613	76.808	83.467	0.0408	0.2146	0.0024
Ano 2	77.629	77.971	78.797	80.496			
	FDA colmo ¹⁰ (% da MS)						
Ano 1	56.379	62.974	60.140	58.430	0.4302	0.0074	0.0004
Ano 2	54.921	56.498	51.559	54.067			

3 $Y_1=24.99886984-0.089474581.A+0.08242114.I$ ($R^2= 0.51$)

4 $Y_2=91.43012$

5 $Y_3=14.46570664+1.53561069.A-0.26851063.I+0.00211043.I^2$ ($R^2= 0.79$)

6 $Y_4=71.87815$

7 $Y_5=46.80493$

8 $Y_6=20.92610$

9 $Y_7=87.51136153+1.95245525.A+0.02455357.I$ ($R^2= 0.63$)

10 $Y_8=14.56415991+1.30294062.A-0.85396951.I+0.02021365.I^2-0.00015632.I^3$ ($R^2= 0.81$)

11 $Y_9=41.14522762-2.09700169.A+3.54412023.I-0.09277065.I^2+0.00075549.I^3$ ($R^2= 0.44$)

12 $Y_{10}=15.58678535-5.21961144.A+4.02110857.I-0.09851618.I^2+0.00074455.I^3$ ($R^2=0.74$)

1 Tabela 3. Composição química-bromatológica do feno de *Panicum maximum* cv. Tamani em diferentes
 2 intervalos de corte

	Intervalo de corte (dias)				P-value		
	21	35	49	63	L	Q	C
	MS ¹ (%)						
Ano 1	89.696	89.107	88.407	88.689	0.0099	0.3008	0.0668
Ano 2	86.080	88.345	86.559	85.882			
	MO ² (% da MS)						
Ano 1	91.748	92.241	91.620	91.433	0.7216	0.3884	0.0483
Ano 2	90.366	90.650	90.556	91.060			
	PB ³ (% da MS)						
Ano 1	10.532	8.527	8.107	6.450	<0.0001	0.0219	0.0003
Ano 2	11.209	9.842	9.261	8.454			
	FDN ⁴ (% da MS)						
Ano 1	69.404	71.697	70.973	70.762	0.4784	0.0118	0.0004
Ano 2	74.467	76.962	73.790	75.089			
	FDA ⁵ (% da MS)						
Ano 1	44.164	45.605	46.001	45.931	0.0068	0.2143	0.0348
Ano 2	50.109	51.676	50.216	51.684			
	LIGNINA ⁶ (% da MS)						
Ano 1	6.401	6.907	6.381	5.690	0.0163	0.0135	0.0227
Ano 2	7.585	8.198	7.388	7.571			
	DIVMS ⁷ (%)						
Ano 1	68.664	65.216	63.258	60.950	<0.0001	0.4322	0.0394
Ano 2	68.804	65.459	67.085	64.357			
3	Y ₁ =92.14811464-2.258218669.A-0.02178812.I (R ² =0.55)						
4	Y ₂ =87.96556665-1.10229256.A+0.40125975.I-0.00995857.I ² +0.00007671.I ³ (R ² =0.67)						
5	Y ₃ =17.87967192+1.2871785.A-0.69442397.I+0.01523849.I ² -0.00011634.I ³ (R ² =0.94)						
6	Y ₄ =38.69898496+4.36780981.A+2.23565025.I-0.05466759.I ² +0.00041514.I ³ (R ² =0.88)						
7	Y ₅ =25.67465753+5.49604675.A+1.08846923.I-0.02602537.I ² +0.00019840.I ³ (R ² =0.90)						
8	Y ₆ = -1.753048758+1.340742063.A+0.562461474.I-0.01360748.I ² +0.000099763.I ³ (R ² =0.81)						
9	Y ₇ =89.24143241+1.90394994.A-1.88373409.I+0.04384411.I ² -0.00033908.I ³ (R ² =0.69)						

ARTIGO IV

Glicerina bruta na ensilagem de capim-tamani sob diferentes idades de corte

Resumo

O objetivo foi avaliar a inclusão de glicerina bruta como aditivo para melhoria dos parâmetros fermentativo, do valor nutritivo e microbiologia das silagens de capim-tamani. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3, com três idades de corte (IC): 65, 80 e 95 dias, três níveis de glicerina bruta (GB): 0, 20 e 40 g kg⁻¹ da matéria natural e com quatro repetições cada. Utilizou-se silos experimentais de PVC os quais foram abertos aos 50 dias de fermentação, para determinação dos parâmetros fermentativos e perdas na ensilagem, composição químico-bromatológico, cinética de degradação *in vitro*, contagem de clostrídios, fungos+leveduras e presença de bactérias gram-negativas. Menor valor de N-NH₃ foi encontrado aos 95 dias sem adição de GB e com 20 g kg⁻¹ de GB, 1,79 e 1,98. As maiores perdas das silagens e pH foram aos 65 dias em todos os níveis de inclusão de GB. Os maiores teores de MS foram observados aos 95 dias, o inverso ocorreu para PB. O menor teor de FDN foi de 71,53% observado aos 65 dias com adição de 40 g kg⁻¹ de GB e a maior DIVMS de mais de 57% foi encontrada nos tratamentos com adição de 20 g kg⁻¹ de GB aos 65 e 80 dias de idade de corte. A maior taxa de degradação da fração rápida foi aos 95 dias. O menor *Lag time* foi aos 95 dias com a inclusão de 20 e 40 g kg⁻¹ de GB, com valores de 2,97 e 2,64 horas. Menores valores para fração de lenta degradação das silagens de capim-tamani foram observados aos 85 dias com todos os níveis de inclusão de GB. Os menores valores de taxa de degradação da fração lenta foram observados aos 65 dias com 40 g kg⁻¹ de GB e aos 95 dias sem inclusão de GB. A maior contagem de bactérias clostrídicas foi aos 95 dias com valor de 2,0x10⁹ UFC g⁻¹, o maior valor foi obtido sem inclusão de glicerina bruta com contagem de 1,8x10⁹ UFC g⁻¹. Para contagem de fungos + leveduras observou menores valores aos 65 dias com adição de 20 g kg⁻¹ de GB, seguido de 65 com 40 g kg⁻¹ de GB. O capim-tamani ensilado aos 80 dias de idade de corte com adição de 20 g kg⁻¹ de glicerina bruta na matéria natural proporcionou silagem de melhor valor nutritivo, perfil fermentativo, menor contagem de *Clostridium* e ausência de bactérias-gram negativas.

1 **Palavra-chave:** aditivo, composição bromatológica, fermentação, *Panicum maximum*,
2 microbiologia

3

4 **1. INTRODUÇÃO**

5 O processo de ensilagem consiste em transformar a forragem fresca em uma massa
6 completamente estabilizada, no qual o principal objetivo é atingir valores de pH
7 suficientes para impedir o crescimento de microrganismos indesejáveis e inibir as
8 atividades enzimáticas da forrageira (Ferreira et al., 2013). A ensilagem de culturas
9 forrageiras tropicais tem-se tornado uma alternativa às culturas tradicionais, isto deve-se
10 a menor exigência de tratos culturais, de fertilidade do solo e conferirem maior número
11 de cortes, os quais estão associados à rotina do manejo das pastagens empregado na
12 propriedade (Quaresma et al., 2010).

13 Dentre as gramíneas perenes encontra-se o *Panicum maximum* cv. BRS Tamani,
14 segundo Braga et al. (2019) esta cultivar apresenta alta relação folha:colmo, com valor de
15 3,24, 62% de digestibilidade, enquanto que Batistoti et al. (2019) observaram massa de
16 forragem verde com incrementos de 50,93 kg ha⁻¹.dia.

17 Porém, apesar das gramíneas perenes temperadas poderem ter altos rendimentos
18 apresentam, concomitantemente, alta umidade, baixa concentração de carboidratos
19 solúveis e tamponamento que limitam a produção de silagem, além disso, o valor nutritivo
20 reduz rapidamente com o aumento da maturidade (Vendramini et al., 2010).

21 Diante do exposto a silagem dessas forrageiras necessitam de aditivos para auxiliar
22 as condições fermentativas das silagens. Bolson et al. (2017) afirmam que atualmente os
23 subprodutos como farelos, polpa cítrica e glicerina bruta estão sendo empregadas na
24 alimentação animal. Ainda, segundo Santos et al. (2010) esses produtos apresentam altas
25 concentrações de carboidratos solúveis, o que melhora o perfil fermentativo e o valor
26 nutricional, além de poder reduzir as perdas durante o processo de ensilagem. Quando a
27 qualidade da fermentação é melhorada na silagem pode inibir o crescimento de
28 microrganismos indesejáveis, como clostrídios, fungos e leveduras (Zopollatto et al.,
29 2009).

30 Objetivou-se avaliar a inclusão de glicerina bruta como aditivo para melhoria dos
31 parâmetros fermentativo, do valor nutritivo e microbiologia das silagens de capim-
32 tamani.

33

34

1 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

2 **2.1. Local do experimento e delineamento experimental**

3 O experimento foi realizado no setor de forragicultura, da Fazenda Escola da
4 Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, localizada em Terenos – MS. A Fazenda
5 Escola está situada 20°26'34.31" de latitude sul, 54°50'27.86" de longitude oeste e 530,7
6 m de altitude, entre os meses de outubro de 2015 e abril de 2016. A precipitação,
7 temperatura mínima, média e máxima do período experimental encontra-se na Figura 1.

8 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial
9 3x3, com três idades de corte (65, 80 e 95 dias) do *Panicum maximum* cv. BRS Tamani,
10 três níveis de glicerina bruta (0, 20 e 40 g kg⁻¹ da matéria natural) e com quatro repetições
11 cada tratamento.

12 **2.2. Mensuração da produção e componentes morfológicos**

13 A massa de forragem (MFS) foi mensurada utilizando o método do quadrado, realizou-
14 se o corte do capim-tamani a 10 cm do solo com um quadrado metálico de 1,0 m²,
15 posteriormente, as amostras foram pesadas. Em seguida as amostras coletadas foram
16 levadas ao laboratório para separação dos componentes morfológicos: folha (lâmina
17 foliares), colmo (colmos e bainhas foliares) e material senescente, posteriormente,
18 acondicionadas em sacos de papel, pesadas e levada na estufa de circulação forçada de ar
19 a 55°C por 72 horas e pesadas para estimar a matéria seca antes da ensilagem. A relação
20 folha:colmo (RFC) foi calculada dividindo a proporção de folha pela de colmo. Os dados
21 de produção, composição da forragem e composição química da glicerina bruta
22 encontram-se na Tabela 1.

23

24 **2.3. Ensilagem**

25 Quando atingiu cada idade de corte o capim-tamani foi colhido e picado com tamanho de
26 partícula de aproximadamente 2,0 cm, homogeneizado com a glicerina bruta em cada
27 uma das respectivas concentrações, posteriormente, foram compactados com soquetes de
28 madeira em microsilos de PVC (50 cm de altura x 10 cm de diâmetro). Cada microsilo
29 continha uma camada de areia seca e tecido não tecido (TNT) para determinar as perdas
30 por efluente (PE), perdas por gases (PG) e perda total de matéria seca (PMS). Após a
31 compactação do material, os microsilos foram vedados e lacrados com fita adesiva,
32 pesados e armazenados em local coberto.

1 **2.3. Perdas e parâmetros fermentativos**

2 Quando atingiram 50 dias de fermentação, os microssilos foram pesados, para
3 determinação das PMS, PG e PE, em seguida foram abertos. Para o cálculo das perdas foi
4 utilizado equação adaptada de Jobim et al. (2007). Aproximadamente 10 cm de cada
5 extremidade do conteúdo dos silos abertos foram desprezados. O conteúdo central foi
6 homogeneizado e separado em duas amostras, a primeira porção foi destinada para
7 determinação do pH (Silva & Queiroz, 2002) e do nitrogênio amoniacal (N-NH₃)
8 conforme Bolsen et al., (1992).

9 **2.4. Composição química-bromatológica e cinética de degradação *in vitro***

10 Uma amostra da silagem foi pré-seca em estufa de ventilação forçada, a 55°C por 72
11 horas, logo após foram moídas em moinho de facas tipo Willey e destinadas para
12 determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta
13 (PB), fibra em detergente neutro (FDN), conforme procedimentos descritos por AOAC
14 (1996). As digestibilidades *in vitro* da matéria seca (DIVMS foram determinadas de
15 acordo com Ítavo et al. (2015).

16 A cinética de degradação *in vitro* foi estipulada segundo Ítavo *et al.* (2017). Os
17 parâmetros foram obtidos por meio do modelo logístico bicompartimental proposto por
18 Schofield et al. (1994). As variáveis avaliadas foram o volume de gás produzido da fração
19 rápida e/ou solúvel (A); taxa de degradação da fração rápida e/ou solúvel (B); *Lag time*
20 (LAG); volume de gás produzido da fração lenta e/ou fibrosa (D); e taxa de degradação
21 da fração lenta e/ou fibrosa (E)

22 **2.4. Avaliação microbiológica**

23 Uma amostra de cerca de 3 g da silagem fresca foi colocada em isopor com gelo
24 encaminhadas ao laboratório de microbiologia para quantificar as bactérias clostrídicas,
25 fungos+leveduras e presença de bactérias gram-negativas fermentadoras ou não de ácido
26 láctico. A metodologia utilizada foi segundo França et al. (2015).

27 **2.5. Análise estatística**

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

30

31

1 3. RESULTADOS

2 A interação entre idade de corte (IC) e nível de glicerina bruta (GB) teve efeito
3 significativo ($p < 0,05$) sobre o teor de N-NH₃, densidade, PMS, PG das silagens de capim-
4 tamani (Tabela 2). Menores valores de N-NH₃ foi encontrado aos 95 dias sem adição de
5 GB e com 20 g kg⁻¹ de GB, 1,79 e 1,98, respectivamente. As maiores densidades foram
6 observadas aos 65 dias com todos os níveis de aditivo e aos 80 dias com inclusão de 20 e
7 40 g kg⁻¹ de GB. Já as maiores PMS foram aos 65 dias em todos os níveis de inclusão de
8 GB.

9 Não houve interação ICxGB para pH, PE e RMS das silagens de capim-tamani
10 (Tabela 2), no qual o maior valor de pH foi observado aos 65 dias, média de 4,79, e nas
11 silagens sem adição de aditivo, média de 4,83, ao passo que a PE sofreu efeito
12 significativo apenas da idade de corte ($p < 0,001$), com o menor valor observado aos 95
13 dias, com média de 16,51%, enquanto que o inverso ocorreu para RMS o qual também se
14 observou efeito apenas da idade de corte ($p < 0,001$), apresentando o menor valor com
15 média de 85,43% aos 65 dias.

16 O teor de MO do capim-tamani não sofreu efeito significativo da interação ICxGB
17 ($p = 0,059$), nem efeito da IC ($p = 0,807$) ou dos níveis de GB ($p = 0,052$). Porém houve
18 efeito significativo da interação ICxGB para os teores de MS, PB, FDN e DIVMS da
19 silagem (Tabela 3). Os maiores teores de MS foram observados aos 95 dias com ou sem
20 inclusão de GB, e concomitante, o inverso ocorreu para PB, onde os menores valores
21 foram aos 95 dias com ou sem inclusão de GB. O menor teor de FDN foi de 71,53%
22 observado aos 65 dias com adição de 40 g kg⁻¹ de GB. Ao passo que a maior DIVMS de
23 mais de 57% foi encontrada nos tratamentos com adição de 20 g kg⁻¹ de GB aos 65 e 80
24 dias de idade de corte (Tabela 3).

25 Não houve efeito da idade de corte e do aditivo sobre a fração rápida degradação
26 (A) do capim-tamani ($p > 0,05$), enquanto que a taxa de degradação da fração A (B) sofreu
27 efeito significativo ($p = 0,01$) com as idades de corte, os maiores valores de B foram
28 observados aos 95 dias. A interação ICxGB foi significativa para o *Lag time* e para a taxa
29 de degradação da fração D (E) ($p < 0,05$), porém houve apenas efeito significativo da idade
30 de corte para a fração lenta (D). O menor *Lag time* foi encontrado aos 95 dias com a
31 inclusão de 20 e 40 g kg⁻¹ de GB, com valores de 2,97 e 2,64 horas, respectivamente.
32 Menores valores para D das silagens de capim-tamani foram observados aos 85 dias com
33 todos os níveis de inclusão de GB, menores valores aos 95 dias e intermediário para 65

1 dias de intervalo de corte. Os menores valores de E foram observados aos 65 dias com 40
2 g kg⁻¹ de GB (0,010 %/hora) e aos 95 dias sem inclusão de GB (0,020%/hora).

3 A interação entre ICxGB não influenciaram significativamente a contagem de
4 *Clostridium* sp. (p=0,8406), porém teve efeito independente tanto da idade de corte
5 quanto para nível de glicerina bruta (Figura 2). A maior contagem de bactérias clostrídicas
6 foi aos 95 dias com valor de 2,0x10⁹ UFC g⁻¹, mas aos 80 e 95 dias foram semelhantes
7 entre si. Com relação ao aditivo, o maior valor foi obtido sem inclusão de glicerina bruta
8 com contagem de 1,8x10⁹ UFC g⁻¹, enquanto que os níveis de 20 e 40 g kg⁻¹ de GB foram
9 semelhantes entre si, com valor médio de 1,08x10⁹. Para contagem de fungos + leveduras
10 houve interação entre ICxGB, onde menores valores foram observados aos 65 dias com
11 adição de 20 g kg⁻¹ de GB, seguido de 65 com 40 g kg⁻¹ de GB. As maiores contagens
12 foram encontradas aos 95 dias de corte com 20 g kg⁻¹, esta não diferiu das demais silagens.

13 Bactérias gram-negativas foram encontradas apenas aos 95 dias, no qual quando
14 não teve a inclusão de GB observou-se a presença de bactérias gram-negativas
15 fermentadoras e não fermentadoras de lactose, ao passo que houve a presença de gram-
16 negativas não fermentadoras de lactose com 20 g kg⁻¹ de GB, enquanto que se observou
17 a presença de gram-negativa fermentadoras de lactose com 40 g kg⁻¹ de inclusão de GB.

18

19 **4. DISCUSSÃO**

20 A redução no N-NH₃ deve-se mais ao aumento da idade de corte do que pela inclusão de
21 glicerina bruta. A redução de N-NH₃ encontrada na silagem sem inclusão de GB para 20
22 g kg⁻¹ foi de 20,5%, enquanto que para 40 g kg⁻¹ foi de 4,2% de redução no NH₃. Ao
23 mesmo tempo que foram observadas reduções de 27,3% e 52% quando a idade de corte
24 aumentou de 65 para 80 e 95 dias, respectivamente. As reduções nos valores de N-NH₃
25 são desejáveis, já que essa variável mostra o grau de quebra das ligações proteicas,
26 McDonald et al. (1991) concluíram que a falta de estabilidade durante a fermentação da
27 silagem promove extensa degradação de aminoácidos em amônia, CO₂ e aminas, o que
28 eleva o teor de N-NH₃.

29 Rigueira et al. (2018) encontraram reduções de 11,9 para 7,3 de N-NH₃ quando
30 adicionou 150 g kg⁻¹ de GB comparada a silagem sem Glicerina afirmando que a
31 quantidade de aditivo melhorou o perfil fermentativo da silagem de capim-elefante. Dias
32 et al. (2014) avaliaram a silagem de cana de açúcar com a inclusão de glicerina bruta com
33 níveis de 0, 10, 20, 30 e 40 g kg⁻¹ e não observaram efeito significativo da inclusão para
34 N-NH₃, apresentando valor médio de 1,64, valor próximo ao encontrado para a silagem

1 de capim-tamani aos 95 dias. Entretanto, Santos et al. (2011) observaram reduções nos
2 valores de N-NH₃ de 224,9 g kg⁻¹ do total de N aos 30 dias de rebrota a 102,1 g kg⁻¹ do
3 total de N aos 70 dias de rebrota, para silagens de *Brachiaria decumbens* cv. Basiliski,
4 ainda com a redução no teor de N-NH₃, esses valores ainda são maiores aos encontrados
5 para a silagem de capim-tamani com o aumento da idade de corte (65 a 95 dias).

6 A adição de glicerina bruta na ensilagem do capim-tamani no nível de 20 ou 40 g
7 kg⁻¹ reduz o pH em relação aquelas silagens sem inclusão de aditivo, além disso o
8 aumento da idade de corte de 65 dias reduz o pH de 4,80 para 4,25 aos 80 dias e 4,45 aos
9 95 dias. Valores de pH dentro da faixa ideal foi observado aos 80 dias com 20 e 40 g kg⁻¹
10 ¹, com média de 4,06, no qual segundo Tomich et al. (2004) a faixa ideal de uma silagem
11 bem conservada seria de 3,8 a 4,2. O valor de pH dentro da faixa recomendada mostra
12 que a silagem com bom padrão fermentativo, visto que é nessa faixa, geralmente, que
13 pode se restringir o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, com por exemplo
14 enterobactérias e clostrídios, o qual pode ser observado quando se reduziu o pH dentro de
15 cada idade com a inclusão de glicerina bruta na Tabela 2 e a redução das bactérias
16 clostrídicas com a adição de 20 e 40 g kg⁻¹ de GB na figura 2.

17 A densidade das silagens de capim-tamani reduziu com o aumento da idade de
18 corte, enquanto que a adição de glicerina bruta favoreceu o aumento da densidade. As
19 menores densidades em maiores idades podem estar relacionadas ao maior teor de MS do
20 capim-tamani no momento do corte, com valores elevando de 19,06, 23,06 e 28,41 para
21 as idades de 65, 80 e 95 dias, respectivamente, ou seja, o aumento no teor de matéria seca
22 pode comprometer a compactação da forrageira no silo. Tomich et al (2004), encontraram
23 correlação alta e negativa entre o teor de MS e a densidade das silagens. Segundo esses
24 autores, quando as silagens são mal compactadas podem promover excesso de oxigênio
25 dentro do silo, enquanto que o inverso leva a produção excessiva de efluentes, porém
26 tanto a má compactação quanto a compactação excessiva são desfavoráveis para o
27 processo de fermentação e valor nutritivo. A densidade para boa compactação está entre
28 550 e 850 kg m⁻³ (Jobim et al., 2007). Logo, a boa compactação das silagens de capim-
29 tamani foi observada aos 65 dias com ou sem inclusão de GB e aos 80 dias com a inclusão
30 de 20 e 40 g kg⁻¹ de GB.

31 As perdas tanto de matéria seca, por gases e por efluente da silagem de capim-
32 tamani reduziram com o aumento da idade de corte. Segundo Santos et al. (2014a), a
33 reduções de perdas por gases e efluente com o aumento da idade de corte está relacionada
34 aos maiores teores de MS, encontrados em forrageiras mais maduras, o que corrobora

1 com a silagem de capim-tamani os quais possuem maior teor de MS na ensilagem em
2 maiores idades (Tabela 1). Além disso foi aos 95 dias que se observou o teor de matéria
3 seca (28,41%) superior ao mínimo preconizado por McDonald et al. (1991) para
4 minimizar as perdas de efluentes.

5 A RMS foi maior aos 95 dias, enquanto que menor recuperação foi observada aos
6 65 dias e valor intermediário aos 80 dias. A maior recuperação na maior idade de corte
7 pode ter ocorrido pelo maior teor de MS encontrado nessa idade e menores perdas por N-
8 NH₃, corroborando com Tonin et al. (2018) os quais encontraram menores recuperação
9 quando se adicionaram glicerina bruta na ensilagem, promovendo menores teores de MS
10 na massa ensilada e maiores perdas de compostos nitrogenados do que silagens com
11 adição de milho moído. Santos et al. (2014a) avaliaram silagens de capim-mombaça em
12 quatro idades de corte e também observaram aumentos da RMS com o avanço da idade,
13 esse aumento foi na ordem de 0,16% por dia de idade.

14 Com o aumento da idade de corte observou-se aumentos do teor de MS e FDN, e o
15 efeito inverso foi obtido para o teor de PB. Aos 80 dias de corte encontrou menor teor de
16 MS na silagem com inclusão de 20 g kg⁻¹ em relação a silagem sem adição e com 40 g
17 kg⁻¹ de GB. Efeito benéfico para PB foi encontrado nas silagens de 65 e 80 dias de idade
18 quando incluiu 20 e 40 g kg⁻¹ de GB, já que essas apresentaram teores de PB maior do
19 que a sem inclusão. Porém esse efeito da GB não foi observado aos 95 dias de idade. A
20 glicerina pode ter auxiliado na fermentação nessas idades, já que observando os dados de
21 N-NH₃ verifica-se uma redução nas idades 65 e 80 dias com a inclusão de GB, assim
22 como redução da contagem de bactérias clostrídicas.

23 O teor de FDN elevou-se com avanço da idade de corte, porém quando houve a
24 inclusão de GB observou-se a redução desta fração fibrosa. Esse efeito encontrado no teor
25 de FDN com a adição de GB na ensilagem, ocorre pelo ingrediente glicerina bruta não
26 conter nenhum tipo de fibra em sua composição, então, há um efeito de diluição da fração
27 fibrosa quando se adiciona glicerina na massa ensilada. Rigueira et al. (2017) observaram
28 um efeito de diluição com a adição de glicerina bruta na ensilagem de capim-tifton 85,
29 no qual a redução foi de 26,3% do controle (sem adição) para a maior inclusão (150 g kg⁻¹
30 ¹). Da mesma forma Tonin et al. (2018) encontraram diminuição nos teores de FDN e
31 FDA quando substituíram milho moído pela glicerina bruta na silagem de capim-elefante.
32 Segundo Santos et al. (2014a) o incremento da MS e FDN com o avanço da maturidade
33 já era um efeito esperado, já que medida que as forrageiras amadurecem há intensificação

1 no alongamento do caule e redução na proporção das folhas, o que levaria a uma redução
2 no conteúdo celular e no valor nutritivo da planta com maturidade.

3 A DIVMS das silagens foi maior com a inclusão de 20 g kg⁻¹ de GB com as idades
4 de 65 e 80 dias, os valores observados foram de 57,63 e 57,95%, respectivamente. Essas
5 melhores digestibilidade pode ter ocorrido pela redução de FDN e aumento da PB nessas
6 silagens. Os microrganismos ruminais podem ser afetados pelo glicerol contido na
7 glicerina, o que pode ter ocorrido para o nível de 40 g kg com redução da digestibilidade,
8 Roger et al. (1992) afirmaram que pode haver inibição da atividade celulolítica dos fungos
9 quando é incluso mais de 5% de glicerol na matéria seca, além de níveis de 2 a 5% de
10 glicerol na MS poderem afetar negativamente o crescimento de bactérias celulolíticas
11 como *Fibrobacter succinogenes*. Como a glicerina bruta contem de 75 a 80% de glicerol
12 (Kerr et al., 2009) e considerando a matéria seca do capim-tamani aos 65 dias de 19% e
13 aos 80 dias de 23%, conseqüentemente, os teores de glicerol nas silagens de 65 e 80 dias
14 com inclusão de 40 g kg⁻¹ GB foram de 15,8 e 13,0% na MS, respectivamente, níveis
15 muito superiores aos preditos por Roger et al. (1992) para inibição de microrganismos.

16 A fração solúvel (A) das silagens de capim-tamani foi semelhante em todas as
17 idades de corte e para todos os níveis de GB. Porém a taxa de degradação da fração A (B)
18 foi afetada pela idade de corte, mostrando que aos 95 dias teve maior B em relação as
19 demais idades com valor de 0,325 mL/hora, então segundo Silva et al (2014), pode- se
20 inferir que esse maior valor é indicio de maior taxa de passagem desse alimento pelo trato
21 gastrointestinal e, logo, maior consumo.

22 A fração D foi maior aos 95 dias de idade, isso pode ter ocorrido pelo maior teor de
23 fibras, como FDN nessa idade, no qual segundo Nogueira et al. (2006) o volume de gás
24 produzido vai depender da natureza do alimento, ou seja, quanto mais fibra tiver maior
25 será o volume de gás produzido. E apesar de ter maior volume de gás da fração fibrosa, a
26 taxa de degradação foi semelhante as demais silagens, diferenciando apenas aos 65 dias
27 com inclusão de 40 g kg⁻¹ de GB, o qual apresentou a menor taxa de todos com valor de
28 0,010 mL/hora. A fração E das silagens de capim-tamani com ou sem adição de GB foi
29 maior do que o observado para Silva et al. (2014), os quais estudaram silagem de sorgo
30 com média de taxa de degradação da fração lenta de 0,011 mL/h.

31 Menor *Lag time* foi observado aos 95 dias com inclusão de 20 e 40 g kg⁻¹, com
32 valores de 2,967 e 2,636, tempos semelhantes aos encontrados por Silva et al. (2014),
33 com silagem de sorgo com média 2,221 horas. O *Lag time* consiste no tempo de
34 colonização da amostra pelos microrganismos, o qual quanto maior a presença de frações

1 solúveis rapidamente fermentáveis e características físicas e químicas da parede celular
2 da amostra, capazes de facilitar a ação microbiana sob a amostra, menor será o tempo de
3 colonização (Magalhães et al., 2006).

4 As menores contagens de clostrídios foram observadas aos 65 e 85 dias, a adição
5 de 20 ou 40 g kg⁻¹ de GB também foi efetivo na redução de clostrídios. As bactérias
6 clostrídicas requerem valores relativamente altos de pH, como acima de 4,5, assim,
7 fatores que atrasam o declínio do pH na silagem podem favorecer o crescimento de
8 clostrídios (Driehuis et al., 2018), como a maior contagem de clostrídios foi encontrada
9 aos 95 dias, pode ser que a baixa densidade da silagem promoveu maiores teores de
10 oxigênio na massa ensilada logo, retardando o abaixamento do pH, os quais nessa idade
11 ficaram em torno de 4,45, podendo assim promover o maior desenvolvimento dessas
12 bactérias. Santos et al. (2014b) encontraram que a adição de 100 g kg⁻¹ de glicerina
13 reduziu a população de clostrídios na silagem de cana-de-açúcar, assim como foi
14 observado para a silagem de capim-tamani, porém com uma dosagem mais baixa de 20
15 ou 40 g kg⁻¹ de GB. Segundo Da Silva et al. (2009), o glicerol pode ser utilizado pelos
16 microrganismos como fonte de energia e de carbono, logo, a glicerina bruta pode ter sido
17 fonte de carbono e energia para as bactérias benéficas na ensilagem, fazendo que o meio
18 fosse impróprio para o desenvolvimento de clostrídios.

19 Menores contagens de fungos e leveduras foram encontradas aos 65 dias com
20 inclusão de 20 g kg⁻¹, seguidas da silagem de 65 dias sem inclusão. Embora tenha
21 encontrado a presença de fungos e leveduras na análise realizada não significa que ele se
22 desenvolveria na silagem, já que só se desenvolvem em meio favorável a tais
23 microrganismos, como pela presença de oxigênio no meio. As leveduras são muito mais
24 importantes quando a silagem entra em contato com o oxigênio, pois são organismos
25 aeróbicos que podem se desenvolver em pH de 3,5, ou seja, elas podem começar a
26 desenvolver na abertura do silo, alimentação animal, ou na armazenagem quando há
27 entrada de O² no silo, além disso a medida que as leveduras usam o ácido lático para se
28 desenvolverem aerobicamente há o aumento do pH da silagem, o qual facilita o
29 crescimento de outros microrganismos aeróbicos indesejáveis (Muck, 2010). Já em
30 relação aos fungos, eles raramente aparecem ou se apresentam em quantidade para
31 interferir na qualidade da massa ensilada, porém quando há a presença visual desse
32 organismo significa que a silagem apresenta qualidade inferior do que quando foi ensilada
33 (Muck, 2010).

1 A presença de bactérias gram-negativas fermentadoras (BGNFL) e não
2 fermentadoras de lactose (BGNNFL) foram observadas aos 95 dias de idade. Dentre essas
3 bactérias estão as do gênero *Enterobacter*, *Echerichia*, *Salmonella* e *Klebisiella*, Segundo
4 Jobim et al. (1999) as enterobactérias tem crescimento nos primeiros dias de ensilagem,
5 competem com as bactérias ácido-láticas pelos açúcares e produzem ácido acético como
6 produto da fermentação, além disso a população dessas bactérias tendem a reduzir
7 significativamente com a acidificação do meio. Segundo McDonald (1981), a diminuição
8 das enterobactérias melhora a qualidade da silagem, pois estas bactérias fermentam
9 açúcares, formando ácido acético e gás carbônico, aumentando as perdas de matéria seca
10 e energia da silagem. Com isso podemos inferir que a acidez na silagem aos 95 dias pode
11 não ser suficiente para inibir tais bactérias gram-negativas.

12

13 **5. CONCLUSÃO**

14 O capim-tamani ensilado aos 80 dias de idade de corte com adição de 20 g kg⁻¹ de
15 glicerina bruta na matéria natural proporcionou silagem de melhor valor nutritivo, perfil
16 fermentativo, menor contagem de *Clostridium* e ausência de bactérias-gram negativas.

17

18 **AGRADECIMENTOS**

19 Os autores agradecem a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Fundação
20 de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato
21 Grosso do Sul (FUNDECT), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
22 Tecnológico (CNPq), e este estudo em parte foi financiado pela Coordenação de
23 Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código Financeiro
24 Code 001.

25

26 **CONFLITOS DE INTERESSE**

27 Os autores declaram não haver nenhum conflito de interesse.

28

29 **REFERÊNCIA**

30 AOAC. (1996). Official methods of analysis, 16th ed. Association of Official Analytical
31 Chemists: Arlington, VA).
32 Batistoti, J., Marcato Jr., Ítavo, L., Matsubara, E., Gomes, E., Oliveira, B., Souza, M.,
33 Siqueira, H., Salgado Filho, G., Akiyama, T., Gonçalves, W., Liesenberg, V., Li, J., &

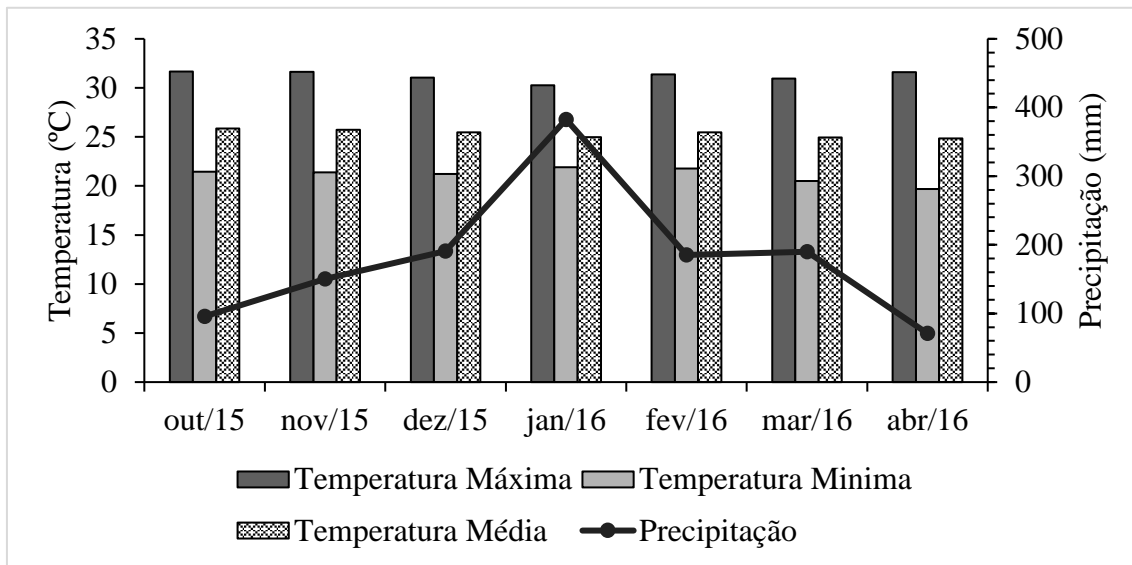
- 1 Dias, A. (2019). Estimating Pasture Biomass and Canopy Height in Brazilian Savanna
2 Using UAV Photogrammetry. *Remote sensing*, 11, 1-12.
3 <https://doi.org/10.3390/rs11202447>
- 4 Bolsen, K. K., Lin, C., Brent, B. E., & Gadeken, D. (1992). Effect of silage additives on
5 the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. *Journal of*
6 *Dairy Science*, 75, 3066-3083. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)78070-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)78070-9)
- 7 Bolson, D. C., Pereira, D. H., Pina, D. S., Pedreira, B. C., Mombach, M. A., & Xavier, I.
8 M. (2017). Fermentative and bromatological value of Piatã palisadegrass ensiled with
9 different additives. *Archivos de Zootecnia*, 66, 515-521.
10 <https://doi.org/10.21071/az.v66i256.2767>
- 11 Braga, G. J., Maciel, G. A., Guimarães Jr., R., Ramos, A. K. B., Carvalho, M. A.,
12 Fernandes, F. D., Fonseca, C. E. L., & Jank, L. (2019). Performance of young Nellore
13 bulls on guinea grass pastures under rotational stocking in the Brazilian Cerrado. *Tropical*
14 *Grasslands*, 7, 214-222. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(7\)214-222](https://doi.org/10.17138/TGFT(7)214-222)
- 15 Da Silva, G. P., Mack, M., & Contiero, J. (2009). Glycerol: A promising and abundant
16 carbon source for industrial microbiology. *Biotechnology Advances*, 27, 30-39.
17 <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.07.006>
- 18 Dias, A. M., Ítavo, L. C. V., Ítavo, C. C. B. F., Blan, L. R., Gomes, E. N. O., Soares, C.
19 M., Leal, E. S., Nogueira, E., & Coelho, E. M. (2014). Ureia e glicerina bruta como
20 aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e*
21 *Zootecnia*, 66, 1874-1882. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-7349>
- 22 Driehuis, F., Wilkinson, J. M., Jiang, Y., Ogunade, I., & Adesogan, A. T. (2018). Silage
23 review: Animal and human health risks from silage. *Journal of Dairy Science*, 101, 4093-
24 4110. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13836>
- 25 Ferreira, D. J., Zanine, A. M., Lana, R. P., Ribeiro, M. D., Alves, G. R., & Mantovani, H.
26 C. (2014). Chemical composition and nutrient degradability in elephant grass silage
27 inoculated with *Streptococcus bovis* isolated from the rumen. *Annals of the Brazilian*
28 *Academy of Sciences*, 86, 465-473. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-37652014112312>
- 29 França, A. M. S., Ferreira, I. C., Hermisdorff, I. C., Mendonça, E. P., Fernandes, E. A.,
30 & Rossi, D. A. (2015). Dinâmica química, microbiológica e física da silagem de farelo
31 úmido de glúten de milho. *Ciência Rural*, 45, 684-689. [http://dx.doi.org/10.1590/0103-](http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140716)
32 [8478cr20140716](http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140716)
- 33 Ítavo, L. C. V., Ítavo, C. C. B. F., Petit, H. V., Dias, A. M., Santos, M. C., Souza, A. D.
34 V., Goularte, S. R., Leal, E. S., Mello, J. A. T., Niwa, M. V. G., & Moraes, G. J. (2017).

- 1 Kinetecs of termal decomposition processes and kinetics of degradation in rumen liquor
2 of glycerin derived from biodiesel production. *Industrial Crops & Products*, 104, 1-6.
3 doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.04.016
- 4 Ítavo, L. C. V., Soares, C. M., Ítavo, C. C. B. F., Dias, A. M., Petit, H. V., Leal, E. S., &
5 Souza, A. D. V. (2015). Calorimetry, Chemical composition and *in vitro* digestibility of
6 oilseeds. *Food Chemistry*, 185, 219-225.
7 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.007>
- 8 Jobim, C. C., Nussio, L. G., Reis, R. A., & Schmidt, P. (2007). Avanços metodológicos
9 na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36,
10 101-119. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007001000013>
- 11 Jobim, C. C., Reis, R. A., Schoken-Iturrino, R. P., & Rosa, B. (1999). Desenvolvimento
12 de microrganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho e de espigas
13 de milho sem brácteas. *Acta Scientiarum*, 21, 671-676.
14 <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v21i0.4348>
- 15 Kerr, B. J., Weber, T. E., Dozier, W. A., Kidd, M. T. (2009). Digestible and metabolizable
16 energy content of crude glycerin originating from different sources in nursery pigs.
17 *Journal of Animal Science*, 87, 4042-4049. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1676>
- 18 Magalhães, R. T., Gonçalves, L. C., Maurício, R. M., Rodrigues, J. A., Borges, I.,
19 Rodrigues, N. M., Saliba, E. O. S., & Araújo, V. L. (2006). Avaliação de quatro genótipos
20 de sorgo pela técnica “*in vitro*” semi-automática de produção de gases. *Revista Brasileira*
21 *de Milho e Sorgo*, 5, 101-111.
- 22 McDonald, P. (1981). *The biochemistry of silage*. Chi-chester: John Wiley & Sons,
23 Madson. 218p.
- 24 McDonald, P. J., Henderson, A. R., & Heron, S. J. E. *The biochemistry of silage*. 2.ed.
25 Mallow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- 26 Muck, R. E. (2010). Silage microbiology and its control through additives. *Revista*
27 *Brasileira de Zootecnia*, 39, 183-191. [http://dx.doi.org/10.1590/S1516-](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010001300021)
28 [35982010001300021](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010001300021)
- 29 Nogueira, U. T., Maurício, R. M., Gonçalves, L. C. (2006). Comparação de substratos
30 com diferentes quantidades de carboidratos solúveis utilizando a técnica *in vitro*
31 semiautomática de produção de gases. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e*
32 *Zootecnia*, 58, 633-641. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352006000400027>
- 33 Quaresma, J. P. S., Abreu, J. G., Almeida, R. G., Cabral, L. S., Oliveira, M. A., &
34 Rodrigues, R. C. Recuperação de matéria seca e composição química de silagens de

- 1 gramíneas do gênero *Cynodon* submetidas a períodos de pré-emurchecimento. *Ciência e*
2 *Agrotecnologia*, 34, 1232-1237. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000500022>
- 3 Rigueira, J. P. S., Monção, F. P., Sales, E. C. J, Reis, S. T., Brant, L. M. S., Chamone,
4 J. M. A., Rocha Jr., V. R., & Pires, D. A. A. (2018). Perfil fermentativo e valor nutricional
5 da silagem de capim-elefante com diferentes níveis de glicerina bruta. *Semina: Ciências*
6 *Agrárias*, 39, 833-844. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n2p833>
- 7 Rigueira, J. P. S., Monção, F. P., Sales, E. C. J., Brant, L. M. S., Pires, D. A. A., Matos,
8 A. M., Leite, G. D. O., Silva, J. T., Fonseca, J. D. R., Moura, M. M. A., & Rocha Jr., V.
9 R. (2017). Níveis de glicerina bruta na ensilagem de capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon*):
10 perfil fermentativo e valor nutricional. *Revista de Ciências Agrárias*, 40, 655-663.
11 <http://dx.doi.org/10.19084/RCA16141>
- 12 Roger, V., Fonty, G., Andre, C., & Gouet, P. (1992). Effects of glycerol on the growth,
13 adhesion, and cellulolytic activity of rumen cellulolytic bacteria and anaerobic fungi.
14 *Current Microbiology*, 25, 197-196. <https://doi.org/10.1007/BF01570719>
- 15 Santos, E. M., Pereira, O. G., Garcia, R., Ferreira, C. L. L. F., Oliveira, J. S., Silva, T. C.,
16 & Rosa, L. O. (2011). Microbial populations, fermentative profile and chemical
17 composition of signalgrass silages at different regrowth ages. *Revista Brasileira de*
18 *Zootecnia*, 40, 747-755. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000400007>
- 19 Santos, E. M., Pereira, O. G., Garcia, R., Ferreira, C. L. L. F., Oliveira, J. S., & Silva, T.
20 C. (2014a). Effect of regrowth interval and a microbial inoculant on the fermentation
21 profile and dry matter recovery of guinea grass silages. *Journal of Dairy Science*, 97,
22 4423-4432. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7634>
- 23 Santos, M. V. F., Gómez-Castro, A. G., Perea, J. M., García, A., Guim, A., Pérez-
24 Hernandez, M. (2010). Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras
25 tropicais. *Archivos de Zootecnia*, 59, 25-43. <https://doi.org/10.21071/az.v59i232.4905>
- 26 Santos, W. P., Carvalho, B. F., Ávila, C. L. S., Dias Jr., G. S., Pereira, M. N., & Schwan,
27 R. F. (2014b). Glycerin as an additive for sugarcane silage. *Annals Microbiology*, 65,
28 1547-1556. <https://doi.org/10.1007/s13213-014-0993-x>
- 29 Schofield, P., Pitt, R. E., & Pell, A. N. (1994). Kinetics of fiber digestion from *in vitro*
30 gas production. *Journal of Animal Science*, 72, 2980-2991.
31 <https://doi.org/10.2527/1994.72112980x>
- 32 Silva, D. J., & Queiroz, A. C. (2002). Análises de alimentos (métodos químicos e
33 biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV. 235p.

- 1 Silva, T. C., Santos, E. M., Macedo, C. H. O., Lima, M. A., Azevedo, J. A. G., Pinho, R.
2 M. A., Perazzo, A. F., & Oliveira, J. S. (2014). Cinética de fermentação ruminal in vitro
3 de silagens de híbridos de sorgo. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*,
4 66, 1865-1873, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-6221>
- 5 Tomich, T. R., Gonçalves, L. C., Tomich, R. G. P., Rodrigues, J. A. S., Borges, I., &
6 Rodriguez, N. M. (2004). Características Químicas e Digestibilidade in vitro de Silagens
7 de Girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33, 1672-1682.
- 8 Tonin, T. J., Viégas, J., Silveira, A. M., Moro, G., Pereira, S. N., Dotto, L. R., Sebastiany,
9 L., Leonardi, J. V., & Schumacher, L. L. (2018). Substituição do milho moído pela
10 glicerina como aditivo em silagem de capim-elefante. *Boletim de Indústria Animal*, 75,
11 1-11. <https://doi.org/10.17523/bia.2018.v75.e1417>
- 12 Vendramini, J. M. B., Desogan, A. A., Silveira, M. L. A., Sollenberger, L. E., Queiroz,
13 O. C. M., & Anderson, W. F. (2010). Nutritive value and fermentation parameters of
14 warm-season grass silage. *The Professional Animal Scientist*, 26, 193-200.
15 [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30580-5](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30580-5)
- 16 Zopollatto, M., Daniel, J. L. P., & Nussio, L. G. (2009). Aditivos microbiológicos em
17 silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais.
18 *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 170-189. [http://dx.doi.org/10.1590/S1516-](http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001300018)
19 35982009001300018

1



2 Figura 1. Precipitação, temperatura mínima, média e máxima do período experimental (Fonte: CEMTEC)

1 Tabela 1. Massa de forragem seca (MFS) e composição morfológica do capim-tamani e composição
 2 química do aditivo

	MFS	% Folha	% Colmo	% Senescente	RFC	% MS
65 dias	4031,93	70,90	22,46	6,65	3,16	19,06
80 dias	4796,45	54,37	35,27	10,36	1,54	23,06
95 dias	6393,23	37,84	48,09	14,07	0,79	28,41
Composição química						
	MS (%)	MO (%)	PB (%)	EE (%)		
Glicerina bruta	72,50	96,00	0,30	10,80		

3 MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo

1 Tabela 2. Parâmetros fermentativos e perdas das silagens de capim-tamani em idades de corte e três níveis de glicirina bruta (0, 20 e 40 g kg⁻¹)

	65 dias			80 dias			95 dias			P-value		
	0	20	40	0	20	40	0	20	40	IC	GB	IC*GB
N-NH ₃	4,52 a	3,44 abc	4,68 a	3,81 ab	2,62 bcd	2,74 bcd	1,79 d	1,98 d	2,28 cd	<0,001	0,009	0,012
pH	5,24 aA	4,57 aB	4,57 aB	4,64 bA	4,04 bB	4,08 bB	4,61 bA	4,45 bB	4,30 bB	<0,001	<0,001	0,229
DENS	727,1 a	734,3 a	718,1 a	569,4 b	685,2 a	726,8 a	452,1 c	479,7 c	488,1 c	<0,001	<0,001	<0,001
PMS	15,15 a	11,64 b	15,48 a	6,46 c	5,39 cd	4,70 cd	1,94 e	2,74 de	2,89 de	<0,001	0,026	0,002
PG	7,17 c	1,49 d	6,93 c	1,29 d	9,41 bc	12,37 a	0,43 d	0,54 d	1,11 d	<0,001	<0,001	<0,001
PE	84,03 a	84,31 a	87,76 a	50,90 b	52,83 b	51,58 b	16,05 c	16,96 c	16,53 c	<0,001	0,116	0,418
RMS	83,41 c	88,36 c	84,52 c	93,54 b	91,83 b	95,30 b	97,65 a	97,26 a	96,71 a	<0,001	0,585	0,053

7 N-NH₃: nitrogênio amoniacal; pH: potencial hidrogeniônico; DENS: densidade (kg m⁻³); PMS: perda total de matéria seca (% da MS); PG: perdas por gases (%
8 da MS); PE: perdas por efluente (kg t⁻¹); RMS: recuperação da matéria seca (%). Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey
9 (p<0,05), letras maiúsculas são para a comparação do efeito do aditivo. IC: efeito da idade de corte; GB: efeito da glicirina bruta; IC*GB: interação entre idade
10 de corte e glicirina bruta.

1 Tabela 3. Composição química-bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens de capim-tamani em idades de corte e três níveis de glicerina bruta (0, 20 e
2 40 g kg⁻¹)

	65 dias			80 dias			95 dias			P-value		
	0	20	40	0	20	40	0	20	40	IC	GB	IC*GB
MS	18,73 d	20,01 d	19,27 d	23,97 b	21,43 c	23,41 b	27,08 a	27,63 a	27,77 a	<0,001	0,004	<0,001
MO	90,30	90,58	90,34	90,47	90,26	90,27	90,39	90,78	90,86	0,807	0,052	0,059
PB	5,13 f	6,68 ab	6,93 a	5,49 de	5,98 d	6,21 bc	4,52 g	4,54 g	4,51 g	<0,001	<0,001	<0,001
FDN	76,56 ab	74,41 cd	71,53 e	76,82 ab	73,73 d	73,99 d	77,80 a	76,20 abc	75,32cbd	<0,001	<0,001	0,002
DIVMS	54,70 ef	57,63 ab	55,67 cde	54,01 f	57,95 a	55,92 cd	54,89 def	55,81 cde	56,64 bc	0,680	<0,001	<0,001

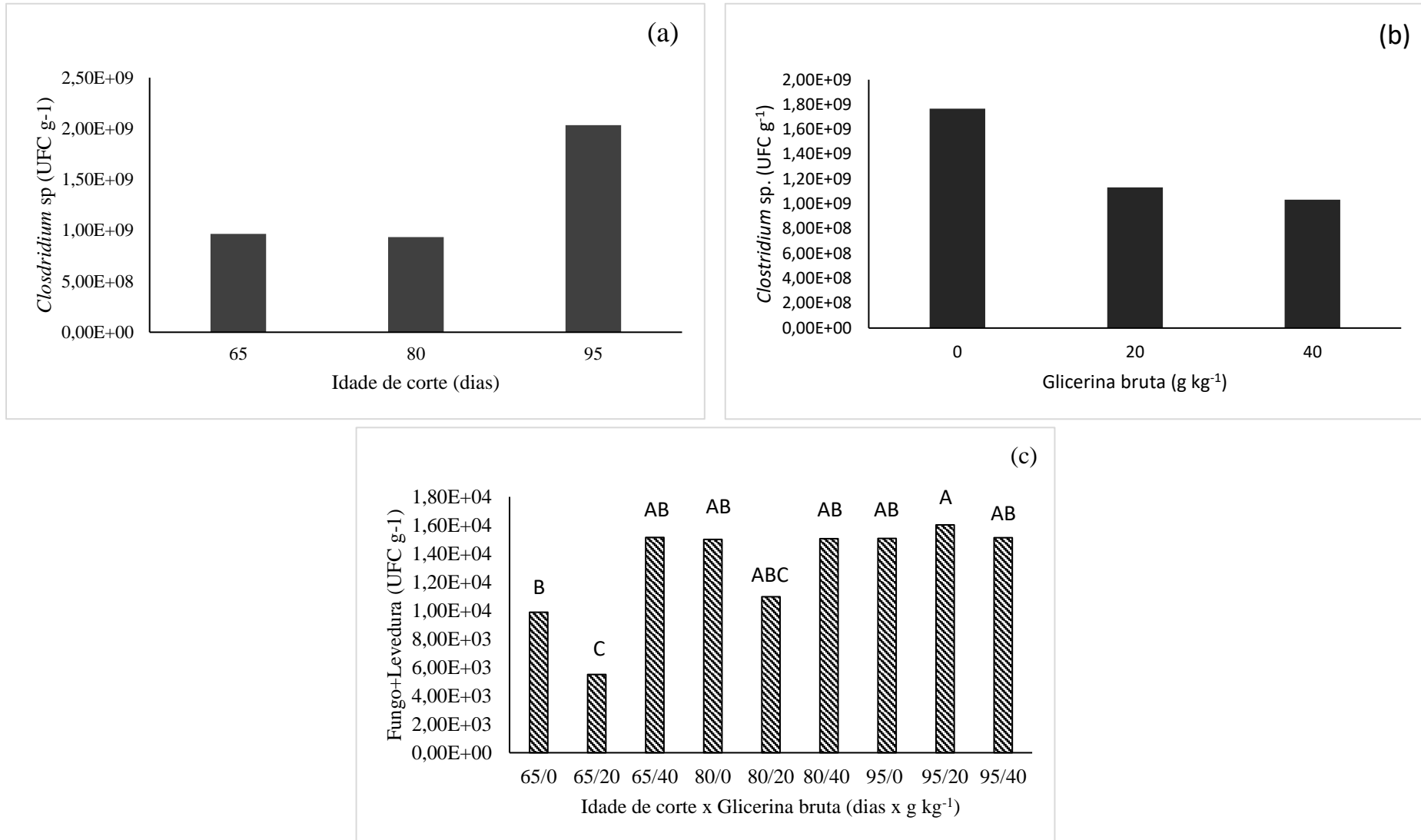
3 MS: matéria seca (%); MO: matéria orgânica (% da MS); PB: proteína bruta (% da MS); FDN: fibra em detergente neutro (% da MS); DIVMS: digestibilidade *in vitro* da
4 matéria seca (% da MS). (%). Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). IC: efeito da idade de corte; GB: efeito da glicerina bruta;
5 IC*GB: interação entre idade de corte e glicerina bruta.

1 Tabela 4. Cinética da degradação *in vitro* das silagens de *Panicum maximum* cv. BRS Tamani em diferentes intervalos de corte (65, 80 e 95 dias) e aditivadas
 2 com diferentes níveis de glicerina bruta (0, 20 e 40 g kg⁻¹)

	65 dias			80 dias			95 dias			P-value		
	0	20	40	0	20	40	0	20	40	IC	GB	IC*GB
A	2,520	2,089	2,771	2,750	3,564	1,531	2,155	3,183	2,697	0,872	0,346	0,129 ₄
B	0,105 b	0,148 b	0,056 b	0,102 b	0,102 b	0,114 b	0,111 a	0,577 a	0,288 a	0,010	0,087	0,123 ₄
LAG	5,850 ab	6,770 ab	5,039 ab	5,815 ab	6,173ab	11,694 a	5,847 ab	2,967 b	2,636 b	0,006	0,584	0,021 ₅
D	7,600 ab	6,570 ab	8,532 ab	7,401 b	7,316 b	4,704 b	9,364 a	10,014 a	8,853 a	0,004	0,590	0,175
E	0,026 ab	0,033 a	0,010 c	0,026 ab	0,025 ab	0,023 ab	0,020 bc	0,025 ab	0,025 ab	0,417	0,001	<0,006 ₆

7 (A): Volume de gás produzido da fração rápida e/ou solúvel- (mL 100 mg⁻¹ MS incubada); (B): Taxa de degradação da fração rápida e/ou solúvel- (mL hora⁻¹); (C): Tempo de colonização - lag time - (horas); (D): Volume de gás produzido da fração lenta e/ou fibrosa- (mL 100 mg⁻¹ MS incubada); (E): Taxa de
 8 degradação da fração lenta e/ou fibrosa - (mL hora⁻¹). Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). IC: efeito da idade de
 9 corte; GB: efeito da glicerina bruta; IC*GB: interação entre idade de corte e glicerina bruta.
 10

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17



18 Figura 2. Contagem de unidades formadoras de colônias de *Clostridium* sp.(a e b) e de fungos + leveduras (c) em silagens de capim-tamani em três idades de corte e níveis de
19 glicerina bruta

- 1 Tabela 5. Ausência (A) ou presença (P) de bactérias gram negativas nas silagens de capim-tamani em três idades de corte e três níveis de adição
 2 de glicerina bruta (0, 20 e 40 g kg⁻¹)

	65 dias			80 dias			95 dias		
	0	20	40	0	20	40	0	20	40
BGNFL	A	A	A	A	A	A	P	A	P
BGNNFL	A	A	A	A	A	A	P	P	A

- 6 BGNFL: bactérias gram-negativas fermentadoras de lactose; BGNNFL: bactérias-gram negativas não fermentadoras de lactose.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gramínea *Panicum maximum* cv. BRS Tamani é uma cultivar com elevada proporção de folhas finas, baixa produção de colmo e estes por sua vez se apresentam finos e curtos, logo tem alta relação folha: colmo (21 aos 21 dias à 0.9 aos 91 dias de intervalo), além de ser uma cultivar produtiva e de bom valor nutricional. Estas características tornam vantajosa a utilização da cultivar BRS Tamani para a produção de feno.

A produção e qualidade da forrageira podem ser alteradas pelas condições edafoclimáticas e de manejo da forragem, porém, o intervalo de corte consiste em uma ferramenta prática e fácil de ser usado no manejo da forrageira.

Os intervalos de corte afetam as características morfogênicas, os componentes das plantas e o valor nutritivo da forrageira e do feno de *Panicum maximum* cv. BRS Tamani. Aos 21 dias de intervalo de corte observou-se o maior fluxo de tecidos, o qual possui maior taxa de aparecimento e alongamento de folha, com menor tempo de aparecimento entre uma lâmina foliar e outra, assim como, menor taxa de senescência.

O melhor valor nutritivo dos fenos de *Panicum maximum* cv. Tamani foi encontrado aos 21 dias de intervalo de corte, com teores de cerca de 110 g kg⁻¹ proteína e 680 g kg⁻¹ de digestibilidade do feno. Enquanto que a maior produção de forragem e de feno se encontram no maior intervalo de corte estudado, ou seja, aos 91 dias, onde observou-se produção de 17.6 ton ha⁻¹ de forragem verde e de 6.9 ton ha⁻¹ de feno.

Recomenda-se a utilização do *Panicum maximum* cv. BRS Tamani entre 21 e 35 dias de intervalo de corte, com a produção de feno nesse intervalo podendo chegar a 6.4 t ha⁻¹.ano, potencial de produção de proteína bruta de 430 kg ha⁻¹.ano e 680 g kg⁻¹ de DIVMS, somando-se a isso média de 85.5% de folha, apenas 5.9% de colmo e relação folha colmo média de 16.9

A adição de glicerina bruta foi benéfica na ensilagem e permitiu a redução de bactérias clostrídicas. Para obter melhor qualidade da silagem, com redução das perdas e melhor sanidade da silagem recomenda-se a ensilagem do capim-tamani aos 80 dias com adição de 20 g kg⁻¹ de glicerina bruta.