



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**  
**PRÓ-REITORA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL NA**  
**AMAZÔNIA**

**HARRY SOUSA PAIVA**

**ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO PARA O CAPIM *Megathyrsus maximus* cv.**  
**MOMBAÇA**

**PARAUPEBAS**

**2020**

**HARRY SOUSA PAIVA**

**ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO PARA O CAPIM *Megathyrus maximus* cv.  
MOMBAÇA**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Produção Animal na Amazônia da Universidade Federal Rural da Amazônia, *Campus* de Parauapebas, utilizada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Tecnologia na produção animal.

Orientador: Prof. Dr. Raylon Pereira Maciel  
Coorientador: Prof. Dr. Perlon Maia dos Santos

**PARAUAPEBAS**

**2020**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia  
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

P142e Paiva, Harry Sousa  
ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO PARA O CAPIM *Megathyrsus maximus* cv. MOMBAÇA /  
Harry Sousa Paiva. - 2020.  
87 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - 1, , Universidade Federal Rural Da Amazônia, Parauapebas, 2020.  
Orientador: Prof. Dr. Raylon Pereira Maciel  
Coorientador: Prof. Dr. Perlon Maia dos Santos.

1. forrageiras tropicais. 2. morfogênese. 3. recomendação de adubação. 4. manejo de  
pastagem. I. Maciel, Raylon Pereira, *orient.* II. Título

---

CDD 633.2

**HARRY SOUSA PAIVA**

**ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO PARA O CAPIM *Megathyrsus maximus* cv.  
MOMBAÇA**

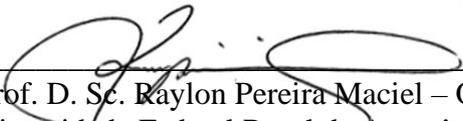
Dissertação apresentada à Banca Examinadora como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Produção Animal na Amazônia da Universidade Federal Rural da Amazônia, *Campus* de Parauapebas, utilizada como requisito para obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Tecnologia na Produção Animal.

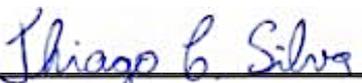
Orientador: Prof. Dr. Raylon Pereira Maciel

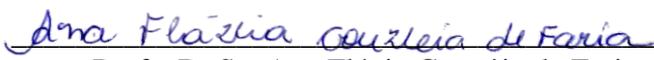
Coorientador: Prof. Dr. Perlon Maia dos Santos

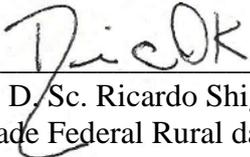
Aprovado em 23 de Julho de 2020

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof. D. Sc. Raylon Pereira Maciel – Orientador  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

  
Prof. D. Sc. Thiago Carvalho da Silva  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

  
Profa. D. Sc. Ana Flávia Gouvêia de Faria  
Universidade Estadual do Tocantins - UNITINS

  
Prof. D. Sc. Ricardo Shigueru Okumura  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

**PARAUAPEBAS**

**2020**

## **DEDICATÓRIA**

A minha esposa Andréia que sempre apoiou minhas escolhas.

A minha filha Alice Maria, que veio a este mundo me ensinar a amar incondicionalmente e ser meu exemplo de superação, me mostrando que as dificuldades foram feitas para serem superadas.

A minha mãe, Maria de Fátima (*In memoriam*).

A todos os meus familiares que me apoiaram na conclusão desse curso de pós graduação.

## AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-Graduação em Produção Animal na Amazônia (PPGPAA) da Universidade Federal Rural da Amazônia, *campus* Parauapebas.

Aos docentes do PPGPAA pelas contribuições nessa etapa da minha vida profissional.

Ao NEFAR, em especial aos seus integrantes que de forma direta colaboraram com esse trabalho, e que sem eles seria IMPOSSÍVEL a realização do mesmo. Obrigado Ellen, Kris, Dani, Sthefani, Cassielen, Joberlan, Erick, João Jorge, Neuber, João Marcelo e Lucas.

Aos servidores do *campus* Parauapebas pela prontidão sempre que o grupo de trabalho necessitou.

Ao amigo Fernando Henrik por compartilhar suas experiências durante o projeto.

Ao meu orientador Prof. Dr. Raylon, pela orientação, pela amizade, paciência e presteza para ajudar a solucionar os problemas.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Perlon, por idealizar o projeto, pelas diversas contribuições ao longo do curso e pela amizade.

Aos amigos que fiz na pós graduação, Daiana, Joberlan, Damasceno, André, Gilmar, Gabi, Natália, Grazi e Vinícius, obrigado por ouvirem eu falar sem parar!!

Ao meu pai, sem ele não teria chegado até aqui, aos meus irmãos pelas boas conversas.

A minha esposa Andréia, que conseguiu encarar a maternidade, a solidão quando das minhas viagens ao Pará e todos os obstáculos na chegada da nossa Alice Maria.

A Deus por nos dar forças, a mim e minha esposa, para acompanhar nossa Alicinha por meses de UTI neonatal, cirurgia, fisioterapia, fonoterapia e tantos exames sem fim, consultas e mais consultas. A superar a ansiedade de não ter diagnóstico e no fim descobrimos que somos pais de uma criança mais que especial! E que a síndrome de Prader Willi é só um detalhe e nada mais!! Te amo Alicinha!!!

## LISTA DE ABREVIATURAS

RP	adubação de reposição de nutrientes
5AP	manual 5ª Aproximação
MM	modelo de Michaelis-Menten
MP	manual do Pará
TAIF	taxa de alongamento foliar
TApF	taxa de aparecimento foliar
Filoc	filocrono
TAIC	taxa de alongamento de colmo
TSF	taxa de senescência foliar
NFV	número de folhas vivas por perfilho
DVF	duração de vida das folhas
CMLF	comprimento médio da lâmina foliar
IAF	índice de área foliar
DP	densidade populacional de perfilhos
MSFT	massa seca de forragem total
MSLF	massa seca de lâmina foliar
MSCO	massa seca de colmo
MSMM	massa seca de material morto
N	nitrogênio
P	fósforo
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	pentóxido de difósforo
K	potássio
K <sub>2</sub> O	óxido de potássio
H <sup>+</sup>	hidrogênio
Ca	cálcio
Mg	magnésio
CTC	capacidade de troca de cátions

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Características químicas e granulométricas do solo da área experimental localizado em Parauapebas - PA, nas camadas de 0 - 20 e 20 - 40 cm de profundidade..... 36
- Tabela 2.** Valores de Nitrogênio (N), Pentóxido de Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e Óxido de Potássio (K<sub>2</sub>O) previstos para cada estratégia de adubação a serem aplicados ao longo de 1 (um) ano agrícola, com adubações ocorrendo no período chuvoso, compreendendo 7 (sete) ciclos. .... 38
- Tabela 3.** Valores totais em Kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, aplicados ao longo do período experimental (dezembro de 2018 a julho de 2019) em função do número de ciclos de produção e duração média dos ciclos do capim *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça. .... 41
- Tabela 4.** Médias das variáveis morfogênicas dentro das quatro recomendações de adubação e dos três momentos (dias) para aplicação de N, e seus valores de erro padrão da média, valor P e interação entre as recomendações e momento de aplicação de N. .... 42
- Tabela 5.** Características químicas e granulométricas do solo da área experimental localizado em Parauapebas - PA, nas camadas de 0 - 20 e 20 - 40 cm de profundidade..... 66
- Tabela 6.** Valores de Nitrogênio (N), Pentóxido de Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e Óxido de Potássio (K<sub>2</sub>O) previstos para cada estratégia de adubação a serem aplicados ao longo de 1 (um) ano agrícola, com adubações ocorrendo no período chuvoso, compreendendo 7 (sete) ciclos. .... 68
- Tabela 7.** Valores totais em Kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, aplicados ao longo do período experimental (dezembro de 2018 a julho de 2019) em função do número de ciclos de produção e duração média dos ciclos do capim *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça. .... 71
- Tabela 8.** Médias das variáveis estudadas dentro das quatro recomendações de adubação e dos três momentos (dias) para aplicação de N, e seus valores de erro padrão da média, P valor, interação entre recomendações. .... 72
- Tabela 9.** Eficiência de uso dos fertilizantes N, P e K fornecidos durante todo o período experimental para os tratamentos dado em R\$/ tonelada de MSLF. .... 76

## LISTA DE FIGURAS

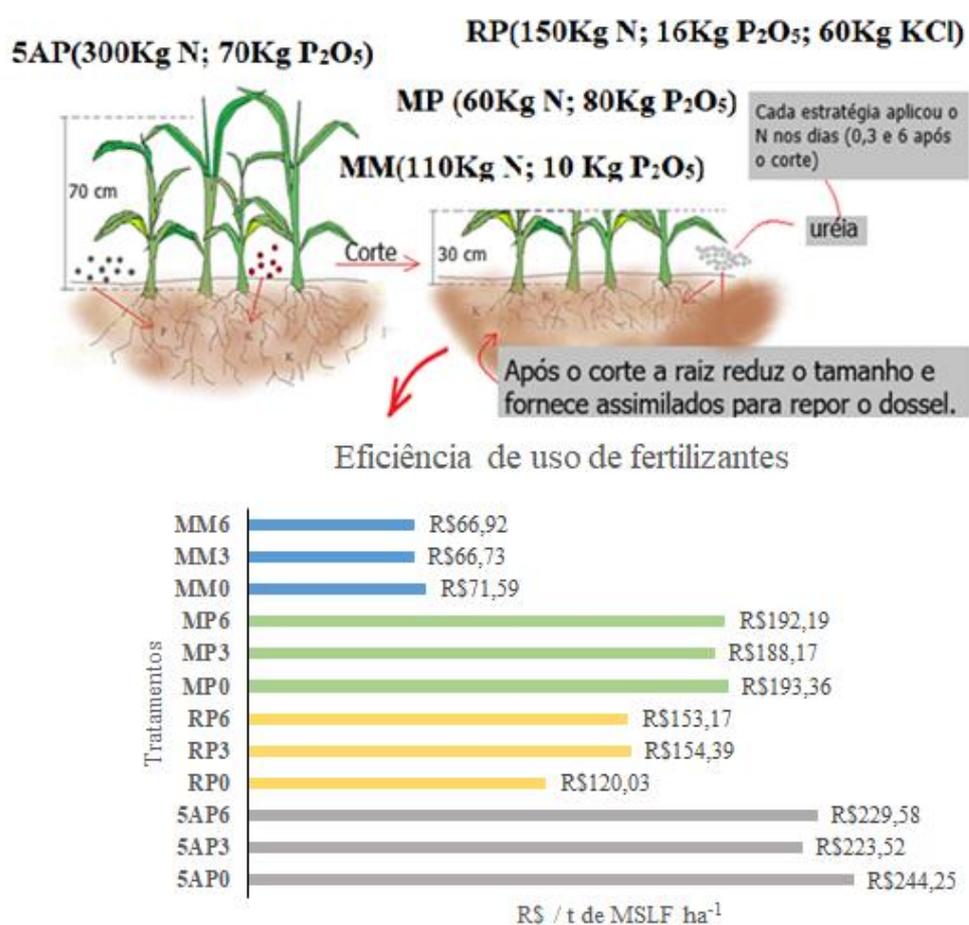
<b>Figura 1.</b> Avaliação de estratégias de adubação para o capim Mombaça. ....	20
<b>Figura 2.</b> Eficiência de utilização do N (mg de MS mg <sup>-1</sup> de N) para o capim Massai, em função de doses de N (mg ha <sup>-1</sup> ), adaptado de Costa et al. (2016). ....	21
<b>Figura 3.</b> Precipitação mensurada por pluviômetro instalado no local do experimento - Setor de Forragicultura da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Campus Parauapebas - PA, no período entre dezembro de 2018 a julho de 2019. ....	35
<b>Figura 4.</b> Médias de taxa de aparecimento foliar (TApF) para diferentes recomendações de adubação em três momentos para adubação nitrogenada (0, 3 e 6 dias após a desfolha). ....	43
<b>Figura 5.</b> Médias de taxa de alongamento foliar (TAIF) para diferentes recomendações de adubação em três momentos para adubação nitrogenada (0, 3 e 6 dias após a desfolha). ....	44
<b>Figura 6.</b> Médias de duração de vida da folha (DVF) para diferentes recomendações de adubação em três momentos para adubação nitrogenada (0, 3 e 6 dias após a desfolha). ....	45
<b>Figura 7.</b> Médias do filocrono (FILO) para diferentes recomendações de adubação em três momentos para adubação nitrogenada (0, 3 e 6 dias após a desfolha). ....	45
<b>Figura 8.</b> Médias da taxa de senescência foliar (TSF) para diferentes recomendações de adubação em três momentos para adubação nitrogenada (0, 3 e 6 dias após a desfolha). ....	46
<b>Figura 9.</b> Comparação das médias de número de folhas vivas perfilho-1 (NFV) para as diferentes recomendações de adubação. ....	47
<b>Figura 10.</b> Médias de produção total de matéria seca para diferentes recomendações de adubação em três momentos de aplicação da adubação nitrogenada (dias 0, 3 e 6 após a desfolhação). ....	73
<b>Figura 11.</b> Médias de produção total de massa seca de folha (kg ha <sup>-1</sup> ) para diferentes recomendações de adubação com três momentos de aplicação da adubação nitrogenada (dias 0, 3 e 6 após desfolhação). ....	74
<b>Figura 12.</b> Médias de produção total de massa seca de colmo (MSCO kg ha <sup>-1</sup> ) para diferentes recomendações de adubação com três momentos de aplicação da adubação nitrogenada (dias 0, 3 e 6 após desfolha). ....	75
<b>Figura 13.</b> Médias de produção de material morto total (kg ha <sup>-1</sup> ) para diferentes recomendações de adubação em três momentos de aplicação da adubação nitrogenada (dias 0, 3 e 6 após desfolha). ....	75

## RESUMO INTERPRETATIVO E RESUMO GRÁFICO

### ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO PARA O CAPIM *Megathyrsus maximus* cv. MOMBAÇA

Elaborado por **Harry Sousa Paiva** e orientado por **Raylon Pereira Maciel** e **Perlon Maia dos Santos**

Para a intensificação do uso das pastagens é necessário realizar a adubação do solo, principalmente com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Utilizou-se como base os manuais de adubação 5ª aproximação (5AP) e estado do Pará (MP), uma adaptação do modelo da saturação cinética enzimática de Michaelis-Menten (MM) e uma proposta de reposição de nutrientes extraídos do solo (RP). O N de cada uma das recomendações foi aplicado em 3 momentos após o corte do pasto, nos dias 0, 3 ou 6. Foram avaliadas as características morfológicas, estruturais e agrônômicas do capim Mombaça. As recomendações 5AP (0 e 6) e MM (0), apresentaram as maiores taxas de aparecimento e alongamento de folhas. O maior perfilhamento e índice de área foliar foi observado para 5AP. As maiores produções de matéria seca e massa de folhas foi da 5AP nos dias (3 e 6 dias); a segunda maior produção de MS foi de MM (0) a recomendação MP foi menos eficiente, sugere-se reavaliação para recomendação em sistemas intensivos. A estratégia MM (0) apresentou maior eficiência, o gasto com adubos foi 3,56 vezes menor do que na recomendação 5AP. A figura 1 mostra um resumo do experimento.



**Figura 1.** Avaliação de estratégias de adubação para o capim Mombaça.

A imagem mostra a descrição dos tratamentos e o gráfico mostra a eficiência de uso dos fertilizantes com base na produção de massa seca de lâmina foliar ha<sup>-1</sup> (MSLF).

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. CONTEXTUALIZAÇÃO .....	11
1.1 <i>Megathyrus maximus</i> (Jacq.) .....	12
1.2 Morfogênese e estrutura das forrageiras tropicais.....	13
1.3 Importância do uso de P e K na adubação de pastagens .....	17
1.4 Importância do uso de N na adubação de pastagens .....	18
1.5 Fertilização com N pós desfolha .....	22
REFERÊNCIAS .....	25
CAPITULO 2. RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO E DIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA INFLUENCIAM A MORFOGÊNESE E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DO CAPIM MOMBAÇA? .....	31
RESUMO .....	31
ABSTRACT.....	32
2. INTRODUÇÃO.....	33
2.1 MATERIAL E MÉTODOS.....	35
2.1.1 Área experimental e características do solo .....	35
2.1.2 Avaliação das características morfogênicas e estruturais.....	38
2.1.3 Procedimento estatístico.....	40
2.2 RESULTADOS.....	41
2.3 DISCUSSÃO.....	48
CONCLUSÃO .....	55
REFERÊNCIAS .....	56
CAPÍTULO 3. PRODUÇÃO DO CAPIM MOMBAÇA SUBMETIDO A DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO .....	61
RESUMO .....	61
ABSTRACT.....	62
3. INTRODUÇÃO.....	63
3.1 MATERIAL E MÉTODOS .....	65
3.1.1 Área experimental e características do solo .....	65
3.1.3 Avaliação das características agronômicas da gramínea.....	68
3.1.4 Eficiência de uso dos fertilizantes N, P e K .....	69
3.1.5 Procedimento estatístico.....	69
3.2 RESULTADOS.....	71
3.3 DISCUSSÃO.....	77
CONCLUSÃO .....	81
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	82
REFERÊNCIAS .....	84

## CAPÍTULO 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

No Brasil, as áreas de pastagens são formadas, na sua maioria, de grandes extensões de terras com baixo potencial agrícola, sendo notório que os produtores conseguem produzir durante um determinado tempo, sem correção e adubação (DIAS-FILHO, 2014). Segundo o mesmo autor, se por um lado esse tipo de exploração pode ser vantajoso, devido ao baixo investimento na terra, por outro, contribui para criar uma tradição de baixo emprego de recursos para o uso de tecnologias e de insumos na formação e no manejo de grande parte das pastagens brasileiras, o que tem levado a degradação das áreas de pastagens no país.

Segundo o IBGE (2018) a área destinada as pastagens cultivadas no Brasil é de aproximadamente de 112,5 milhões de km<sup>2</sup>. Embora não existam estatísticas oficiais que quantifiquem com precisão o montante, projeta-se que de 50 a 70% desse total, apresentam algum processo de degradação (DIAS-FILHO, 2014; GALINDO et al., 2018).

Os principais fatores envolvidos no processo de degradação de pastagens são: o excesso de lotação e manejo inadequado das pastagens; uso de espécie ou cultivar inadequada; preparo de solo e técnicas de semeadura impróprias; ausência ou falta de práticas conservacionistas do solo; uso de sementes de baixa qualidade; falta de correção e adubação na formação e, principalmente, falta de reposição de nutrientes pela adubação de manutenção (ZIMMER et al., 2012).

Para a exploração intensiva das pastagens, a correção e adubação do solo, estão entre os fatores mais importantes para manutenção da fertilidade do solo e para a determinação do nível de produção e a qualidade das pastagens (DA SILVEIRA et al., 2010; SILVEIRA et al., 2015; MARTUSCELLO et al., 2015). Segundo a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2016), o total de fertilizantes consumidos no país no ano de 2015 foram 34 milhões de toneladas, sendo que as quantidades utilizadas para pastagens foram de 519 mil toneladas, representando apenas 1,5% desse total. Essa informação corrobora com a afirmação de que no Brasil, a produção de pasto não é vista como uma cultura que necessita de emprego de recursos, como por exemplo, fertilizantes. Perpetua-se assim a ideia do extrativismo na maioria dos produtores e tendo como consequência a baixa produtividade animal.

Diversos trabalhos realizados no Brasil reportam a importância do uso da adubação em pastagens tropicais (ALVES et al., 2008; SARMENTO et al., 2008;

ALEXANDRINO et al., 2011; PACIULLO et al., 2017; PONTES et al., 2016; GALINDO et al., 2017; BERNARDI et al., 2018; GOMIDE et al., 2019). É inegável os benefícios do ponto de vista de aumento de produção das forrageiras quando submetida as doses dos principais macronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Entretanto, o estudo do manejo da adubação no país ainda deverá percorrer um longo caminho, visto que a vasta extensão e diversidade de solos associado as diferentes condições climáticas e a quantidade de espécies forrageiras tropicais, fazem com que uma determinada recomendação de adubação e sua aplicação em determinada região seja distinta de outra.

Seria necessário que cada região do país, com suas especificidades de condições edafoclimáticas, tivessem manuais de recomendações para correção e adubação de solos em sistemas de produção animal. Isso evitaria que recomendações de adubação oriundas de regiões distintas, promovesse perdas produtivas, ambientais e econômicas pelo uso inadequado de doses de fertilizantes. Apesar do seu comprovando efeito benéfico do ponto de vista produtivo para as pastagens, o uso destes devem ser realizados com critérios ambientais e econômicos, visto que dependendo dos custos de adubação, estes podem não ser cobertos pela produtividade animal.

Dessa forma, deve-se estudar a estratégia de adubação que possibilitem ser mais vantajosas do ponto de vista produtivo e econômico para cada região do país. Nesse sentido, objetivou-se determinar uma recomendação de adubação e um melhor momento para aplicação da fonte nitrogenada após a desfolhação na produtividade do capim Mombaça cultivado na mesorregião sudeste do Pará.

### **1.1 *Megathyrsus maximus* (Jacq.)**

A espécie era conhecida como *Panicum maximum* Jacq. em 2003, o nome subgenérico *Megathyrsus* foi elevado à classificação genérica e a planta foi renomeada para *Megathyrsus maximus* (Jacq.) (SIMON E JACOBS, 2003). Porém em diversas publicações após a mudança, o nome *Panicum maximum* ainda foi utilizado na literatura. O *Megathyrsus maximus* (Jacq.) é uma importante espécie com variedades e cultivares de gramíneas tropicais usadas nos trópicos para pastagem, corte, silagem e feno.

Os primeiros exemplares de *Panicum maximum* foram oriundos da África ocidental e chegaram ao Brasil através de navios negreiros, onde eram utilizados como cama para os escravos. A similaridade edafoclimática do Brasil e da África favoreceu a

propagação da espécie, dando origem a primeira cultivar, o Colonião. É a espécie forrageira tropical propagada por sementes mais produtiva, com abundante produção de folhas longas, elevado porte e alta aceitabilidade pelos animais, o que despertou o interesse dos pecuaristas (JANK et al., 2010).

Nos anos de 1967 a 1969 foram trazidos para o Brasil uma coleção representativa da variabilidade natural da espécie, oriundos do centro de origem da espécie, no Leste africano, alavancando os programas de melhoramento genético no Brasil, através da EMBRAPA Gado de Corte, em Campo Grande no MS (SAVIDAN et al., 1990).

A partir dessas coleções trazidas ao Brasil na década de 60, vários outros cultivares surgiram ou foram introduzidos posteriormente, tais como Sempre Verde, Guiné, Makueni e Tobiata (VALLE et al., 2009). Outros foram lançados em decorrência de diversos programas de seleção e melhoramento no Brasil: Centenário, Centauro, Vencedor, Aruana, Áries, Atlas, Tanzânia, Mombaça e Massai. Esses três últimos são os cultivares mais representativos da espécie no país, e ocupam cerca de 20 milhões de hectares (ARAÚJO et al., 2019). Posteriormente, com a continuidade do programa de melhoramento da EMBRAPA Gado de Corte, foi lançado o cv. BRS Zuri em 2014, o seu primeiro híbrido BRS Tamani em 2015 e em 2017 o segundo híbrido BRS Quênia.

Desta espécie, o cultivar Mombaça se destaca pela elevada produção da forrageira, boa aceitabilidade pelos animais e bom valor nutritivo (ARAÚJO et al., 2019). É um cultivar recomendado para solos de média a alta fertilidade, e que chega a produzir 33 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de matéria seca foliar, o que possibilita maior lotação das pastagens, aproximadamente 2,3 UA/ha/ano (JANK et al., 1994).

Porém para que a planta apresente boa produtividade, é necessário um manejo eficiente, que seja capaz de dar à forrageira todas as condições necessárias para expressar o seu potencial.

## **1.2 Morfogênese e estrutura das forrageiras tropicais**

No decorrer das últimas décadas houve grande interesse por parte de pesquisadores em avaliar o comportamento de plantas forrageiras de clima temperado e tropical nos diferentes sistemas de manejo e suas relações na interface solo-planta-animal (DA SILVA & NASCIMENTO JR, 2007; DA SILVA et al., 2015; GASTAL & LEMAIRE, 2015). Dentro desse ramo da ecofisiologia, a morfogênese é uma ferramenta importante para a avaliação e compreensão do desenvolvimento de forrageiras, pois

determina o acúmulo de forragem no pasto (DA SILVA et al., 2015). Ela tem sido usada por vários pesquisadores nos últimos anos para avaliar as respostas das plantas forrageiras às condições do ambiente e também para a determinação de estratégias racionais de manejo das espécies forrageiras.

A morfogênese constitui-se num processo de geração e expansão dos órgãos da parte aérea da planta no espaço e no decorrer do tempo (CHAPMAN & LEMAIRE, 1993). De acordo com os mesmos autores a morfogênese pode ser descrita em termos de taxas de aparecimento e de expansão de novos órgãos da planta.

Quando a planta forrageira de clima temperado se encontra em crescimento vegetativo, três características básicas podem descrever a morfogênese: a taxa de aparecimento de folhas (TApF), taxa de alongamento de folhas (TAIF) e duração da vida das folhas (DVF) (CHAPMAN & LEMAIRE, 1993). Entretanto, ao se estudar gramíneas forrageiras de clima tropical, principalmente de crescimento ereto, além desses elementos, a taxa de alongamento de colmo (TAIC) afeta expressivamente a estrutura do pasto e os equilíbrios dos processos de competição por radiação luminosa (SBRISSIA & SILVA, 2001).

Essas características controlam os atributos estruturais do dossel, como comprimento de lâmina foliar, comprimento de colmo, número de folhas vivas por perfilho e densidade populacional de perfilhos (SANTOS & FONSECA, 2016). Além destas características estruturais, existe a relação folha/colmo e comprimento final da folha, são características estruturais determinadas pela interação entre as variáveis morfogênicas e práticas de manejo, as quais determinarão o índice de área foliar (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996). O índice de área foliar juntamente com a arquitetura das folhas determina a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (MACEDO et al., 2010).

A utilização do pasto consiste essencialmente no desfolhamento da planta, isto é, na remoção das lâminas foliares (SCHNYDER et al., 2000). Consequentemente o potencial de manter a produção de folhas em face ao desfolhamento periódico é essencial para a produção sustentável e a sobrevivência do pasto. Portanto, é necessário compreender os processos fundamentais envolvidos diretamente no crescimento de uma folha e como esse crescimento é controlado pela disponibilidade de recursos para a planta, por fatores genéticos, de manejo e climáticos.

A taxa de aparecimento foliar (TApF) ocupa papel central na morfogênese, pois se correlaciona com as principais características estruturais (número de folhas vivas por

perfilho, densidade populacional de perfilhos e o comprimento foliar) que influenciam o índice de área foliar (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996). Essa característica pode ser mensurada pelo número de folhas surgidas por perfilho em razão do número de dias do período de avaliação (folhas perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). Uma característica que não é considerada morfogênica, mas que explica em partes o comportamento de crescimento da planta é o filocrono, tempo gasto para o aparecimento de uma folha e que pode ser obtido pelo inverso da taxa de aparecimento foliar (MACEDO et al., 2010).

A taxa de alongamento foliar (TAIF) é o somatório de todo alongamento da lâmina foliar por perfilho em razão do número de dias do período de avaliação (cm de folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). É uma medida de grande importância na análise de fluxo de tecidos das plantas e correlaciona-se positivamente com o rendimento forrageiro, já que, à medida que se aumenta a TAIF, há incremento na proporção de folhas e, conseqüentemente, maior área foliar fotossinteticamente ativa, promovendo assim maior acúmulo de massa seca (MARTUSCELLO et al., 2015).

A planta forrageira está em constante mudança na estrutura do seu dossel, em parte por conta do comportamento foliar (GOMIDE & GOMIDE, 2000). Existem três tipos de folhas distintas entre si durante o desenvolvimento de um perfilho vegetativo: folhas completamente expandidas, cujas bainhas formam o pseudocolmo; folhas emergentes, cujos ápices tornam-se visíveis acima do pseudocolmo; e folhas em expansão, contidas no interior do pseudocolmo.

Muitos processos ligados ao desenvolvimento vegetativo das plantas ganham ou perdem intensidade à medida que elas crescem. A taxa de aparecimento foliar diminui, ao passo que o tempo de alongamento foliar e o comprimento da lâmina foliar aumentam. Esses processos de desenvolvimento fisiológico das folhas estão sempre acontecendo. A folha tem uma duração de vida limitada, que em dado momento essa folha diminui sua capacidade fotossintética, e se não sofrer desfolhação, entrará em processo de senescência. A senescência foliar reflete as perdas de biomassa e na qualidade da forragem, porém pode ser manipulada em função da estratégia de manejo adotada no dossel forrageiro (ALEXANDRINO et al., 2011).

Outro parâmetro importante a ser considerado é o alongamento do colmo. Essa é uma resposta da forrageira de clima tropical de menor frequência de desfolha, visto que ao alongar o colmo a planta aumenta a incidência de luz nos estratos mais baixos do pasto a fim de aumentar a fotossíntese das folhas próximas a base do colmo.

A taxa de alongamento de colmo é determinada pelo aumento no comprimento deste em um dado perfilho durante o decorrer do tempo. O alongamento de colmo pouco colabora com acúmulo de matéria seca durante a rebrota de pastagens de clima tropical, se o dossel não exceder o índice de área foliar crítico (CARNEVALLI et al., 2006), momento em que a mesma é colhida na altura adequada, quando a planta apresenta 95% de interceptação luminosa.

O alongamento do colmo pode comprometer a eficiência do pastejo pelos animais, visto que pode diminuir o tamanho do bocado (SANTOS et al., 2008). Somado a isso, o colmo tem efeito negativo sobre o valor nutritivo da pastagem. Em sistemas de manejo intensivo de pastagens, o alongamento do colmo deve ser minimizado, visto que o objeto de interesse no manejo do pasto é a maior relação possível de lâmina/colmo e consequente maior qualidade da biomassa.

A biomassa da parte aérea produzida durante todo o desenvolvimento das forrageiras é o que compõe o pasto. Cada planta é formada por unidades básicas, chamadas de perfilhos. Conforme explica Bullock (1996), o perfilhamento é um mecanismo inerente a planta, utilizado para reposição dos perfilhos mortos ao longo do ano, isso proporciona a perenidade e produtividade da gramínea forrageira. Assim como garante a sua adaptação às diferentes condições de meio, incluindo o ambiente de desfolhação e as condições climáticas variáveis ao longo do ano (SBRISSIA et al., 2010).

A densidade populacional de perfilhos tem relação direta com a taxa de aparecimento foliar (NABINGER & PONTES, 2001). Essa relação determina a capacidade de perfilhamento para um determinado genótipo, visto que cada folha formada sobre um colmo representa o aparecimento de um novo fitômero, isto é, a formação de uma nova gema axilar. Dessa forma, existe uma possibilidade de gerar um novo perfilho, que contribuirá com o aumento da produção de biomassa do pasto. Nesse aspecto, perfilhos jovens apresentam maiores taxas de aparecimento e alongamento das folhas e, consequentemente, aumento do vigor do crescimento em relação aos perfilhos mais velhos (BARBOSA et al., 2012).

Nessa perspectiva, a compreensão das alterações morfogênicas e estruturais permite o estabelecimento de estratégias de manejo que direcionam a melhoria do potencial produtivo das plantas forrageiras, que dependem também do ecossistema que o pasto está implantado.

### 1.3 Importância do uso de P e K na adubação de pastagens

Os macronutrientes primários nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) são os mais utilizados pelas plantas forrageiras, sendo assim, são os principais nutrientes estudados para fins de recomendações de adubação de pastagens. A quantidade de P contida nas plantas é muito menor que as correspondentes ao N e ao K, sendo assim a necessidade de P relativamente mais baixa. De acordo com a lei do mínimo, se há falta de um ou mais nutrientes no solo, a produtividade será restringida por esses elementos, mesmo que haja uma quantidade adequada dos outros nutrientes disponíveis.

Na planta, o K regula o fluxo de água e outros materiais através das membranas celulares, e ajuda a regular uma grande variedade de processos químicos e enzimáticos. O K por si só não forma qualquer composto químico nas plantas, mas atua no balanço iônico das cargas elétricas por se movimentar para dentro e para fora através das membranas celulares. Por isso, o K é essencial para a absorção de nutrientes e movimento através da planta, e na manutenção do balanço hídrico na planta (REETZ, 2017), por essas razões, o K é o segundo nutriente mais retirado do solo pelas plantas (GODOY et al., 2007).

Apesar da importância do K para as plantas forrageiras, dentre os três macronutrientes supracitados, este é que se aduba em menor quantidade, devido boa parte dos solos brasileiros terem concentrações suficientes para atender as exigências das plantas. Entretanto, pode-se observar resposta positiva das plantas ao se utilizar adubação potássica. Utilizando níveis crescentes de K, Costa et al. (2012) avaliaram em casa de vegetação as doses: 0, 15, 30, 45 e 60 mg de K dm<sup>-3</sup> em *Megathyrus maximus* cv. Mombaça, reportaram aumento dos teores de MS e redução dos teores de P e proteína bruta na planta. O que segundo os autores pode ser explicado pelo efeito de diluição com o aumento da produção de MS. A remoção contínua de K do solo sem fertilização adequada é prejudicial à produção e persistência das plantas (SILVEIRA et al., 2017).

O P é um nutriente crucial no metabolismo das plantas na transferência de energia da célula, respiração e fotossíntese, sendo componente estrutural de macromoléculas, genes e cromossomos e integrantes de diversas moléculas químicas, como açúcares fosfatados, nucleotídeos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolípidos, ácido fítico, além de ser parte estrutural do difosfato de adenosina (ADP) e do trifosfato de adenosina (ATP), participando de um grande número de compostos essenciais de vias metabólicas e nos processos de transferência de energia sendo ainda essencial para a

divisão celular, devido ao seu papel na estrutura dos ácidos nucleicos (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Conforme dados de Malavolta (2006), em 90% das análises de solos realizadas no país encontram-se baixos teores de P disponível. Além disso, o mineral tem alta capacidade de adsorção no solo em consequência da acidez e altos teores de óxidos de ferro e de alumínio (MACEDO, 2004). Nessa situação, a adubação fosfatada é fundamental, independente do sistema de exploração, seja extensivo ou intensivo, para que esse nutriente não seja limitante na resposta da planta forrageira, principalmente quando são aplicados níveis elevados de N (IEIRI et al., 2010).

O suprimento adequado de P é, diferentemente dos demais nutrientes, essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta (GRANT et al., 2001). Por isso é importante realizar adubação de estabelecimento, pois é um momento crucial no desenvolvimento da pastagem.

Ao se avaliar três espécies forrageiras, Mombaça, Tânzania (*Megathyrus maximus*) e *Brachiaria* sp. híbrida Mulato e cinco doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 0, 40, 80, 120 e 240 kg ha<sup>-1</sup>, Mesquita et al. (2010) reportaram resposta quadrática para produção de MS e densidade de perfilhos das três forrageiras. Resultado evidencia que as plantas apresentam um platô, ponto em que a planta não consegue responder a maiores adubações de P.

O ideal é sempre o uso combinado desses macronutrientes, dessa forma ao avaliar o *Megathyrus maximus* cv. Mombaça, cultivados sobre adubação fosfatada natural, nas doses de (0, 35, 70, 140, 210, 280 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) com ou sem adubação de cobertura de N e K (44 e 34,8 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente) na implantação, Faria et al. (2015) reportaram que na presença de N e K, o pasto apresentou menor período de descanso, aumento linear na densidade perfilhos e produção de MS da parte aérea. O P tem importante papel no estabelecimento da pastagem, pois favorece o crescimento de raízes e perfilhamento (SANTOS et al., 2006). O N e o K são os nutrientes extraídos em maiores quantidades pelas plantas. Sendo que a combinação desses nutrientes assume papel importante na nutrição da planta, e podem afetar os atributos morfogênicos, produtivos e nutricionais da forrageira.

#### **1.4 Importância do uso de N na adubação de pastagens**

Na literatura são encontrados muitos trabalhos que focam as avaliações apenas com o uso do N, entretanto, conforme descrito anteriormente, seria impraticável o seu uso

pela planta sem a presença do fósforo e potássio no solo, visto que esses dois elementos têm importante participação no metabolismo das forrageiras. Porém não há como negar a grande importância que o N tem para a planta, principalmente na produção de biomassa e melhoria do valor nutritivo da forragem.

O N afeta diretamente os processos fotossintéticos, estimula a atividade enzimática e a síntese das enzimas responsáveis pela fixação de CO<sub>2</sub>, Rubisco, em plantas C3 e fosfoenolpiruvato carboxilase nas plantas C4, o que acarreta maior eficiência de captação de CO<sub>2</sub> atmosférico, exerce influência direta nas fases fotoquímica e bioquímica. Na fase fotoquímica, atua na síntese de clorofila do tipo A, responsável pela captação da luz, processo fundamental para as demais etapas da fotossíntese, já na fase bioquímica está associado a biossíntese proteica/enzimática, ligada à fotossíntese (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Todos esses processos fisiológicos são facilmente observados de forma macro nas características da planta forrageira. Com a maior disponibilidade de N no solo, e por consequência na célula, todos os processos fotossintéticos são potencializados, em especial alterações na estrutura dos perfilhos, como tamanho, peso e taxa de aparecimento (ALENCAR et al., 2010). De acordo com Malavolta (2006), o N é fundamental para o aproveitamento dos carboidratos presentes na planta, na intensificação do crescimento e o desenvolvimento de folhas, caules, raízes e perfilhos, o que favorece maior absorção de nutrientes.

Em sistemas de produção pecuária sobre pastagem tropical, faz-se necessário incrementar a disponibilidade de N a fim de se obter elevada produção de matéria seca e incremento no valor nutritivo, particularmente no teor de proteína bruta (CAMPOS et al., 2016). Porém, a resposta à adubação nitrogenada pode ser limitada por diversos fatores, como o teor de matéria orgânica no solo e a disponibilidade de água (DI NASSO et al., 2015), condições climáticas e de solo e qualidade da fonte nitrogenada e pH, este é uma das variáveis mais importantes, pois no processo de absorção pode existir a competição entre o H<sup>+</sup> e os outros cátions, e do OH<sup>-</sup> com outros ânions, pelos mesmos sítios carregadores na membrana (PRADO, 2008). De acordo com o mesmo autor, o pH na faixa de 5,5 a 6,5 a disponibilidade de alguns nutrientes essenciais é máxima, a exemplo dos macronutrientes e neste intervalo de pH não limita a disponibilidade dos micronutrientes.

O N na forma inorgânica ( $\text{NH}_4^+$  ou  $\text{NO}_3^-$ ) proveniente da adubação mineral é prontamente disponibilizado na solução do solo, dessa forma, a raiz pode absorver e metabolizar o nutriente (PRADO, 2008).

O N absorvido é assimilado pela planta via reações bioquímicas envolvendo oxidação e redução, formando ligações covalentes com carbono e criando compostos orgânicos, tais como, aminoácidos, ácidos nucleicos e proteínas (TAIZ & ZEIGER, 2017), com a maior concentração de N a forrageira consegue intensificar sua produção de tecidos, a exemplo das folhas, colmos e raízes. Porém, o N que não é absorvido pelas raízes pode ser perdido por lixiviação, volatilização, incorporação à matéria orgânica ou incorporado aos microrganismos do solo. Esta situação é um dos motivos dos estudos que avaliam o comportamento da planta forrageira a adubação nitrogenada.

Observa-se na literatura que na maioria dos trabalhos com adubação nitrogenada em pastagens, basicamente utilizam a ureia e o sulfato de amônio. Entre os fertilizantes nitrogenados mais comuns, o mais utilizado no mundo é a ureia, devido ao menor custo por quilograma de N (PEREIRA et al., 2009). Além disso, tem alta disponibilidade no mercado, e é o produto que contém maior quantidade de N entre as fontes disponíveis, algo em torno de 44 a 46% (FARIA et al., 2014). Porém, esta apresenta como desvantagens uma alta higroscopicidade e maior suscetibilidade a perda por volatilização, principalmente quando aplicada superficialmente no solo (FARIA et al., 2014). De acordo com Vitor et al. (2014), a adubação nitrogenada pode ser limitada pelo custo, em função do tamanho das áreas a serem aplicadas, pela necessidade de repetição das aplicações na cultura e devido a perdas de N quando não associado a parte orgânica do solo.

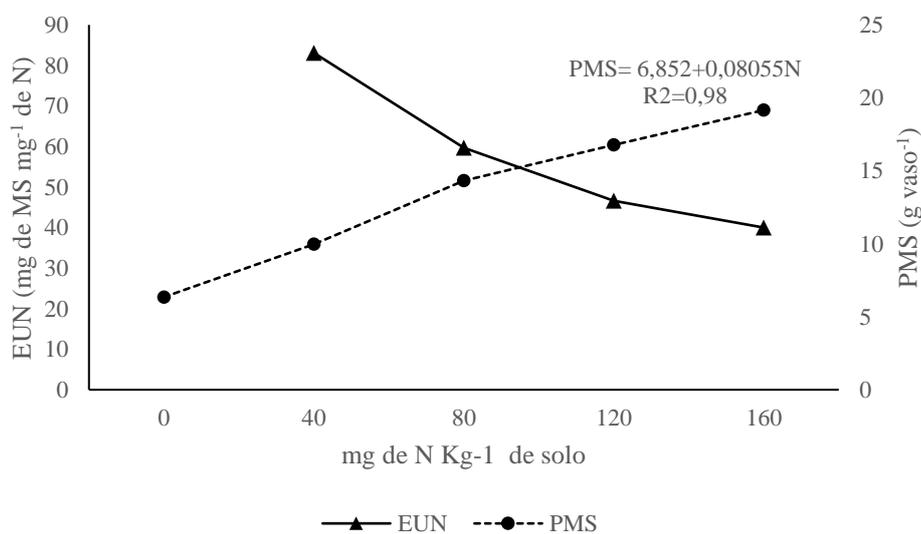
Os trabalhos da literatura utilizando a adubação nitrogenada mostram um aumento da biomassa forrageira com a fertilização nitrogenada em doses crescentes (QUANTRIN et al., 2015; COSTA et al., 2016; BORTOLUZZI et al., 2017, MARTUSCELLO et al., 2019), independente da espécie forrageira.

Isso na prática significa uma maior taxa de lotação animal em pastejo numa mesma área por mais vezes ao longo do ano. Podendo então ser convertido em produto animal. Trabalho nesse sentido foi realizado por Iwamoto et al., (2015), ao avaliarem quatro doses de N oriundos da ureia (0, 150, 300 e 450 Kg de N  $\text{ha}^{-1}$ ), em pastagem de capim Tanzânia, estabelecido em área com solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, em que a entrada dos animais no piquete ocorria quando a planta atingisse uma altura de 0,7 m, obtiveram incrementos nos números de ciclos de pastejo com o

aumento das doses de N, (Kg de N/Ciclos): 0/4; 150/5; 300/6 e 450/6 ciclos, porém os autores não analisaram o efeito das doses no número de ciclos de pastejo. Mas pode-se inferir que, além do aumento no número de ciclos a pastagem com maior dose de N, as plantas apresentaram maior biomassa, podendo oferecer maior conteúdo de forragem aos animais, aumentando o tamanho do bocado e diminuindo o tempo de pastejo e o gasto energético.

Realizando uma metanálise para avaliar repostas de algumas forrageiras a adubação nitrogenada, Bernardi et al., (2018) reportaram os resultados de 36 trabalhos publicados entre os anos de 2006 a 2016, envolvendo 14 artigos com o gênero *Brachiaria*, nove artigos com *Cynodon* e 12 artigos envolvendo *Megathyrus* (syn. *Panicum*), os pesquisadores encontraram aumentos lineares de MS e proteína bruta em relação aos tratamentos controle, para *Brachiaria* e *Megathyrus*, evidenciando a efetividade da adubação nitrogenada, pois mesmo com as variadas condições em que os trabalhos agrupados foram realizados, observou-se resposta consistente ao adicionar N ao solo.

Um fator que tem que ser levado em consideração é a eficiência de utilização do N adicionado ao solo, Costa et al. (2016) apresentaram resultados (Figura 2) demonstrando redução na eficiência da adubação com o aumento das doses crescentes de nitrogênio, (0, 40, 80, 120 e 160 mg de N kg<sup>-1</sup> de solo) sobre a produção de MS de *Megathyrus maximus* cv. Massai.



**Figura 2.** Eficiência de utilização do N (mg de MS mg<sup>-1</sup> de N) para o capim Massai, em função de doses de N (mg ha<sup>-1</sup>), adaptado de Costa et al. (2016).

Para que a planta aproveite de forma mais efetiva o N aplicado no solo, Rowlings et al. (2016), explicam que dependerá de algumas variáveis, tais como temperatura do

solo, quantidade de água, e matéria orgânica. Essas características edafoclimáticas podem mudar em uma mesma área ao longo do ano, fazendo com que em algumas épocas tenha melhor aproveitamento do N inserido no sistema e em outras, maiores perdas do nutriente. Por isso a importância de conhecer o comportamento das diversas espécies forrageiras nos diversos ecossistemas, para que se faça uso racional dessas fontes não renováveis. Evitando assim o desperdício de recursos financeiros e a poluição do meio ambiente.

### **1.5 Fertilização com N pós desfolha**

Logo após a desfolha, parte das raízes das plantas morrem em decorrência da remoção das folhas, estas que são a fonte primária de assimilados para a raiz. Além disso, a absorção de nutrientes e de água pela planta para a retomada do crescimento da parte aérea pós pastejo depende do suporte radicular da gramínea. (SARMENTO et al., 2008).

Se por um lado, a redução de raízes determina para a planta forrageira uma menor capacidade de absorção de água e nutrientes. Por outro lado, ela não deve ser vista apenas por este aspecto negativo, pois a redução na massa radicular imediatamente após a desfolha parece ser uma estratégia fisiológica da planta que busca proporcionar uma rápida recuperação da parte aérea, para aumento do potencial fotossintético e consequente equilíbrio positivo de carbono na planta, através da diminuição da demanda de carbono pelo sistema radicular (RICHARDS, 1993).

Ao avaliar o sistema radicular pré e pós pastejo de dois *Megathyrsus maximus* cv. Tanzânia e Aruana, submetidos a duas doses de N (150 e 300 Kg ha<sup>-1</sup>), Giacomini et al. (2005) reportaram que no pós pastejo os tratamentos que receberam a dose de 300 Kg de N, apresentaram maiores valores de massa seca de matéria orgânica de raízes. O crescimento radicular pós pastejo demonstrou crescimento de raízes mais evidente após a segunda semana de rebrotação.

Nesse sentido, o momento de adubação nitrogenada após a desfolha deve ser considerado para melhor manejo da adubação. De acordo com Martuscello et al. (2006), o suprimento de N após o corte ou pastejo assume relevante papel para a rápida recuperação das plantas sob desfolhações frequentes, permitindo uma rebrota com elevada taxa de alongamento de folhas e aparecimento de novos perfilhos, fatores diretamente relacionados à produção de massa seca da planta forrageira.

Para que a forrageira apresente rápida rebrota, Pereira et al. (2011), explicam que após a desfolha, é necessário a disponibilidade de nutrientes e dentre eles o N destaca-se

como fundamental, tendo importante papel na morfogênese, produtividade e qualidade das plantas forrageiras.

Embora existam muitos estudos referentes às doses de N em forrageiras (COSTA et al., 2008; SILVA et al., 2011; QUANTRIN et al., 2015; PACIULLO et al., 2017). Encontra-se na literatura poucos trabalhos que avaliam o momento ideal de adubação nitrogenada nas forrageiras de clima tropical tropicais após a desfolha.

A resposta das plantas à fertilização nitrogenada está sujeita a vários fatores, incluindo o nível de estresse causado pelo desfolhamento, disponibilidade de nutrientes, umidade do solo e temperatura, estas são algumas das condições. Após a desfolha, a planta precisa ajustar seu balanço energético para atender às demandas de recuperação de parte aérea e raiz (GOMIDE et al., 2019).

Alguns autores têm buscado melhorias no sentido de recomendar o melhor manejo de aplicação de N após a desfolha. É caso do trabalho de Premazzi et al. (2011), que foi avaliado o crescimento das folhas do capim Tifton 85 submetido a dois momentos de adubação nitrogenada (0 e 7 dias após o corte), e verificaram que a adubação realizada sete dias pós corte estimulou o maior crescimento das folhas.

Buscou-se também avaliar esse tipo de manejo em gramíneas dos gêneros *Megathyrus* e *Brachiaria*, Faria et al. (2019), testaram a aplicação de N nos dias 0, 2, 4, 6 e 8 após a desfolha para as espécies forrageiras *Megathyrus maximus* cv. BRS Quênia e *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã, para este último houve diferença (<0,01) na massa seca de lâmina foliar, havendo redução nos teores a medida que se passavam os dias pós desfolha, no dia 0 (74,4%) e no dia 8 (45,3%). Para a cv. BRS Quênia não houve diferença na massa de lâmina foliar nesse intervalo, sendo no dia 0 (77,7%) e no dia 8 (75,9%). O trabalho desse autor pode evidenciar que a resposta das forrageiras ao momento de adubação pode variar entre espécies. Essas respostas são importantes quando se pensa no manejo a campo, pois conhecendo o comportamento da espécie forrageira com relação ao momento da aplicação do N, pode-se preparar um melhor cronograma de atividades dentro da propriedade, fazendo um melhor aproveitamento do tempo de trabalho da mão de obra.

Em uma avaliação do *Megathyrus maximus* cv. BRS Zuri, em que foram avaliados diferentes momentos de aplicação de N, no dia 0 e após a expansão da primeira folha (o referido estudo apresentou média de 7 dias pós desfolha) nas doses de 0, 20, 40, 60 e 80 mg de N dm<sup>-3</sup>, Gomide et al. (2019) observaram aumento linear na massa seca de forragem de acordo com o aumento das doses de N, porém não foi observado

diferenças na produção de MS quando se comparou o momento de aplicação pós desfolha, mostrando que para o cultivar em questão pode haver um intervalo de tempo maior para que se realize a adubação nitrogenada. Entretanto os autores relatam que mais estudos necessitam ser realizados, já que o estudo foi executado em casa de vegetação. Assim, é necessário avaliar esse comportamento a campo.

Baseado nas informações supracitadas, na variabilidade dessas espécies forrageiras analisadas e sabendo que cada uma pode responder de forma distinta, existe a necessidade de mais estudos com relação ao manejo de aplicação de N na adubação de cobertura.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, C. A. B. et al. Produção de seis capins manejados por pastejo sob efeito de diferentes doses nitrogenadas e estações anuais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 1, p. 48-58, 2010.

ALEXANDRINO, E.; CANDIDO, M. J. D.; GOMIDE, J. A. Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim Mombaça mantido sob diferentes alturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.1, p. 59-71, 2011.

ALVES, J. de S. et al. Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* stapf. submetida a diferentes doses de nitrogênio e volumes de água. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.1, p.1- 10, 2008.

ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes**. São Paulo, 2016.

ARAÚJO, L. M. B. et al. Produtividade do capim Mombaça sob diferentes idades de rebrotação no norte do Piauí. **Nucleus**, v. 16, n. 1, 233-244, 2019.,

BARBOSA, R. A. et al. Morphogenetic and structural characteristics of guinea grass tillers at different ages under intermittent stocking. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.1583–1588, 2012.

BERNARDI, A.; SILVA, A.W.L.; BARETTA, D. Estudo metanalítico da resposta de gramíneas perenes de verão à adubação nitrogenada. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n.2, p.545-553, 2018.

BORTOLUZZI, F. M. et al. Fosfato natural reativo aplicado em épocas distintas e associado a fertilizantes nitrogenados afetam a produção de capim-marandu. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa: v.74, n.1, p.9-16, 2017.

BULLOCK, J.M. **Plant competition and population dynamics**. In: Hodgson, J.; ILLIUS, A. W. (Ed) *The ecology and management of grazing systems*. Wallingford: CAB International, p. 69-100, 1996.

CAMPOS, F.P. et al. Chemical composition and in vitro ruminal digestibility of hand-plucked samples of Xaraes palisade grass fertilized with incremental levels of nitrogen. **Animal Feeding Science Technology**, v.215, p.1-12, 2016.

CARNEVALLI, R.A. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. ‘Mombaça’ under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v.40, p.165-176, 2006.

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. **Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation**. In ‘Grasslands for our world’. Ed. MJ Baker, pp. 55–64. 1993.

COSTA, N. L. et al. Eficiência do nitrogênio, produção de forragem e morfogênese do capim-massai sob adubação. **Nucleus**, v. 13, n. 2, p. 173-182, 2016.

COSTA, N. L. et al. Produção e composição química de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de potássio. **Revista Pubvet**, Londrina, v.6, n. 21, ed. 208, art. 1388, 2012.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 122-138, 2007.

DA SILVA, S.C. et al. Ecophysiology of C4 forage grasses -understanding plant growth for optimizing their use and management. **Agriculture**, v.5, p.598-625, 2015.

DA SILVEIRA, M. C. T. et al. Effect of cutting interval and cutting height on morphogenesis and forage accumulation of guinea grass (*Panicum maximum*). **Tropical Grasslands**, v. 44, n. 2, p. 103-108, 2010.

DE FARIA, A. J. G. et al. Adubação nitrogenada e potássica na produtividade do capim Mombaça sobre adubação fosfatada. **Journal of bioenergy and food science**, v. 2, n. 3, 2015.

DINASSO, N.N.; LASORELLA, M.; RONCUCCIA, N.; BONARIA, E. Soil texture and crop management affect switchgrass (*Panicum virgatum* L.) productivity in the Mediterranean. **Industrial Crops and Products**, v.65, p.21-26, 2015.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, Documentos, n. 402. 36 p. 2014.

FARIA, D. A et al. Investigating the Optimal Day for Nitrogen Fertilization on Piatã palisadegrass and Quênia guineagrass after Defoliation. **Journal of Experimental Agriculture International**. 34 (6): 1-11 p, 2019.

FARIA, L. D. A. et al. Hygroscopicity and ammonia volatilization losses from nitrogen sources in coated urea. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.3, p. 942-948, 2014.

GALINDO, F. S. et al. Application of different nitrogen doses to increase nitrogen efficiency in mombasa guineagrass (*Panicum maximum* cv. mombasa) at dry and rainy seasons. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n. 12, p. 1657, 2017.

GALINDO, F. S. et al. Acúmulo de matéria seca e nutrientes no capim-mombaça em função do manejo da adubação nitrogenada. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 3, p. 1-9, 2018.

GASTAL, F.; LEMAIRE, G. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: review of the underlying ecophysiological processes. **Agriculture**, v. 5, n. 4, p. 1146-1171, 2015.

GIACOMINI, A. A. et al. Crescimento de raízes dos capins Aruana e Tanzânia submetidos a duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1109-1120, 2005.

GODOY, L.J.G.; VILLAS BOAS, R.L.; BACKES, C. et al. Doses de nitrogênio e potássio na produção de grama esmeralda. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.5, p. 326-1332, 2007.

GOMIDE, C. A. M et al. Productive and morphophysiological responses of *Panicum maximum* Jacq. cv. BRS Zuri to timing and doses of nitrogen application and defoliation intensity. **Grassland Science**, v. 65, n. 2, p. 93-100, 2019.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 341-348, 2000.

GRANT, C.A. et al. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 95, 2001.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Agência IBGE Notícias. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/27187-ibge-divulga-monitoramento-da-cobertura-e-uso-da-terra-do-brasil-para-2018>>, Acesso em: 03 de abril de 2020.

IEIRI, A. Y. et al. Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na recuperação de pastagem com *Brachiaria*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras- MG, v. 34, n. 5, p. 1154-1160, 2010.

IWAMOTO, B. S. et al. Características morfogênicas do capim-Tanzânia fertilizado ou não com nitrogênio nas estações do ano. **Bioscience Journal**, vol. 31, n.1, 2015.

JANK, L. et al. Avaliação do germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da África. 1. Produção forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n.3, p. 433-440, 1994.

JANK, L.; MARTUSCELLO, J. A.; RESENDE, R. M. S. *Panicum maximum* Jacq. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas forrageiras** – Viçosa, MG: Ed. UFV, Cap. 5, p. 166-196. 2010.

LANA, R. P. **Respostas das plantas à fertilização**: Aspectos biológicos, econômicos e ambientais, Cap. 5, p. 55- 69. In: LANA, R. P. (Editor). **Respostas de Animais e Plantas aos Nutrientes**. Viçosa: Editora UFV, 2015.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, p.3-36, 1996.

MACEDO, C. H. O.; ALEXANDRINO, E.; JAKELAITIS, A. et al. Características agronômicas, morfogênicas e estruturais do capim *Panicum maximum* cv. Mombaça sob desfolhação intermitente. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p. 941-952 out/dez, 2010.

MACEDO, M.C.M. Adubação fosfatada em pastagens cultivadas com ênfase na Região do cerrado. In: YAMADA, T.; ABDALA, S.R.S. (Eds.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p.359-400, 2004.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Editora Ceres, 2006. 631p.

MARTUSCELLO, J. A.; RIOS, J. F.; FERREIRA, M. R. et al. Produção e morfogênese de capim BRS Tamani sob diferentes doses de nitrogênio e intensidades de desfolhação. **Boletim de Indústria Animal**, v. 76, p. 1-10, 2019.

MARTUSCELLO, J.A. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1475-1482, 2006.

MARTUSCELLO, J. A. et al. Adubação nitrogenada em capim-massai: Morfogênese e produção. **Ciencia Animal Brasileira**, v. 16, n. 1, p. 1–13, 2015.

MESQUITA, P. et al. Structural characteristics of marandu palisadegrass swards subjected to continuous stocking and contrasting rhythms of growth. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 01, p. 23-30, 2010.

NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.755-771.

PACIULLO, D. S. C. et al. Morphogenesis, biomass and nutritive value of Panicum maximum under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and Forage Science**, v. 72, n.3, p. 590-600, 2016.

PEREIRA, H. S. et al. Ammonia volatilization of urea in the out-of-season corn. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 6, p. 1685-1694, 2009.

PEREIRA, V. V. et al. Características morfogênicas e estruturais de capim-mombaça em três densidades de cultivo adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 12, p. 2681-2689, 2011.

PRADO, R. de M. **Nutrição de plantas**. São Paulo, Editora UNESP. 2008.

PREMAZZI, L. M., MONTEIRO, F. A.; OLIVEIRA, R. F. D. Crescimento de folhas do capim-bermuda tifton 85 submetido à adubação nitrogenada após o corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 3, p. 518-526, 2011.

QUATRIN, M. P. et al. Efeito da adubação nitrogenada na produção de forragem, teor de proteína bruta e taxa de lotação em pastagens de azevém. **Boletim da Indústria Animal**. v. 72, n. 1, 21-26 p., 2015.

REETZ, H. F. **Potássio (K)**, In: Fertilizantes e o seu uso eficiente. São Paulo: ANDA (Associação Nacional para a Difusão de Adubos), 178 p. 2017.

RICHARDS, J. H. Physiology of plant recovering from defoliation. **Grasslands for our world**. Wellington, New Zealand: Sir Publishing. p. 46–54. 1993.

ROWLINGS, D.W.; SCHEER, C.; LIU, S.; GRACEA, P.R. Annual nitrogen dynamics and urea fertilizer recoveries from a dairy pasture using 15N; effect of nitrification inhibitor DMPP and reduced application rates. **Agriculture Ecosystem Environment**, v.216, p. 216-225, 2016.

SANTOS, I.P.A. et al. Frações de fósforo em gramíneas forrageiras tropicais sob fonte e doses de fósforo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.5, p.961-970, 2006

SANTOS, M. E. R. et al. Valor nutritivo da forragem e de seus componentes morfológicos em pastagens de *Brachiaria decumbens* diferida. **Boletim da Indústria Animal**, v.65, n. 4, p. 303- 311, 2008.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M. **Adubação de pastagens em sistemas de produção animal**. Editora: UFV, cap. 07, p. 126 – 146. 2016.

SARMENTO, P. et al. Sistema radicular do *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio adubado com nitrogênio e submetido à lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 27-34, 2008.

SAVIDAN, Y.H.; JANK, L. & COSTA, J.C.G. Registro de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum*. Campo Grande, **EMBRAPA** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 68p, 1990.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: MATTOS, W.R.S. (Ed.). **A produção animal na visão dos Brasileiros**. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.731-754, 2001.

SBRISSIA, A.F.; SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L. et al. Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. **Plant Ecology**, v.206, p.349-359, 2010.

SCHNYDER, H. et al. **An Integrated View of C and N Uses in Leaf Growth Zones of Defoliated Grasses**. In: LAMEIRE et al. *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. CABI Publishing 2000.

SILVA, D. R. G. et al. Eficiência nutricional e aproveitamento do nitrogênio pelo capim-marandu de pastagem em estágio moderado de degradação sob doses e fontes de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.2, p. 242-249, 2011.

SILVEIRA, M. L. et al. Bahiagrass response and N loss from selected N fertilizer sources. **Grass and Forage Science**, v. 70, n. 1, p. 154-160, 2015.

SILVEIRA, M. L. et al. Potassium and phosphorus fertilization impacts on bermudagrass and limpgrass herbage accumulation, nutritive value, and persistence. **Crop Science**, v. 57, n. 5, p. 2881-2890, 2017.

SIMON, K. B.; JACOBS, S. W. L. Megathyrus, a new generic name for *Panicum* subgenus *Megathyrus*. **Austrobaileya**, v. 6, n. 3, p. 571-574, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 848p. 2009.

VALLE, C.B.; JANK, L.; SIMEÃO, R.M.R. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 56, n. 4, p. 460-472, 2009.

VITOR, C. M. T. et al. Características estruturais de uma pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk sob doses de nitrogênio. **Boletim Indústria Animal**, v. 71, n. 2, p. 176-182, 2014.

ZIMMER, A. H. et al. **Degradação, recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande, MS: EMBRAPA Gado de Corte, Documentos, n.189, 42 p. 2012.

## CAPITULO 2. RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO E DIA DA ADUBAÇÃO NITROGENADA INFLUENCIAM A MORFOGÊNESE E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DO CAPIM MOMBAÇA?

### RESUMO

Objetivou-se avaliar as características morfogênicas e estruturais do capim *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça na região sudeste do estado Pará submetido a diferentes estratégias de adubação. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 3, com 5 repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas recomendações de adubação: Manual 5ª aproximação (5AP), Manual do Pará (MP), Reposição de nutrientes (RP) e modelo adaptado de Michaelis e Menten (MM) associadas a três momentos (dias) de aplicação de nitrogênio (N) após desfolhação (dia 0, 3 e 6) nas características morfogênicas e as características estruturais. Com a aplicação de N no dia 0, após a desfolha, as recomendações 5AP, RP, MP e MM apresentaram respectivamente, cinco, quatro, três e cinco ciclos de produção. Quando a adubação N foi realizada nos dias 3 e 6 após a desfolha, foram registrados cinco, três, três e três ciclos, respectivamente para as recomendações 5AP, RP, MP e MM. Houve interação ( $P < 0,05$ ) entre os fatores para as variáveis: TApF, TAlF, DVF, FILO, NFV e TSF.. Não houve interação entre os fatores para: TAIC, DP e IAF. As maiores TApF foram registradas para 5AP (0,091 cm dia<sup>-1</sup>), MM (0,078 cm dia<sup>-1</sup>) quando o N foi aplicado no mesmo dia após a desfolhação (dia 0) e 5AP (0,093 cm dia<sup>-1</sup>) com N aplicado ao sexto dia após o corte. A TAlF na adubação dia 0, reportou os maiores valores para 5AP (5,24 cm dia<sup>-1</sup>) e MM (4,79 cm dia<sup>-1</sup>). Para TAIC, dentro das recomendações de adubação, o maior valor foi da 5AP (0,133 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), para o momento de aplicação de N, a adubação no dia 0, teve maior TAIC (0,113 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). A DVF com adubação dia 0, MP teve a maior DVF com 88 dias e as demais, 5AP (63 dias), RP (64,4 dias) e MM (65,1 dias) não diferiram entre si, o maior valor geral de DVF foi obtido na adubação no terceiro dia após desfolhação para MM (114 dias) . Para DP, a 5AP apresentou maior valor (421,5) entre as quatro recomendações avaliadas. Para IAF, 5AP obteve maior média (5,33), sendo superior as demais. A recomendação 5AP com aplicação do N no dia 0 e no sexto dia após a desfolhação, e MM com adubação no dia 0, promovem os melhores índices de taxa de aparecimento, alongamento, duração de vida da folha com maior número de ciclos.

**Palavras-chave:** forrageiras tropicais, morfogênese, recomendação de adubação, *Panicum maximum*

## CHAPTER 2. FERTILIZATION RECOMMENDATIONS AND NITROGEN FERTILIZATION DAY INFLUENCE MORPHOGENESIS AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF MOMBAÇA GUINEAGRASS?

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the morphogenic and structural characteristics of *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa in the southeastern region of the state of Pará submitted to different fertilization strategies. The experimental design used was in randomized blocks, in a 4 x 3 factorial scheme, with 5 replications. The treatments consisted of the fertilization strategies: Manual 5th approach (5AP), Manual do Pará (MP), Nutrient replacement (RP) and adapted model of Michaelis and Menten (MM) associated with three moments (days) of nitrogen application (N) after defoliation (day 0, 3 and 6) in the morphogenic and structural characteristics. With the application of N on day 0, after defoliation, recommendations 5AP, RP, MP and MM presented, respectively, five, four, three and five production cycles. When N fertilization was performed on days 3 and 6 after defoliation, five, three, three and three cycles were recorded, respectively for recommendations 5AP, RP, MP and MM. There was an interaction ( $P < 0.05$ ) between the factors for the variables: leaf appearance rate (LAR), leaf elongation rate (LER), leaf life duration (LLD) and stem elongation rate (SER), phyllochron (PHY) and leaf senescence rate (LSR) and structural characteristics: number of leaves tiller<sup>-1</sup> (NLT), tiller density m<sup>-2</sup> (TD), final leaf blade length (FLL), leaf area index (LAI). The highest LAR were recorded for 5AP (0.091 cm day<sup>-1</sup>), MM (0.078 cm day<sup>-1</sup>) when N was applied on the same day after defoliation (day 0) and 5AP (0.093 cm day<sup>-1</sup>) with N applied on the sixth day after cutting. LER in fertilization on day 0, reported the highest values for 5AP (5.24 cm day<sup>-1</sup>) and MM (4.79 cm day<sup>-1</sup>). For SER, within the fertilization recommendations, the highest value was 5AP (0.133 cm tiller<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>), for the moment of application of N, fertilization on day 0, had higher TAIC (0.113 cm tiller<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>). The LLD with fertilization on day 0, MP had the highest LLD with 88 days and the others, 5AP (63 days), RP (64.4 days) and MM (65.1 days) did not differ, the highest overall value of LLD was obtained in fertilization on the third day after defoliation for MM (114 days). For TD, the 5AP showed the highest value (421.5) among the four recommendations evaluated. For LAI, 5AP obtained the highest average (5.33), being higher than the others. Recommendation 5AP with application of N on day 0 and on the sixth day after defoliation, and MM with fertilization on day 0, promote the best rates of appearance rate, elongation, leaf life span with the highest number of cycles.

**Keywords:** tropical forages, morphogenesis, fertilization recommendation, *Panicum maximum*

## 2. INTRODUÇÃO

O principal modelo de produção de ruminantes no Brasil é realizado através do uso de pastagens, sendo as forrageiras de clima tropical as mais eficientes para esse fim. Esse modelo de produção na região Norte é predominantemente de exploração extensiva e a degradação tem sido um dos desafios para a sustentabilidade do pasto (FARIA et al., 2019). Na região amazônica, uma das principais razões para a redução do potencial produtivo dessas gramíneas é a inadequação do manejo nutricional das plantas (FREITAS et al., 2016), existindo a necessidade de realizar a correção e adubação do solo para atendimento das exigências nutricionais.

Diversos trabalhos com adubação em pastagens, principalmente com os macronutrientes N, P e K tem reportado resultados benéficos na morfogênese dessas gramíneas, tais como, aumento na taxa de aparecimento e alongamento de lâmina foliar; e no desenvolvimento da estrutura do pasto, como o aumento da densidade de perfilhos e índice de área foliar. Esses fatores conseqüentemente contribuem para aumento da produção de biomassa (PONTES et al., 2017; RODRIGUES et al., 2017; IHTISHAM, et al., 2018, MARTUSCELLO et al., 2019).

O N e P são necessários para a síntese de biomoléculas vegetais abundantes e essenciais, como aminoácidos, proteínas e ácidos nucléicos, respectivamente, enquanto K é o principal cátion das células vegetais. De fato, solos com deficiência de N geralmente limitam o crescimento das plantas (RAJASEKAR et al., 2017; TAIZ & ZEIGER, 2017).

Na região de Carajás, Sudeste do Pará, devido ao seu vasto território com características edafoclimáticas diversas, existem diferentes formas de recomendação de adubação de pastagens, tais como, o uso de manuais de recomendação de adubação, a exemplo do manual de corretivos e fertilizantes -5ª aproximação de Minas Gerais (CANTARUTTI et al., 1999) e o manual de calagem e adubação do estado de Pará (TEIXEIRA et al. 2007).

Alguns autores tem avaliado outros modelos de recomendações em que se pode adequar mais pontualmente a realidade do local em que se pretende adubar, como proposto por Lana et al. (2015), utilizando o modelo de saturação cinética enzimática de Michaelis-Menten, cujo o objetivo é recomendar dosagens de forma mais racional. Outra proposta, seria a reposição de nutrientes extraídos pelas plantas durante o processo produtivo (BRASIL et al., 1999). Contudo existe a necessidade de avaliar as respostas das pastagens com adubações baseadas nessas recomendações para a região.

As pastagens de gramíneas tropicais manejadas intensivamente durante a estação chuvosa são fertilizadas com N após a retirada dos animais dos piquetes (GOMIDE et al., 2019). No entanto, o N é altamente suscetível a perdas, (GOMIDE et al., 2019) sendo necessárias estratégias para aumentar a eficiência da adubação nitrogenada (IRVING, 2015).

Além das perdas do N através da mineralização, volatilização e lixiviação. Outro fator importante é que após desfolha, ocorre um rápido declínio na quantidade de carboidratos solúveis nas raízes, como consequência da redução na taxa fotossintética da planta como um todo e na alocação preferencial de carbono para as partes aérea da gramínea, a fim de restaurar sua área foliar (Santos et al., 2011). Dessa forma, deve-se levar em consideração esses fatores, para determinação do momento ideal da adubação de cobertura com N após a desfolhação.

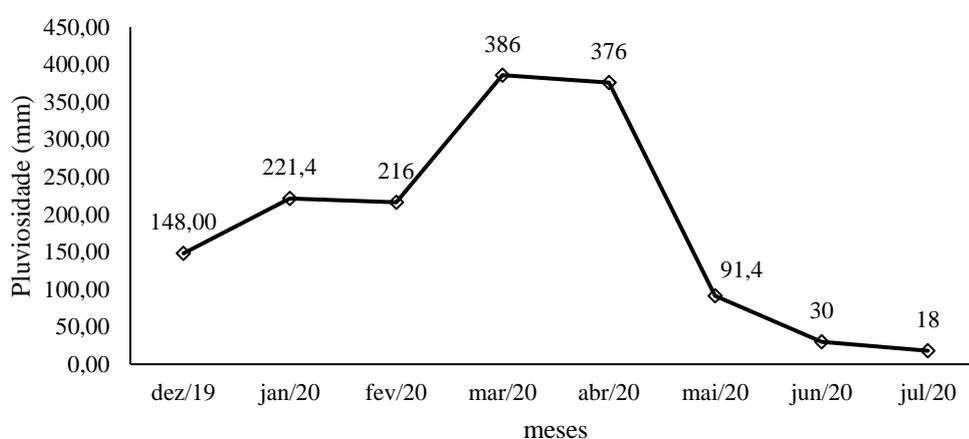
Diante do exposto, levanta-se a hipótese deve existir uma relação entre algumas recomendações de adubação aliadas a um momento de aplicação do N após a desfolhação que seja mais eficiente para a planta. O que pode nortear o produtor a escolha do manejo de adubação que mais se adeque ao seu sistema de produção.

Objetivou-se com este estudo, avaliar as características morfogênicas e estruturais em pastos de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça manejado sob diferentes estratégias de adubações na região de Carajás, na cidade de Parauapebas - PA.

## 2.1 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1.1 Área experimental e características do solo

O experimento foi conduzido a campo sob corte manual no período de 20 de dezembro de 2018 a 20 de julho de 2019 no Setor de forragicultura da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Parauapebas – PA. A área experimental está localizada segundo as coordenadas geográficas de latitude 06° 04' 16,4" S e longitude 49° 08' 8,3" e altitude de 270 m. A área é caracterizada por relevo movimentado a ondulado e o solo é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (EMBRAPA, 2018). O clima da região é classificado segundo Köppen como Aw–Tropical com um período seco de maio a outubro e período úmido bastante acentuado com presença de chuvas que vai de novembro a abril. A média de temperatura do ar no período experimental foi de 26,74 °C (máxima de 35,5+0,2 °C e mínima de 20,7+0,2 °C) e 1.486,8 mm de precipitação pluviométrica acumulada (Figura 3).



**Figura 3.** Precipitação mensurada por pluvímetro instalado no local do experimento - Setor de Forragicultura da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Campus Parauapebas - PA, no período entre dezembro de 2018 a julho de 2019.

A área experimental foi implantada inicialmente a mais de 15 anos e utilizada em sistema de exploração convencional a pasto, com período recente de pousio. Entretanto a mesma encontrava-se em desuso resultando na presença de plantas lenhosas e de porte médio, além da espécie forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Os procedimentos

realizados para implantação da espécie forrageira utilizada no estudo (*Megathyrus maximum* cv. Mombaça), consistiu no desbaste da área, enleiramento, aração e gradagem do solo, realizados entre agosto a dezembro de 2017. A área recebeu aplicação de herbicida Glifosato para controlar as plantas daninhas remanescentes. Para a caracterização química e física do solo da área experimental, foi realizada análise de solo nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características químicas e granulométricas do solo da área experimental localizado em Parauapebas - PA, nas camadas de 0 - 20 e 20 - 40 cm de profundidade.

Profundidade (cm)	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P (Melich)	MO	CaCl <sub>2</sub>	argila	silte	areia
	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					mg dm <sup>-3</sup>			g dm <sup>-3</sup>	pH	dag kg <sup>-1</sup>	
0-20	2,2	0,7	0,2	2,2	0,31	121,3	0,8	21,0	4,6	310	80	610
20-40	1,2	0,4	0,2	2,2	0,26	100,1	0,8	18,0	4,6	260	70	670
	(mg dm <sup>-3</sup> )											
	S	Na	Zn	B	Cu	Fe	Mn					
0 - 20	2,8	8	0,9	0,74	2,2	151	43,4					
20 - 40	2	7,7	0,9	0,79	2,2	167	52,5					

Cálcio (Ca); Magnésio (Mg); Alumínio (Al); Hidrogênio + Alumínio (H+Al); Potássio (K); Fósforo (P); Matéria orgânica (MO); Cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>); Enxofre (S); Sódio (Na); Zinco (Zn); Boro (B); Cobre (Cu); Ferro (Fe) e Manganês (Mn).

Fonte: SOLOCRIA Laboratório Agropecuário Ltda, Goiânia – GO, 2017.

Após o controle químico, a semeadura (*Megathyrus maximus* cv. Mombaça) foi realizada em janeiro de 2018. Utilizou-se 4 Kg de semente do tipo incrustadas com valor cultural (VC) de 80% de maneira semi-mecanizada com um pulverizador regulado para aplicação de 25 Kg ha<sup>-1</sup>.

Para dar início ao experimento, foi realizado no dia 21 de dezembro de 2018 o corte para uniformização do pasto com altura residual de 30 cm (MEZZALIRA et al., 2014).

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com quatro recomendações de adubação e três momentos de aplicação de N após a desfolha do capim Mombaça, constituindo arranjo fatorial 4x3, com cinco repetições, totalizando 60 unidades experimentais. As parcelas possuíam 9 m<sup>2</sup> (3 x 3 m) com corredores de 0,70 m de largura entre os blocos.

Os tratamentos descritos abaixo foram utilizados como base para o manejo de adubação deste estudo. Entretanto, ressalta-se que as recomendações não foram aplicadas na integra, visto que apenas o P e K foram aplicados conforme as suas recomendações, sendo que o nitrogênio foi aplicado de acordo com o número de ciclos que cada estratégia

(recomendação + dia de adubação de N após desfolhação) permitiu. As doses de N de cada recomendação foram previamente divididas em sete aplicações, este valor representa o número de ciclos de produção esperados para o período chuvoso, baseados em estudos anteriores na mesma área (estudo ainda não publicado). São apresentados na tabela 2, a quantidade de adubo prevista para utilização no estudo são mostradas na tabela 3. As recomendações de adubação e os momentos de aplicação de nitrogênio são como descritos abaixo:

**I. (5AP):** Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas gerais - 5<sup>a</sup> Aproximação. De acordo com a recomendação para sistema de produção - médio nível tecnológico (CANTARUTTI et al., 1999).

**II. (RP):** Reposição de nutrientes, os cálculos se deram a partir de compilações de reposição de NPK considerando produção e extração médias de nutrientes por pastagens (Oliveira et al., 2015; Siri-Prieto et al. 2020). Considerou-se a fórmula adaptada de Brasil et al. (1999), onde: “Adubação = (Exigência + Fator) - fornecimento”, sendo que a exigência se refere aos nutrientes extraídos e exportados pela forrageira. Estes foram calculados a partir da compilação de dados sob a produção média anual de biomassa do capim Mombaça produzida e colhida em pastejo (CASTAGNARA et al., 2014) e teores médios de NPK exportados na biomassa (SOUSA et al., 2010; FREITAS et al., 2011). O fator considera as perdas de NPK por lixiviação, fixação, erosão e volatilização, e foi calculado a partir do estudo de Oliveira et al., (2010). O fornecimento mensurou a reciclagem de NPK por retorno a partir de fezes e urina, conforme (Braz et al., 2002).

**III. (MP):** Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará. De acordo com a recomendação para sistema de pastejo rotativo semi-intensivo e intensivo (Teixeira et al., 2007).

**IV. (MM):** Modelo de Michaelis- Menten, conforme descrito e adaptado por Lana et al. (2015b). Usou-se dados da literatura (MELO et al., 2008) para se aplicar ao modelo da saturação cinética enzimática de Michaelis e Menten (1913), com uso da equação linear de Lineweaver- Burk (1934), obteve-se as constantes cinéticas Ks (quantidade de N e P necessária para atingir metade da taxa de crescimento máximo teórico, não houve aplicação de K<sub>2</sub>O devido a disponibilidade no solo).

**A. Dia 0:** Após a desfolhação realizou-se a aplicação do N.

**B. Dia 3:** No terceiro dia após a desfolhação houve a aplicação do N.

**C. Dia 6:** No sexto dia após a desfolhação realizou-se a aplicação do N.

**Tabela 2.** Valores de Nitrogênio (N), Pentóxido de Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e Óxido de Potássio (K<sub>2</sub>O) previstos para cada estratégia de adubação a serem aplicados ao longo de 1 (um) ano agrícola, com adubações ocorrendo no período chuvoso, compreendendo 7 (sete) ciclos.

Recomendações	Fertilizante (kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Manual 5 <sup>a</sup> Aproximação	300	70	-
Reposição de nutrientes	150	16	60
Manual do Pará	60	80	-
Modelo de Michaelis – Menten	110	10	-

A adubação com P (Superfosfato simples, 17% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e K (Cloreto de potássio, 60% de K<sub>2</sub>O) foi realizada de uma única vez em cobertura, no início do período chuvoso, após a uniformização do pasto (sendo que o resíduo da forragem cortada foi retirado da parcela manualmente). Na adubação nitrogenada utilizou-se ureia (45% N), realizada após a desfolha conforme descrito na Tabela 2. As aplicações foram realizadas sempre ao fim do dia (às 18:00 h). As doses de N foram parceladas para um total de sete aplicações, visto que foi o número de ciclos que se esperava produzir. Para determinar o momento da desfolha utilizou-se as alturas de 70 cm e 30 cm, para colheita e resíduo respectivamente.

### 2.1.2 Avaliação das características morfológicas e estruturais

Para avaliação das características morfológicas e estruturais utilizou-se a técnica de perfilhos marcados (DAVIS, 1993), foram identificados cinco perfilhos com fios coloridos por unidade experimental, cinco dias após o corte de uniformização, totalizando 25 (vinte e cinco) perfilhos por tratamento. Cada uma das folhas destes perfilhos foram avaliadas após a marcação das mesmas nos pós corte semanalmente até o momento de um novo corte. Cada folha foi avaliada com relação a: (a) comprimento da lâmina foliar; (b) classificada como folha em expansão, expandida, senescente e morta. As folhas foram classificadas como em expansão quando suas lígulas não estavam expostas; expandidas quando a lígula era visível; senescentes quando parte do limbo foliar apresentava sinais de senescência (necrose e amarelecimento) e mortas quando mais de 50% do limbo foliar estava senescido. O comprimento do colmo foi medido do nível do solo até a lígula da folha mais jovem completamente expandida.

Ao final de cada ciclo para proceder os cálculos das variáveis morfogênicas, foram utilizadas as leituras iniciais, da máxima expansão foliar e a última leitura antes da colheita do material de cada unidade experimental.

De acordo com a metodologia apresentada por Alexandrino et al. (2011) foram calculadas e determinadas as seguintes variáveis:

I. Taxa de aparecimento foliar (TApF, cm de folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>): representada pelo número de folhas completamente expandidas que apareceram durante o período de descanso;

II. Taxa de alongamento foliar (TAIF, cm de folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>): relação entre o somatório de todo alongamento de lâminas foliares (cm) e o número de dias do ciclo;

III. Taxa de alongamento de colmo (TAIC, cm de pseudocolmo perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>): relação entre o comprimento do pseudocolmo no final e no início do ciclo e o número de dias do ciclo;

IV. Taxa de senescência foliar (TSF, cm de folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>): relação entre o somatório dos comprimentos senescidos das lâminas foliares perfilho<sup>-1</sup> e o número de dias do ciclo;

V. Filocrono (FILO – dias folha<sup>-1</sup> perfilho<sup>-1</sup>) – é o inverso da taxa de aparecimento foliar e corresponde ao tempo em dias para o aparecimento de duas folhas sucessivas no perfilho, que fornece o tempo gasto para a formação de uma folha;

VI. Número de folhas vivas por perfilho (NFV) - folhas/perfilho; duração de vida da folha (DVF) – dias folha<sup>-1</sup>

VII. Comprimento médio de lâmina foliar (CMLF) - cm folha<sup>-1</sup>, (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996);

I. Densidade populacional de perfilhos m<sup>-2</sup> (DP) foi utilizado um retângulo de 0,15 m<sup>2</sup> e alocado dentro da parcela para a contagem da densidade de perfilhos;

II. Índice de área foliar (IAF), (m<sup>2</sup> de lâmina foliar m<sup>-2</sup> de solo). Foi avaliado pelo método destrutivo, conforme descrito por Alexandrino et al. (2011). Ainda, foram contabilizados o número de ciclos de produção e o intervalo entre cortes de cada tratamento.

### 2.1.3 Procedimento estatístico

Os dados foram submetidos à análise descritiva e verificadas as pressuposições de distribuição normal e homocedasticidade para as variáveis.

Os resultados foram submetidos à análise da variância, considerando-se como fontes de variação as recomendações de adubação, momento de aplicação do N e a interação entre estes dois fatores, testados a 5% de probabilidade conforme modelo abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + b_k + E_i + D_j + (E.D)_{ij} + e_{ijk}, \text{ onde:}$$

$Y_{ijk}$  = Valor total da observação da k-ésima unidade experimental que recebeu tratamento i

$\mu$  = média geral

$b_k$  = efeito do bloco

$E_j$  = efeito do j-ésimo estratégia de adubação sobre a variável resposta

$D_l$  = efeito do l-ésimo dia de aplicação de N sobre a variável resposta

$(B.D)_{ij}$  = efeito da interação entre recomendações de adubação x dias de aplicação de N.

$e_{ijk}$  = efeito do erro aleatório residual

Quando verificados efeitos significativos, empregou-se o teste de média Tukey e conduziu-se o desdobramento das interações. Foi utilizado o software Agroestat online (MALDONADO JÚNIOR, 2019). O número de ciclos e o número de dias por ciclo não foram analisados estatisticamente por não conterem repetições, sendo apresentados, apenas, valores nominais.

## 2.2 RESULTADOS

Ao fim do experimento a aplicação de nitrogênio (N) foi determinada em função dos números de ciclos que cada estratégia permitiu (Tabela 3). Os resultados apresentados são referentes a média dos ciclos de produção dos tratamentos. Com a aplicação da adubação nitrogenada no mesmo dia após a desfolhação do capim (dia 0), as recomendações 5AP, RP, MP e MM apresentaram respectivamente, cinco, quatro, três e cinco ciclos de produção. Quando a aplicação da adubação nitrogenada ocorreu no terceiro (dia 3) e no sexto dia (dia 6) após a desfolhação, foram registrados cinco, três, três e três ciclos, respectivamente para as recomendações anteriormente citadas.

**Tabela 3.** Valores totais em Kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, aplicados ao longo do período experimental (dezembro de 2018 a julho de 2019) em função do número de ciclos de produção e duração média dos ciclos do capim *Megathyrus maximus* cv. Mombaça.

	Recomendações de Adubação (Kg ha <sup>-1</sup> )			
	5AP	RP	MP	MM
DIA 0				
Kg ha <sup>-1</sup> de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O	214,3- 70- 0	85,7- 16- 60	25,7- 80- 0	78,6- 10- 0
Número de ciclos	5	4	3	5
Intervalo entre ciclos (dias)	27	30	43	31
DIA 3				
Kg ha <sup>-1</sup> de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O	214,3- 70- 0	64,3- 16- 60	25,7- 80- 0	47,1- 10- 0
Número de ciclos	5	3	3	3
Intervalo entre ciclos (dias)	31	42	35	44
DIA 6				
Kg ha <sup>-1</sup> de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O	214,3- 70- 0	64,3- 16- 60	25,7- 80- 0	47,1- 10- 0
Número de ciclos	5	3	3	3
Intervalo entre ciclos (dias)	27	41	42	42

5AP – recomendação baseada no manual para uso de corretivos e fertilizantes em Minas gerais - 5ª Aproximação; RP – recomendação baseada em dados da literatura aplicados no cálculo de reposição nutrientes; MP – recomendação baseada no manual de adubação e calagem para o estado do Pará; MM – recomendação baseada em dados da literatura (MELO et al., 2008) aplicado a equação de Michaelis-Menten

As médias das quatro recomendações de adubação estudadas e dos três momentos de aplicação de N após a desfolha para as características morfogênicas e estruturais da pastagem, assim como o erro padrão da média e valores de P são apresentadas na Tabela 4.

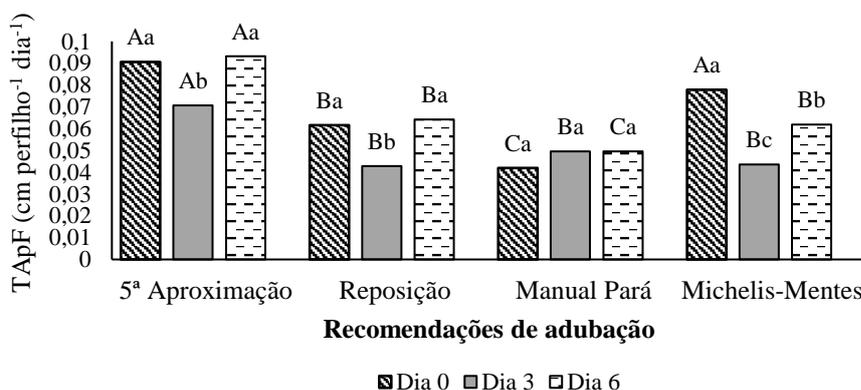
**Tabela 4.** Médias das variáveis morfogênicas dentro das quatro recomendações de adubação e dos três momentos (dias) para aplicação de N, e seus valores de erro padrão da média, valor P e interação entre as recomendações e momento de aplicação de N.

VARIÁVEIS	Recomendações				Dia de aplicação do N			EPM	Valor P		
	5AP	RP	MP	MM	0	3	6		Estrat.	Dias	E x D
TApF	0,082	0,059	0,050	0,063	0,070	0,054	0,067	0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
TAIF	4,790	3,380	2,710	3,500	3,970	3,030	3,780	0,095	<0,0001	0,0002	0,0018
TAIC	0,133a	0,090b	0,087b	0,077b	0,113a	0,099ab	0,077b	0,162	<0,0057	<0,0027	0,0615
DVF	63,04	77,90	85,53	83,78	70,16	90,520	72,010	0,007	<0,0001	<0,0001	0,0001
FILO	16,18	20,94	23,67	21,17	18,57	23,490	19,410	0,241	<0,0001	<0,0001	<0,0001
TSF	0,88	0,62	0,55	0,70	0,73	0,63	0,67	0,0354	0,0020	0,1026	0,0012
CMLF	42,34	42,02	42,68	42,44	41,95	40,97	44,20	0,0036	0,9899	0,2201	0,9544
NFV	4,37	4,05	3,83	4,23	4,17	4,11	4,08	0,0702	0,0018	0,6841	0,0015
IAF	5,33a	3,69b	3,23b	3,79b	4,06	4,13	3,84	0,02	0,0001	0,4338	0,1597
DP	421,47a	249,13bc	212,00c	264,40b	292,45	279,40	288,40	0,16	0,0001	0,7783	0,1690

(TApF) Taxa de aparecimento de folha (cm/dia); (TAIF) Taxa de alongamento foliar (cm/dia); (TAIC) Taxa de alongamento de colmo (cm/dia); (DVF) Duração de vida de folha (dias); (FILO) Filocrono (dias); (TSF) Taxa de senescência foliar (cm/dia); (CMLF) Comprimento médio de lâmina foliar (cm); (NFV) Número de folhas vivas perfilho<sup>-1</sup>; (IAF) Índice de área foliar (m<sup>2</sup> de lâmina foliar m<sup>-2</sup>); (DP) Densidade populacional de perfilhos m<sup>-2</sup>; Interação entre recomendações de adubação e dias de aplicação de N (E x D); 5AP – recomendação baseada no manual para uso de corretivos e fertilizantes em Minas gerais - 5ª Aproximação; RP – recomendação baseada em dados da literatura aplicados no cálculo de reposição nutrientes; MP – recomendação baseada no manual de adubação e calagem para o estado do Pará; MM – recomendação baseada em dados da literatura (MELO et al., 2008) aplicado a equação de Michaelis-Menten; Erro padrão da média (EPM). Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença dentro das recomendações de adubação ou momento de aplicação de N pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Observou-se interação ( $P < 0,05$ ) entre as recomendações de adubação e momento da adubação nitrogenada para a taxa de aparecimento foliar (TApF). As maiores TApF foram registradas para as recomendações 5AP (0,091 cm de folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), MM (0,078 cm de folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) quando o N foi aplicado no mesmo dia após a desfolhação e 5AP (0,093 cm de folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) com N aplicado ao sexto dia após o corte, não diferindo ( $P > 0,05$ ) entre si (Figura 4).

Para a aplicação de N no terceiro dia após desfolha, a recomendação 5AP (0,071 cm de folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) apresentou maior TApF quando comparada as demais, sendo maior 60,6%; 70,25% e 61,8%, respectivamente do que as recomendações RP, MP e MM. No sexto dia, as recomendações RP (0,064 cm de folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) e MM (0,062 cm de folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) não apresentaram diferenças entre si e foram maiores do que MP (0,049 cm de folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>).

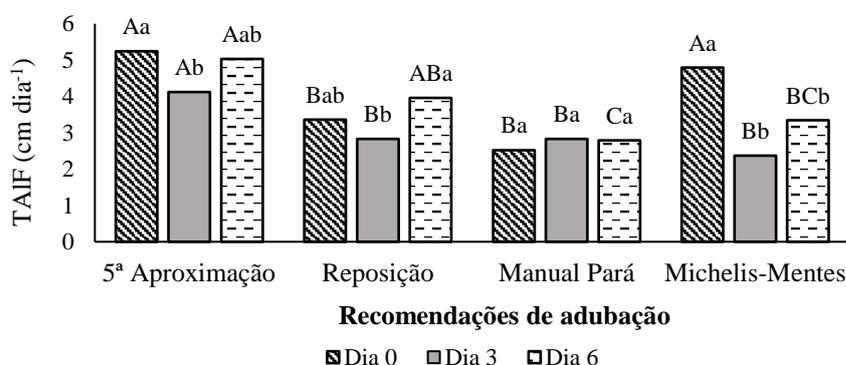


**Figura 4.** Médias de taxa de aparecimento foliar (TApF) para diferentes recomendações de adubação em três momentos para adubação nitrogenada (0, 3 e 6 dias após a desfolha). Letras maiúsculas diferentes indicam diferença entre as recomendações de adubação dentro do dia de aplicação do N e letras minúsculas diferentes indicam diferença dos dias de aplicação dentro da recomendação de adubação. Avaliação conduzida entre 21 de dezembro de 2018 a 21 de julho de 2019.

A taxa de alongamento foliar (TAIF) apresentou interação ( $P < 0,05$ ) entre as recomendações de adubação e o momento de aplicação de N (Tabela 4). Para a adubação com N realizada no dia 0, as recomendações de adubação 5AP (5,24 cm dia<sup>-1</sup>) e MM (4,79 cm dia<sup>-1</sup>) apresentaram valores de TAIF semelhantes (Figura 5). Os menores valores de TAIF foram observados para as recomendações RP e MP, que apresentaram 3,36 cm dia<sup>-1</sup> e 2,52 cm dia<sup>-1</sup>, respectivamente.

Com a adubação de N no terceiro dia após desfolhação, a recomendação 5AP foi superior (4,12 cm dia<sup>-1</sup>) as demais em 68,7%; 68,7% e 57,5%, respectivamente, para RP, MP e MM. Quando a adubação foi realizada no sexto dia, a recomendação 5AP

(5,03 cm dia<sup>-1</sup>) e RP (3,96 cm dia<sup>-1</sup>) foram semelhantes e apresentaram maiores TAIIF que MP e MM.



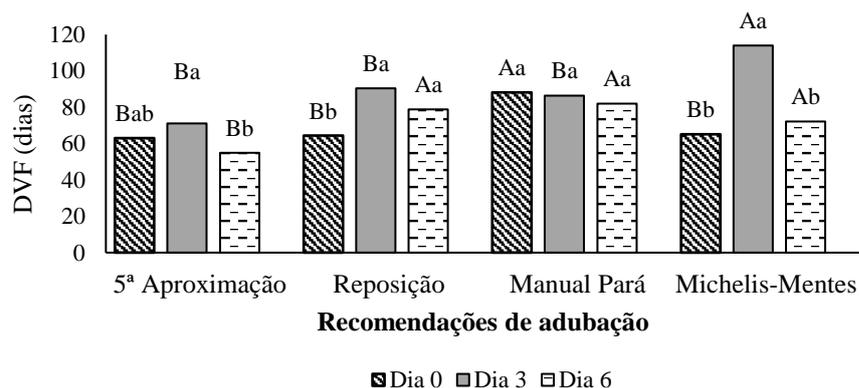
**Figura 5.** Médias de taxa de alongamento foliar (TAIF) para diferentes recomendações de adubação em três momentos para adubação nitrogenada (0, 3 e 6 dias após a desfolha). Letras maiúsculas diferentes indicam diferença entre as recomendações de adubação dentro de dia de aplicação de N e letras minúsculas diferentes indicam diferença dos dias de aplicação dentro da recomendação de adubação. Avaliação conduzida entre 21 de dezembro de 2018 a 21 de julho de 2019.

A taxa de alongamento de colmo (TAIC) não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre as recomendações de adubação e o momento de aplicação do N. Porém, os fatores foram significativos de forma independente (Tabela 4). Ao analisar o efeito das recomendações de adubação observou-se maior TAIC para 5AP (0,133 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), correspondendo a 32,5%; 34,7% e 41,1% superiores a RP, MP e MM, respectivamente, estas não apresentaram diferença entre si.

Ao avaliar apenas o momento de aplicação de N, a adubação realizada no dia da desfolhação (dia 0) apresentou maior TAIC (0,113 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) em comparação a adubação realizada no sexto dia (0,077 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>).

A duração de vida da folha (DVF) apresentou interação ( $P < 0,05$ ) entre os fatores (Tabela 4). Quando a adubação foi realizada no dia da desfolhação, a estratégia MP teve a maior DVF com 88 dias e as demais 5AP (63 dias), RP (64,4 dias) e MM (65,1 dias) não diferiram entre si.

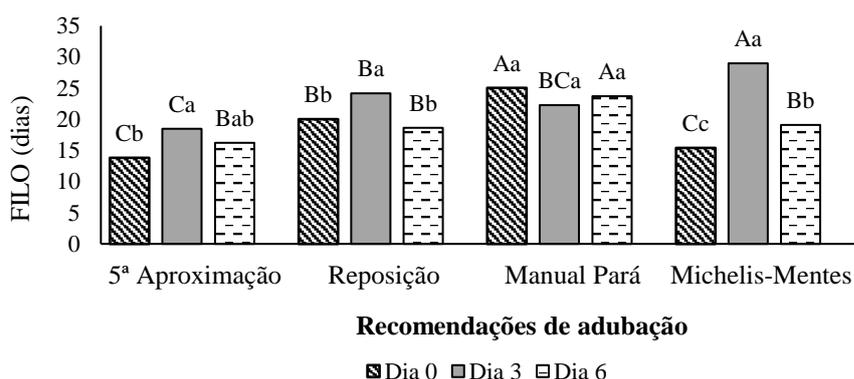
O maior valor geral de DVF foi obtido quando se adubou no terceiro dia após desfolhação para a recomendação MM (114 dias). Para as demais recomendações não foram verificadas diferenças, 5AP (71 dias), RP (90,4 dias) e MP (86,7 dias) (Figura 6). Com aplicação do N no sexto dia após desfolhação, observou-se menor DVF para a recomendação 5AP (54,9 dias) e as demais não apresentaram diferenças, RP (78,9 dias), MP (82 dias) e MM (71,2 dias).



**Figura 6.** Médias de duração de vida da folha (DVF) para diferentes recomendações de adubação em três momentos para adubação nitrogenada (0, 3 e 6 dias após a desfolha).

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença entre as recomendações de adubação dentro de dia de aplicação de N e letras minúsculas diferentes indicam diferença dos dias de aplicação dentro da recomendação de adubação. Avaliação conduzida entre 21 de dezembro de 2018 a 21 de julho de 2019.

Para o filocrono (FILO) constatou-se interação ( $P < 0,05$ ) entre os fatores estudados (Tabela 4). Os menores valores do FILO foram verificados para as recomendações de adubação 5AP ( $13,8 \text{ dias folha}^{-1}$ ) e MM ( $15,4 \text{ dias folha}^{-1}$ ) quando o N foi aplicado no mesmo dia da desfolhação (Figura 7). Maior tempo para surgimento de duas folhas consecutivas em um perfilho foi observado para a estratégia de adubação MM com aplicação do N três dias após a desfolhação (29 dias). Para aplicação do N no sexto dia, verificou-se maior FILO para a recomendação MP ( $23,7 \text{ dias folha}^{-1}$ ) e as demais não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre si.

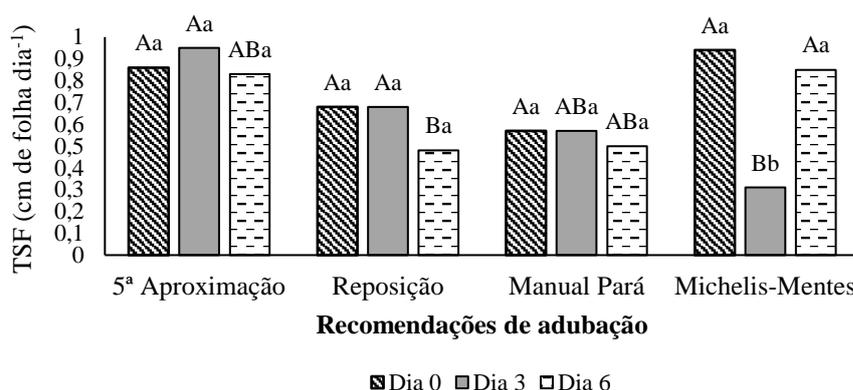


**Figura 7.** Médias do filocrono (FILO) para diferentes recomendações de adubação em três momentos para adubação nitrogenada (0, 3 e 6 dias após a desfolha).

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença entre as recomendações de adubação dentro do dia de aplicação do N e letras minúsculas diferentes indicam diferença dos dias de aplicação dentro da recomendação de adubação. Avaliação conduzida entre 21 de dezembro de 2018 a 21 de julho de 2019.

A taxa de senescência foliar (TSF) apresentou interação entre os fatores ( $P < 0,05$ ), (Tabela 4). Não houve diferença na TSF entre as recomendações de adubação

quando a aplicação de N ocorreu no dia da desfolhação (Figura 8). Ao adubar com N no terceiro dia após desfolhação, as recomendações 5AP (0,95 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) e RP (0,68 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) não diferiram entre si e tiveram maior TSF que MM (0,31 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). Para a adubação nitrogenada realizada no sexto dia após desfolhação, apenas RP (0,48 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) diferiu de MM (0,85 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) sendo 56,5 % menor. Por sua vez, MM não diferiu de 5AP (0,83 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) e MP (0,50 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>).

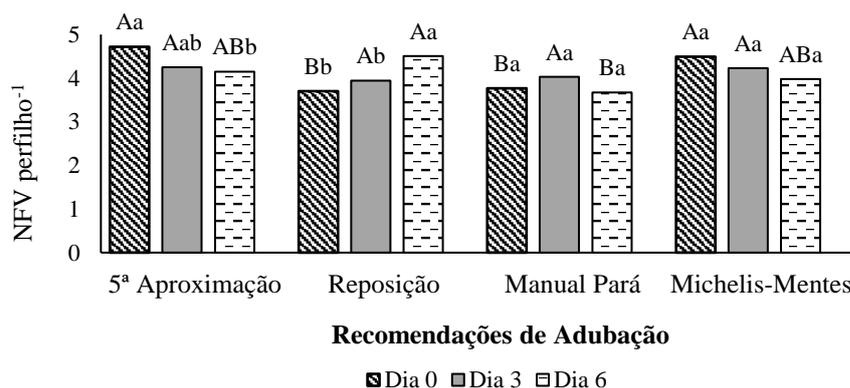


**Figura 8.** Médias da taxa de senescência foliar (TSF) para diferentes recomendações de adubação em três momentos para adubação nitrogenada (0, 3 e 6 dias após a desfolha). Letras maiúsculas diferentes indicam diferença entre as recomendações de adubação dentro de dia de aplicação de N e letras minúsculas diferentes indicam diferença dos dias de aplicação dentro de recomendação de adubação. Avaliação conduzida entre 21 de dezembro de 2018 a 21 de julho de 2019.

O comprimento médio de lâmina foliar (CMLF) não foi afetado pelos fatores estudados, os tratamentos apresentaram média geral de 42,4 cm por lâmina foliar.

O número de folhas vivas perfilho<sup>-1</sup> (NFV) apresentou interação entre os fatores ( $P < 0,05$ ), (Tabela 4). Para aplicação de N no mesmo dia da desfolhação as recomendações 5AP (4,72) e MM (4,49) foram iguais e superiores aos valores encontrados para RP (3,70) e MP (3,77), sendo estes últimos iguais (Figura 9).

Ao se aplicar N no terceiro dia após ao corte, não houve diferença entre as recomendações apresentando média de 4,11 folhas perfilho<sup>-1</sup>. Com aplicação de N no sexto dia apenas a RP (4,51) que diferiu da recomendação MP (3,67).



**Figura 9.** Comparação das médias de número de folhas vivas perfilho-1 (NFV) para as diferentes recomendações de adubação.

Letras minúsculas diferentes indicam diferença entre as recomendações de adubação. Avaliação conduzida entre 21 de dezembro de 2018 a 21 de julho de 2019.

Não houve interação entre os fatores para densidade populacional de perfilhos  $m^{-2}$  (DP). Porém, observou-se influência apenas das recomendações de adubação ( $P < 0,05$ ) sobre o perfilhamento das plantas forrageiras (Tabela 4).

A recomendação 5AP apresentou maior emissão de perfilhos  $m^{-2}$  (421,5) entre as quatro recomendações de adubação avaliadas, sendo superior em 49,7%; 40,9% e 37,3%, respectivamente para MP, RP e MM. Já a MM (264) foi superior a MP (212).

O índice de área foliar (IAF), também não apresentou interação entre os fatores. Apenas as recomendações de adubação tiveram efeito ( $P < 0,05$ ) sobre o IAF (Tabela 4). A recomendação 5AP apresentou média de 5,33  $m^2$  de lâmina foliar  $m^{-2}$  de solo, sendo superior em 28,9%; 30,8% e 39,4%, respectivamente para MM (3,79), RP (3,69) e MP (3,23), estas por sua vez não apresentaram diferenças entre si.

## 2.3 DISCUSSÃO

As maiores TApF observadas nos tratamentos que utilizaram a recomendação 5AP ocorreram pela maior concentração de N nas aplicações após as desfolhas (Tabela 4), uma vez que o incremento de N no sistemas solo-planta favorece o aumento da TApF (MARTUSCELLO et al., 2005; PATÊS et al., 2007).

A semelhança dos resultados da estratégia RP e da MM, se devem pela menor diferença das doses de N aplicadas por ambas, de 85,7 kg e 78,6 Kg, respectivamente. Entretanto, a recomendação MM apresentou TApF igual ao 5AP, com a aplicação do N no mesmo dia da desfolha (dia 0).

A TApF é uma resposta de importância central na morfogênese e é a variável que menos responde a alterações de manejo, mas influencia diretamente cada um dos componentes estruturais e, conseqüentemente, o índice de área foliar do pasto (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996; ALEXANDRINO et al., 2004; DIFANTE et al., 2011). De acordo com Martuscello et al. (2015), uma maior TApF pode ser indicativo de aumento no número de folhas perfilho<sup>-1</sup> e conseqüente ganhos na produção de biomassa.

Solos com deficiência de N geralmente limitam o crescimento das plantas, sendo que o N e P são necessários para a biossíntese de biomoléculas abundantes e essenciais, como proteínas e ácidos nucléicos, respectivamente (RAJASEKAR et al., 2017). A estratégia MP, foi a recomendação com a menor concentração de N por aplicação, apresentando a menor TApF, o que corrobora com a afirmação anterior que o incremento de N aumenta a TApF nas plantas forrageiras. O teor de P da estratégia manual do Pará (MP) de 80 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, foi a dose mais elevada entre as recomendações. No entanto, este não foi fator decisivo para o aumento da TApF, e provavelmente, o baixo N disponibilizado tenha limitado o uso do P pela planta.

A aplicação de dose fixa de 90 Kg de N ha<sup>-1</sup> e 60 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, variando apenas as dosagens de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 30, 60, 90 e 120 Kg ha<sup>-1</sup>) em *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça, Costa et al. (2017) reportaram resposta quadrática para TApF, com ponto de máxima de 0,109 folha dia<sup>-1</sup> na dose de 60 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Os valores foram próximos aos obtidos nesse estudo para a recomendação 5AP quando aplicado N no dia 0 e no sexto dia. Observa-se também a relevância da associação do N com o P para melhor resposta da planta forrageira.

Ao avaliar o efeito de doses de N (0, 30, 60 e 90 Kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) no estabelecimento do capim Mombaça, Rodrigues et al. (2017), observaram maior valor de TApF quando se aplicaram maiores doses de N, evidenciando que a maior presença do N na adubação, aumenta a divisão celular e produção de novas células (ALENACAR et al., 2010). Neste estudo, houve estímulo para aumento da TApF à medida em que se aumentou a dose de N na adubação.

O filocrono (FILO) apresentou respostas inversamente proporcionais ao que foi discutido anteriormente, ou seja, as recomendações com maior valor de TApF foram as de menor FILO. Ao verificar os efeitos da adubação nitrogenada (0, 40, 80 e 160 kg ha<sup>-1</sup>) sobre o capim *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça, Castagnara et al. (2014) reportaram que o FILO diminuiu linearmente com as doses de N. Fato que não foi confirmado neste trabalho, visto que a estratégia MM, apresentou resultado igual a 5AP, ambos com adubação no dia 0.

O maior valor de FILO obtido pode estar associado aos maiores intervalos entre cortes, a exemplo da estratégia de MM com adubação nitrogenada no terceiro dia após desfolhação, o qual apresentou o maior intervalo entre cortes, principalmente no último corte, possivelmente, influenciado por conta da menor pluviosidade e menor umidade no solo.

Para a taxa de alongamento foliar (TAIF), a maior dose de N fornecida pela recomendação 5AP fez com que a planta apresentasse o momento mais propício para aplicação do fertilizante, no dia 0. É possível que no terceiro dia após o corte da planta quando se realizou a aplicação do N, a mesma poderia estar respondendo fisiologicamente ao estresse da desfolha. Por esse motivo a aplicação do N no terceiro dia na recomendação 5AP reduziu comparado ao dia 0.

Richards (1993), estudando plantas C3 e C4, observou que o crescimento de raízes cessa após a remoção de cerca de 50% ou mais de sua área foliar. Assim, é inevitável a redução no crescimento do sistema radicular imediatamente após a desfolhação, sendo proporcional à frequência de corte (GIACOMINI et al., 2005). Entretanto devido a diversas interações da planta com o ambiente, é difícil identificar o momento exato em que a raiz diminui o metabolismo.

Neste estudo o maior estresse ocasionado a planta, parece não ter sido no dia da desfolhação, pois a recomendação MM com adubação de N no dia 0, apresentou TAIF semelhante aos apresentados pelos tratamentos da recomendação 5AP. A TAIF é uma medida de grande valia na análise de fluxo de tecidos das plantas e tem relação

positiva com o rendimento forrageiro, promovendo maior acúmulo de matéria seca, devido ao aumento da proporção de folha e de área fotossintética ativa (MARTUSCELLO et al., 2006; PACIULLO et al., 2016).

Alguns autores trabalhando com forrageiras tropicais reportam efeito semelhante ao encontrado neste estudo em relação ao aumento da TAIF com o maior incremento de N no solo (MARTUSCELLO et al., 2006; FAGUNDES et al., 2006; PEREIRA et al., 2011; MARTUSCELLO et al., 2015).

De acordo com Marques et al. (2016), a adubação nitrogenada tem efeito direto e marcante na área foliar fotossintetizante, como consequência do aumento na taxa de alongamento foliar. Entretanto, vale ressaltar que a recomendação 5AP forneceu no início da avaliação uma dose de 70 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e a recomendação MM forneceu apenas 10 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, essa informação mostra que a participação de P nas respostas morfológicas deste estudo foram menos evidentes.

A TAIF foi menor para as recomendações que receberam adubação nitrogenada no terceiro dia após a desfolhação nas três recomendações 5AP, RP e MM, a única exceção foi para MP, provavelmente devido à baixa dose de N recomendada.

É possível, que no terceiro dia após o corte da forrageira o metabolismo radicular da planta estivesse sendo estimulada a translocar fotoassimilados para a parte aérea a fim de recuperar área foliar que é responsável pela fotossíntese. E neste momento a planta translocando assimilados teria menor capacidade de absorção de nutrientes, entre eles o N, com exceção da recomendação de adubação MP. Conforme explicam Fulkerson & Slack (1994), os carboidratos de reserva são importantes para a resposta de rebrotação das plantas forrageiras, porém estes se limitariam aos primeiros dias de recuperação após a desfolhação, até o momento em que ocorra a expansão de novas folhas.

Os resultados para TAIC mostraram que valores superiores foram observados quando se disponibilizou doses mais elevadas de N em associação ao P, como na recomendação 5AP. Maiores TAIC podem ser uma resposta a adubação nitrogenada. Pereira et al. (2011), avaliaram o capim *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça submetidos a doses de N (0, 80, 160 e 320 kg de N ha<sup>-1</sup>) e registraram efeito linear crescente para essa variável. Braz et al. (2011) e Iwamoto et al. (2015), avaliaram o comportamento de um *Megathyrsus maximus* cv. Tanzânia e também reportaram maior TAIC quando as plantas foram submetidas a maiores doses de N.

Outra explicação para o aumento da TAIC seria o sombreamento das folhas superiores em relação as folhas da base da planta, pois de acordo com Da Silva e Nascimento Júnior (2007), apesar de cada espécie forrageira ter sua programação genética, a TAIC pode ser intensificada com o incremento da competição das lâminas foliares por luz. Assim os resultados do índice de área foliar (IAF) e densidade populacional de perfilhos (DP) obtidos no estudo podem explicar a TAIC maior na recomendação 5AP, visto que essas variáveis foram superiores nessa recomendação.

De acordo com Carnevalli et al. (2006) mesmo contribuindo com o acúmulo de forragem, o acúmulo excessivo de colmos é indesejável, uma vez que dificulta o rebaixamento adequado e uniforme do pasto por meio do pastejo. Além disso o maior acúmulo de colmo trará diminuição no valor nutritivo da forragem produzida (VAN SOEST, 1994; SANTOS et al., 2010).

Observou-se diferenças na TAIC entre as adubações realizadas com N no dia 0 e no sexto dia após a desfolha. De alguma forma a planta foi estimulada a alongar mais seus colmos ao se aplicar o N no dia 0. As variáveis IAF e DP não respondem essa questão, visto que as mesmas não foram afetadas pelo momento de adubação, apenas pelas recomendações.

Para duração de vida das folhas (DVF), a maior dose de N ( $214,3 \text{ Kg ha}^{-1}$ ) associada ao  $\text{P}_2\text{O}_5$  ( $70 \text{ Kg ha}^{-1}$ ) disponibilizada pela recomendação 5AP, não afetou a DVF comparativamente às recomendações RP e MM. A única exceção foi para a recomendação 5AP com aplicação do nitrogênio no sexto dia, provavelmente pelas combinações dos valores de FILO e número de folhas vivas perfilho<sup>-1</sup> (NFV). De acordo com Gastal e Nelson (1994) a duração de vida das folhas parece ser pouco influenciada pela disponibilidade de N, entretanto é um critério importante no manejo da pastagem.

As maiores amplitudes na DVF foram observadas na recomendação MM, possivelmente relacionada ao último ciclo de produção do tratamento com aplicação do N no terceiro dia, em que atingiu altura de desfolhação muito próximo de encerrar o período experimental, período que o índice pluviométrico estava baixo, o que resultou na baixa TApF e aumento do FILO, na qual esta última variável influencia diretamente a DVF. As folhas apresentam maior duração de vida em perfilhos mais velhos (BARBOSA et al., 2012), fato que pode ter ocorrido na recomendação MM com adubação ao terceiro dia.

Alguns autores reportam que a aplicação de N sobre a pastagem tem efeito positivo sobre o CMLF (GARCEZ-NETO et al., 2002; PEREIRA et al., 2011), pelo fato deste nutriente aumentar a TAlF de forma mais expressiva do que o estímulo causado sobre a TApF (MARTUSCELLO et al., 2006; PREMAZZI et al., 2011). Porém, de acordo com Volaire et al. (2014), o comprimento final da lâmina foliar é uma característica plástica que responde à intensidade da desfolha. É possível que por essa razão, não foi constatado diferenças no CMLF, visto que todos os tratamentos tiveram a mesma altura de resíduo (30 cm).

Com relação ao número de folhas vivas perfilho<sup>-1</sup> (NFV), os autores Gomide & Gomide (2000), relatam que por se tratar de um atributo que é determinado geneticamente, e uma característica muito estável, é pouco afetada pelo manejo da adubação, sendo em média 4,5 folhas perfilho<sup>-1</sup> no capim Mombaça. Entretanto, o NFV é influenciado diretamente pelo FILO, como visto anteriormente esta variável sofreu influência da interação dos fatores recomendações e momento de adubação.

As recomendações MP e MM independente do momento de aplicação do N, não apresentaram diferenças para o NFV. Isso pode evidenciar que a planta só apresenta diferenças no NFV ao se aplicar maiores doses de N, como ocorreu na recomendação 5AP (214,3 Kg de N ha<sup>-1</sup>) e RP (85,7 Kg ha<sup>-1</sup>). O que diferenciou as duas recomendações quanto ao NFV foi a quantidade de N fornecido. Além disso, observou-se que o momento de aplicação de N e a quantidade de N pode alterar o NFV, fato observado principalmente na recomendação RP, em que o maior NFV foi observado quando se aplicou N no sexto dia após a desfolhação.

Para a taxa de senescência foliar (TSF) consta na literatura diversos estudos com forrageiras tropicais, em especial com espécie *Megathyrus maximus* (syn. *Panicum maximum*), que reportam a influência da maior disponibilidade de N sobre aumento da TSF (SANTOS & FONSECA, 2016; MARTUSCELLO et al., 2015; IWAMOTO et al. 2015; MARTUSCELLO et al., 2019). Porém, este fato não foi observado no presente estudo. A TSF das forrageiras em função do N fornecido pode apresentar resultados diversos em forrageiras tropicais, Fagundes et al. (2006) não encontraram diferenças na TSF quando utilizado doses de N.

A emissão de perfilhos foi estimulada pelo uso de maiores doses de N na recomendação 5AP, o que sugere que o momento de aplicação do N até 6 dias após a desfolha, não influencia o perfilhamento, mas sim a quantidade de N e P

disponibilizado a pastagem. O momento da adubação não influencia as características estruturais da planta, como o número de perfilhos (ANDRADE et al., 2009).

Uma variável bastante associada a adubação nitrogenada é o incremento no perfilhamento, na qual está ligado ao aumento na reciclagem celular, com o aparecimento e crescimentos de tecidos, incluindo a de gemas basilares e axilares precursoras de perfilhos (MARTUSCELLO et al., 2015). Cada vez que uma nova folha é formada, ocorre a formação de uma gema axilar, estrutura que pode se desenvolver em um novo perfilho (SANTOS E FONSECA, 2016).

De acordo com Mendonça et al. (2013), o nitrogênio proporciona maior perfilhamento e produtividade, com melhoria na qualidade da forragem produzida e aumento da capacidade de animais por área. A recomendação 5AP na dose total de 214,3 Kg de N ha<sup>-1</sup> foi uma das que mais produziram lâminas foliares, consequentemente essa recomendação de adubação apresentou maior quantidade de gemas axilares, fato que explica a maior emissão de perfilhos.

Em avaliação de *Megathyrus maximus* cv. IPR- 86 Milênio, Basso et al. (2010) avaliaram doses de N e reportaram maior densidade populacional de perfilhos quando as plantas receberam 300 kg de N ha<sup>-1</sup>, quando comparadas a adubações de 150 Kg e pasto não adubado. Os autores explicam que a maior dosagem N é fundamental para aumento da população de novos perfilhos.

O IAF apresentou comportamento semelhante, provavelmente devido ao maior perfilhamento. O efeito isolado das recomendações resultou em maior IAF para a 5AP, possivelmente, devido a maior dose de N aplicada nas plantas. A maior área foliar mostra evidências do efeito promotor da divisão celular influenciado pelo N, que estimula o aumento da produção de novas células, na taxa de aparecimento e alongamento foliar (MARTUSCELLO et al., 2005). Deve-se levar em consideração o fato da dose de 70 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> (30,57 Kg de P ha<sup>-1</sup>) recomendada pela recomendação 5AP que associado ao N fornecido (214,3 Kg ha<sup>-1</sup>) pode ter promovido melhor aproveitamento pela planta. Tais fatores somados ao maior perfilhamento pode se traduzir em aumento do IAF.

A maior DP associada ao maior IAF proporciona a recuperação da planta mais rapidamente após a desfolha, é possível que o resíduo da desfolha tenha maior área de lâmina foliar residual, o que resulta em melhores condições de rebrotação nos períodos mais curtos, apesar de não ter sido avaliado estatisticamente, a recomendação 5AP apresentou os ciclos de produção mais curtos.

A partir das informações apresentadas no estudo, observou que a dose de N foi o fator que mais influenciou as variações das TApF, TAlF, levando em consideração as recomendações 5AP, RP e MM. Estas fizeram com que as plantas apresentassem as maiores respostas dentro de suas recomendações com comportamento semelhante ao realizar as adubações com N nos dias 0 e 6. Nas Figuras 3 e 4, observou que a adubação realizada no terceiro dia após a desfolhação apresentou redução nos valores de TApF e TAlF, possivelmente no dia 0, a planta ainda não tivesse respondido fisiologicamente ao estresse da desfolha.

A redução na TApF no terceiro dia pode estar relacionada a resposta da planta a desfolhação, e no sexto dia pode ter ocorrido recuperação da planta ao estresse da colheita, uma vez que no sexto dia a planta apresentou a maior área foliar. Santos et al. (2012) afirmaram que o desfolhamento reduz a atividade radicular em *Panicum maximum*, de acordo com os autores, a espécie mostrou ser dependente principalmente do N da captação da raiz para garantir o crescimento após a desfolhação.

A recomendação MP foi a única que não proporcionou diferenças de TApF e TAlF entre os momentos de aplicação. Apesar dos 80 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> disponibilizado, por conta da baixa dose de N recomendada pelo manual, o seu efeito para a forrageira pode ter sido inócuo, sendo indiferente ao dia da aplicação.

Ao avaliar o capim *Megathyrsus maximus* cv. BRS Quênia, Faria et al. (2019) trabalhando com diferentes momentos para aplicação de N após a desfolhação, verificaram maior acúmulo de MS na raiz quando a adubação ocorreu no sexto dia após a desfolhação. Apesar do trabalho ter sido realizado em casa de vegetação, essa informação pode explicar em partes o melhor desempenho em TApF e TAlF neste trabalho para as recomendações 5AP, RP e MM no sexto dia em comparação a adubação realizada no terceiro dia após a desfolhação.

Outro fator que deve ser observado foram os números de ciclos dentro do período de avaliação. Apenas a recomendação 5AP (nos três momentos de adubação com N) e a recomendação MM (adubação no dia 0) proporcionaram cinco ciclos. O manejo adequado das pastagens pode ser obtido pelo número de ciclos de desfolhas mais frequentes (ZANINE et al., 2013), uma vez que a TAIC e a TSF são afetadas pela frequência de desfolhação, a maior frequência implica em menores valores das taxas (ZANINE et al., 2018), que depreciam o valor nutritivo e diminuem o desempenho animal. Assim, a recomendação MM com adubação no dia da desfolhação apresentou

menor taxa de alongamento de colmo, o que pode resultar em forragem de melhor qualidade.

## **CONCLUSÃO**

A recomendação 5AP com aplicação do N no dia 0 e no sexto dia após a desfolhação, e a recomendação MM com adubação no dia 0, promovem os melhores índices de taxa de aparecimento, alongamento, duração de vida da folha, além do maior número de ciclos.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, C.A.B. et al. Produção de seis capins manejados por pastejo sob efeito de diferentes doses nitrogenadas e estações anuais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p.48-58, 2010.
- ALEXANDRINO, E. et al. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n.6, p. 1372-1379, 2004.
- ALEXANDRINO, E.; CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE, J. A. Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim Mombaça mantido sob diferentes alturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 1, 2011.
- BARBOSA, R. A. et al. Morphogenetic and structural characteristics of guinea grass tillers at different ages under intermittent stocking. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 7, p. 1583-1588, 2012.
- BASSO, K. C. et al. Morfogênese e dinâmica do perfilhamento em pastos de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.11, n.4, p.976-989, 2010.
- BRASIL, E. C. et al. **Nutrição e adubação: Conceito e aplicações na formação de mudas de pimenta longa**. EMBRAPA Amazônia Oriental, Belém, 23 p. 1999.
- BRAZ, T. G. S. et al. Morphogenesis of Tanzania guinea grass under nitrogen doses and plant densities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n 7, p.1420-1427. 2011.
- CANTARUTTI, R. B. et al. **Pastagens**. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação. CFSEMG, Viçosa – MG, 1999.
- CARNEVALLI, R. A. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v. 40, n. 3, p.165-176, 2006.
- CASTAGNARA, D. D. et al. Morphogenesis and production of Tanzânia, Mombaça and mulato grasses under nitrogen fertilization. **Magazine Bioscience**, v. 30, n. 1, 45-54, 2014.
- COSTA, N. de L. et al. Acúmulo de forragem e morfogênese de *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça sob níveis de fósforo. **PUBVET**, v.11, n.11, p.1163-1168, 2017.
- DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 122-138, 2007.

DAVIS, A. Tissue turnover in the sward. In: DAVIES, A. et al. (Eds.). Sward measurement handbook. 2.ed. Reading: **British Grassland Society**, 1993. p.183-216, 1993.

DIFANTE, G. S. et al. Características morfológicas e estruturais do capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 955-963, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5ª ed. Brasília, DF, 356 p., 2018.

FAGUNDES, J. L. et al. Características morfológicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 21-29, 2006.

FARIA, D. A et al. Investigating the Optimal Day for Nitrogen Fertilization on Piatã palisadegrass and Quênia guineagrass after Defoliation. **Journal of Experimental Agriculture International**. 34 (6): 1-11 p, 2019.

FREITAS, G. A.; BENDITO, B. P. C.; SANTOS, A. C. M.; SOUSA, P. A. Diagnóstico ambiental de áreas de pastagens degradadas no município de Gurupi-TO. **Biota Amazônia**. v. 6, n.1, p. 10- 15, 2016.

FULKERSON, W.J.; SLACK, K. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*. 1. Effect of water-soluble carbohydrates and senescence. **Grass and Forage Science**, v. 49, p. 373-377, 1994.

GARCEZ NETO, A. F. et al. Respostas morfológicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 31, n. 5, p.1890-1900, 2002.

GASTAL, F., NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiology**. v. 105, p. 191-197. 1994.

GIACOMINI, A. A. et al. Crescimento de raízes dos capins Aruana e Tanzânia submetidos a duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1109-1120, 2005.

GOMIDE, C. A. M. et al. Productive and morphophysiological responses of *Panicum maximum* Jacq. cv. BRS Zuri to timing and doses of nitrogen application and defoliation intensity. **Grassland Science**, v. 65, n. 2, p. 93-100, 2019.

GOMIDE, C.A.M., GOMIDE, J.A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 341-348. 2000.

IWAMOTO, B. S. et al. Características morfológicas do capim-Tanzânia fertilizado ou não com nitrogênio nas estações do ano. **Bioscience Journal**, vol. 31, n.1, 2015.

LANA, R. P. et al. Uso do modelo de Lineweaver-Burk de transformação de dados para explicar a resposta animal e vegetal em função do nível de variável de nutrientes.

In: LANA, R. P (Editor). **Respostas de animais e plantas aos nutrientes**. Viçosa, MG: ed. UFV, 2015.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plants communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Eds.). The ecology and management of grazing systems. **Wallingford journal**, UK: international, p. 3-36, 1996.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. **Tissue fluxes in grazing plant communities**. In: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. (Eds.). The Ecology and Management of Grazing Systems. Wallingford: CAB International, p. 3-36,1996.

M. IHTISHAM, et al. Optimization of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization rates for overseeded perennial ryegrass turf on dormant bermudagrass in a transitional climate. **Frontiers in plant science**, v. 9, p. 487, 2018.

MALDONADO JR, W. **AgroEstat Online**, 2019. Página inicial. Disponível em: <<http://www.agroestat.com.br>>, 2019. Acesso em: 02/11/2019.

MARQUES et al. Momento de aplicação do nitrogênio e algumas variáveis estruturais e bromatológicas do capim-massai. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.68, n.3, p.776-784, 2016.

MARTUSCELLO, J. A. et al. Adubação nitrogenada em capim-massai: morfogênese e produção. **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, n.1, p. 1-13, 2015.

MARTUSCELLO, J. A. et al. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 35, n. 3, p. 665-671, 2006.

MARTUSCELLO, J. A.; RIOS, J. F.; FERREIRA, M. R. et al. Produção e morfogênese de capim BRS Tamani sob diferentes doses de nitrogênio e intensidades de desfolhação. **Boletim de Indústria Animal**, v. 76, p. 1-10, 2019.

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. Características morfogênicas e estruturais do capimXaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1475- 1482, 2005.

MELLO, S. Q. S; FRANÇA, A. F. D. S; LANNA, A. C; BERGAMASCHINE, A. F; KLIMANN, H. J; RIOS, L. C; SOARES, T. V. Adubação nitrogenada em capim-mombaça: produção, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 935-947, 2008.

MENDONÇA, V. Z.; MELLO, L. M. M.; ANDREOTTI, M.; PEREIRA, F. C. B. L.; LIMA, R. C.; VALÉRIO FILHO, W. V.; YANO, E. H. Avaliação dos atributos físicos do solo em consórcio de forrageiras e milho em sucessão com soja em região de cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 251-259, 2013.

- MEZZALIRA J. C.; CARVALHO, P. C.; FONCECA, L.; BREMM, C.; CANGIANO, C.; GONDA, H. L. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. **Applied Animal Behaviour Science**. v. 153, p. 1-9, 2014.
- PACIULLO, D. S. C. et al. Morphogenesis, biomass and nutritive value of Panicum maximum under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and Forage Science**, v. 72, n. 3, p. 590-600, 2016.
- PATÊS, N. M. S. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim Tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p.1736-1741, 2007.
- PEREIRA, V. V. et al. Características morfogênicas e estruturais de capim-mombaça em três densidades de cultivo adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 12, n. 4, p. 2681-2689, 2011.
- PONTES, L. S. et al. Effects of nitrogen fertilization and cutting intensity on the agronomic performance of warm-season grasses. **Grass and Forage Science**, v. 72, n. 4, p. 663-675, 2017.
- PREMAZZI, L. M.; MONTEIRO, F. A.; DE OLIVEIRA, R. F. Crescimento de folhas do capim-bermuda tifton 85 submetido à adubação nitrogenada após o corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 3, p. 518–526, 2011.
- RAJASEKAR, M. et al. A review on role of macro nutrients on production and quality of vegetables. **International Journal of Chemical Science**. v. 5, 304-309 p., 2017.
- RICHARDS, J.H. Physiology of plant recovery from defoliation. In: BAKER, M.J. (Ed). **Grassland for our world**. Wellington: SIR Publishing, p. 46 – 54, 1993.
- RODRIGUES, M. O. D.; SANTOS, A. C.; RODRIGUES, M. O. D.; SILVA, R. R.; JUNIOR, O. S. Morphogenesis and structure of mombassa grass over different growth periods. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 5, p. 3271-3282, set./out, 2017.
- SANTOS et al. Adaptation of the C4 grass Panicum maximum to defoliation is related to plasticity of N uptake, mobilisation and allocation patterns. **Scientia Agricola**. v.69, n.5, p.293-299, 2012.
- SANTOS, M. E. R. et al. Características morfogênicas e estruturais de perfilhos de capim-braquiária em locais do pasto com alturas variáveis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 535-542, 2011.
- SANTOS, M. E. R. et al. Valor nutritivo de perfilhos e componentes morfológicos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 1919-1927, 2010.
- SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M. **Desenvolvimento do pasto adubado**. In: SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M (Editores). Adubação de Pastagens em sistemas de Produção Animal. Viçosa (MG): Ed. UFV, 2016.
- TAIZ, I. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Artmed Editora, 2017.

TEIXEIRA, L. B.; OLIVEIRA, R. F.; VEIGA, J. B. **Recomendação de Adubação para Pastagens**. In: CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará**. EMBRAPA-Amazônia Oriental, Belém, PA, 2007.

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

VOLAIRE, F.; BARKAOUI, K.; NORTON, M. Designing resilient and sustainable grasslands for a drier future: Adaptive strategies, functional traits and biotic interactions. **European Journal Agronomy**, v. 52, p. 81- 89, 2014.

ZANINE, A. M et al. Morphogenetic and structural characteristics of guinea grass pastures under rotational stocking strategies. **Experimental Agriculture**, v. 54, n. 2, p. 243-256, 2018.

ZANINE, A. M. et. al. Tillering dynamics in Guineagrass pastures subjected to management strategies under rotational grazing. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, p. 155-161, 2013.

## CAPÍTULO 3. PRODUÇÃO DO CAPIM MOMBAÇA SUBMETIDO A DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO

### RESUMO

Objetivou-se avaliar as características produtivas do capim *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça na região sudeste do estado Pará submetido a estratégias de adubação. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em arranjo fatorial 4 x 3, com 5 repetições. Foram avaliadas quatro recomendações de adubação usando como base: Manual 5ª aproximação (5AP), Manual do Pará (MP), Reposição de nutrientes (RP) e modelo adaptado de Michaelis e Menten (MM) associadas a três momentos (dia) de aplicação de nitrogênio (N) após desfolha (dia 0, 3 e 6) sobre a produção de matéria seca total (MSFT), massa seca de lâmina foliar (MSLF), massa seca de colmo (MSCO), massa seca de material morto (MSMM), índice de área foliar (IAF) e densidade de perfilhos  $m^{-2}$  (DP). Houve interação entre as estratégias de adubação e os dias de aplicação de N para todas as variáveis analisadas, com exceção do IAF e DP, que foram influenciadas apenas pelas recomendações de adubação. Com a aplicação da adubação de N no dia 0, após a desfolha, as recomendações 5AP, RP, MP e MM apresentaram respectivamente, cinco, quatro, três e cinco ciclos de produção. Quando a adubação com N foi realizada nos dias 3 e 6 após a desfolha, foram registrados cinco, três, três e três ciclos, respectivamente para as recomendações 5AP, RP, MP e MM. O maior valor de MSFT (12.109 Kg de MS  $ha^{-1}$ ) foi registrado para a estratégia de adubação 5AP com adubação nitrogenada no dia 3 quando comparada a aplicação no dia 0 após desfolha. As demais recomendações não diferiram ( $P>0,05$ ) entre si (10.455; 10.342 e 10.210 Kg de MS  $ha^{-1}$  respectivamente para 5AP, RP e MM). Seguindo o mesmo comportamento da MSFT, a MSLF foi maior (11.919 kg  $ha^{-1}$ ) na estratégia 5AP com a adubação N realizada no dia 3 após a desfolha quando comparada a aplicação no dia 0. A maior produção de MSCO ocorreu para a 5AP no dia 3 (658,06 Kg  $ha^{-1}$ ), sendo superior aos tratamentos RP (251,38 Kg  $ha^{-1}$ ) e MM (222,56 Kg  $ha^{-1}$ ). Para adubação realizada no dia 0 a estratégia RP produziu maior quantidade de material morto (1.209,6 Kg  $ha^{-1}$ ), seguido por MM (676,63 Kg  $ha^{-1}$ ), que foi maior do que o MP (405,4 Kg  $ha^{-1}$ ). Para o IAF a estratégia 5AP obteve média no valor de 5,33  $m^2$  de lâmina foliar  $m^{-2}$  de solo, sendo superior entre as recomendações avaliadas em 28,9%; 30,8% e 39,4%, respectivamente para MM (3,79), RP (3,69) e MP (3,23), estas por sua vez não apresentaram diferenças entre si. Para a DP a estratégia 5AP apresentou maior emissão de perfilhos  $m^{-2}$  (421,5) entre as quatro recomendações de adubação avaliadas, sendo superior em 49,7%; 40,9% e 37,3%, respectivamente para MP, RP e MM. Para maior produção de matéria seca em pasto de capim Mombaça, recomenda-se utilizar o Manual 5º aproximação associado com aplicações de nitrogênio no 3º ou 6º dia após desfolha.

**Palavras-chave:** Gramíneas tropicais, Manejo de pastagem, Perfilhamento, *Panicum maximum*.

### CHAPTER 3. PRODUCTION OF MOMBAÇA GUINEA GRASS SUBMITTED TO DIFFERENT FERTILIZATION STRATEGIES

#### ABSTRACT

The objective was to evaluate the productive characteristics of *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça in the southeastern region of the state of Pará submitted to fertilization strategies. The experimental design used was in randomized blocks, in a 4 x 3 factorial arrangement, with 5 replications. Four fertilization recommendations were evaluated using as a basis: 5<sup>a</sup> Aproximação Manual (5AP), Pará Manual (PM), Nutrient Replacement (RP) and Michaelis and Menten adapted model (MM) associated with three nitrogen application times (day) (N) after defoliation (day 0, 3 and 6) on total dry matter yield (TDM), leaf blade dry mass (LBDM), stem dry mass (SDM), dead material dry mass (DMD), leaf area index (LAI) and tillers density m<sup>-2</sup> (DT). There was interaction between the fertilization strategies and the days of N application for all analyzed variables, except for the LAI and TD, which were influenced only by the fertilization strategies. With the application of N fertilization on day 0, after defoliation, the 5AP, RP, PM and MM strategies presented, respectively, five, four, three and five production cycles. When N fertilization was performed on days 3 and 6 after defoliation, five, three, three and three cycles were recorded, respectively for the 5AP, RP, PM and MM strategies. The highest TDM value (12,109 kg DM ha<sup>-1</sup>) was recorded for the 5AP nitrogen fertilization strategy on day 3 when compared to application on day 0 after defoliation. The other strategies did not differ (P > 0.05) from each other (10,455; 10,342 and 10,210 Kg of DM ha<sup>-1</sup> respectively for 5AP, RP and MM). Following the same behavior as TDM, LBDM was higher (11,919 kg ha<sup>-1</sup>) in the 5AP strategy with N fertilization performed on day 3 after defoliation compared to application on day 0. The highest SDM production occurred for 5AP in day 3 (658.06 kg ha<sup>-1</sup>), being superior to the treatments RP (251.38 kg ha<sup>-1</sup>) and MM (222.56 kg ha<sup>-1</sup>). For fertilization performed on day 0 the RP strategy produced the largest amount of dead material (1,209.6 kg ha<sup>-1</sup>), followed by MM (676.63 kg ha<sup>-1</sup>), which was higher than the PM (405.4 kg ha<sup>-1</sup>). For the LAI the 5AP strategy obtained a mean value of 5.33 m<sup>2</sup> of leaf blade m<sup>-2</sup> of soil, being superior among the strategies evaluated in 28.9%; 30.8% and 39.4%, respectively for MM (3.79), RP (3.69) and PM (3.23), these in turn showed no differences between them. For TD the 5AP strategy presented higher tillering (421.5 m<sup>-2</sup>) among the four fertilization strategies evaluated, being superior in 49.7%; 40.9% and 37.3%, respectively for PM, RP and MM. For higher dry matter production in Mombasa grass pasture, it is recommended to use the 5<sup>a</sup> Aproximação Manual associated with nitrogen applications on the 3rd or 6th days after defoliation.

**Keywords:** Tropical grasses. Pasture management. Tillering. *Panicum maximum*.

### 3. INTRODUÇÃO

Para atingir o máximo potencial genético da planta forrageira, uma das premissas é que as exigências nutricionais da planta sejam atendidas. A dificuldade, no entanto, ocorre devido parte dos solos das pastagens brasileiras serem de baixa fertilidade, não atendendo satisfatória e equilibradamente à demanda dos nutrientes minerais essenciais ao desenvolvimento das plantas forrageiras (SANTOS e FONSECA, 2016). Adicionalmente, muitos produtores não consideram o pasto como cultura, deixando de realizar a fertilização de correção e/ou manutenção dos solos.

A ausência de adubação no solo pode acarretar baixa eficiência de produção, visto que a pastagem não atinge o máximo potencial, resultando em baixa taxa de lotação, que é uma das características do processo de degradação da pastagem. No Brasil, está enraizada uma tradição errônea de baixo investimento no uso de tecnologia e de insumos na formação e no manejo das pastagens (DIAS-FILHO, 2014).

Das intervenções adotadas para garantir perenidade e boa produtividade dos pastos, a adubação do solo pode ser considerada uma das principais alternativas para evitar a degradação das pastagens (IWAMOTO et al., 2015; MARTUSCELLO et al., 2016; ROWLINGS et al., 2016; PACIULLO et al., 2017), em que os macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio são os principais nutrientes disponibilizados para o pasto.

Um fator a ser analisado em sistemas de produção a pasto em que se utilizam adubos químicos é a quantidade do fertilizante a ser aplicado, que é determinada por manuais de recomendações de adubação e calagem, porém, estes são elaborados com dados de regiões distintas do país, com características edafoclimáticas que podem não atender as necessidades específicas da região em que se deseja implantar a atividade. Adicionalmente, existe a necessidade do uso racional de adubos, visto que, além de onerosos, podem ocasionar contaminação ao meio ambiente (LANA et al., 2015). Assim, o que se deve buscar em um sistema de produção não é a máxima produção do pasto e sim seu ótimo econômico (LANA et al., 2005), de forma a evitar o consumo de luxo pelas forrageiras, e tornar o uso do fertilizante o mais racional possível.

Dentre as recomendações para adubação de pastagens, o manual de recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação (RIBEIRO et al., 1999) é bastante utilizado na região sudeste, além de outras regiões do país. Este tem como característica recomendar a adubação de acordo com o nível

tecnológico do produtor. Para o estado do Pará tem um manual de recomendações de adubação e calagem (TEIXEIRA et al., 2007), entretanto este faz distinção apenas se é pastejo contínuo ou rotativo.

Além dos manuais na literatura existem outras formas de se recomendar adubação de pastagens, Lana et al. (2015), utilizaram o modelo da saturação cinética enzimática de Michaelis-Menten (1913) e a equação de regressão linear da recíproca de Y (atividade enzimática) em função da recíproca de X (concentração de substrato) de Lineweaver e Burk (1934), foi usado para obter as constantes cinéticas -  $k_s$  (a quantidade de substrato necessária para atingir metade da atividade enzimática máxima) e  $k_{max}$  (atividade enzimática máxima) - do modelo de Michaelis-Menten, possibilitando os pesquisadores definir a quantidade de adubo considerado o ótimo econômico. Outra forma de recomendar adubação seria a utilização da reposição de nutrientes, na qual aplica o que é exportado do solo para a planta.

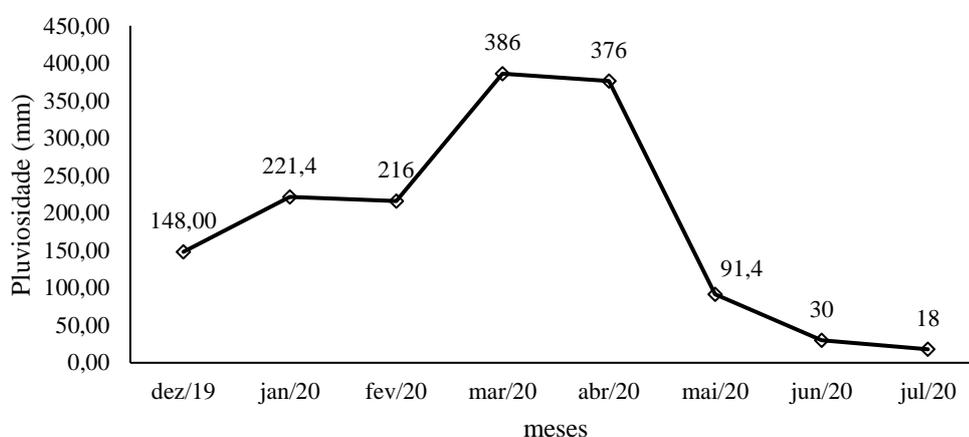
Existe outro fator a ser analisado, que é o momento ideal para realizar a adubação nitrogenada, alguns trabalhos recomendam a adubação imediatamente após a desfolha (PEREIRA et al., 2012; MARTUSCELLO et al., 2015). Contudo, outros reportam não encontrar diferenças na produção de biomassa forrageira quando se testam diferentes momentos para aplicação de N (GOMIDE et al., 2018; DRUMOND et al., 2005; FARIA et al., 2019)

Para as características edafoclimáticas da região sudeste do Pará, deve existir uma estratégia de adubação que pode ser mais vantajosa do ponto de vista produtivo e econômico, e que determine um melhor manejo após a desfolha. Nesse sentido, objetivou-se com o este estudo determinar uma recomendação de adubação e um melhor momento para aplicação da fonte nitrogenada após a desfolha sobre a produtividade do capim Mombaça cultivado na mesorregião sudeste do Pará.

### 3.1 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1.1 Área experimental e características do solo

O experimento foi conduzido a campo sob corte manual no período de 20 de dezembro de 2018 a 20 de julho de 2019 no Setor de forragicultura da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Parauapebas – PA. A área experimental está localizada segundo as coordenadas geográficas de latitude 06° 04' 16,4'' S e longitude 49° 08' 8,3'' e altitude de 270 m. A área é caracterizada por relevo movimentado a ondulado e o solo é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (EMBRAPA, 2018). O clima da região é classificado segundo Köppen como Aw–Tropical com um período seco de maio a outubro e período úmido bastante acentuado com presença de chuvas que vai de novembro a abril. A média de temperatura do ar no período experimental foi de 26,74 °C (máxima de 35,5+0,2 °C e mínima de 20,7+0,2 °C) e 1.486,8 mm de precipitação pluviométrica acumulada (Figura 10).



**Figura 10.** Precipitação mensurada por pluviômetro instalado no local do experimento - Setor de Forragicultura da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Campus Parauapebas - PA, no período entre dezembro de 2018 a julho de 2019.

A área experimental foi implantada inicialmente a mais de 15 anos e utilizada em sistema de exploração convencional a pasto, com período recente de pousio. Entretanto a mesma encontrava-se em desuso resultando na presença de plantas lenhosas e de porte médio, além da espécie forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Os procedimentos realizados para implantação da espécie forrageira utilizada no estudo (*Megathyrus maximus* cv. Mombaça), consistiu no desbaste da área, enleiramento, aração e gradagem do solo, realizados entre agosto a dezembro de 2017. A área recebeu aplicação de herbicida Glifosato para controlar as plantas daninhas remanescentes. Para a caracterização química e física do solo da área experimental, foi realizada análise de solo nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm (Tabela 5).

**Tabela 5.** Características químicas e granulométricas do solo da área experimental localizado em Parauapebas - PA, nas camadas de 0 - 20 e 20 - 40 cm de profundidade.

Profundidade (cm)	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P (Melich)	MO	CaCl <sub>2</sub>	argila	silte	areia
	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					mg dm <sup>-3</sup>			g dm <sup>-3</sup>	pH	dag kg <sup>-1</sup>	
0-20	2,2	0,7	0,2	2,2	0,31	121,3	0,8	21,0	4,6	310	80	610
20-40	1,2	0,4	0,2	2,2	0,26	100,1	0,8	18,0	4,6	260	70	670
	(mg dm <sup>-3</sup> )											
	S	Na	Zn	B	Cu				Fe		Mn	
0 - 20	2,8	8	0,9	0,74	2,2				151		43,4	
20 - 40	2	7,7	0,9	0,79	2,2				167		52,5	

Cálcio (Ca); Magnésio (Mg); Alumínio (Al); Hidrogênio + Alumínio (H+Al); Potássio (K); Fósforo (P); Matéria orgânica (MO); Cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>); Enxofre (S); Sódio (Na); Zinco (Zn); Boro (B); Cobre (Cu); Ferro (Fe) e Manganês (Mn).

Fonte: SOLOCRIA Laboratório Agropecuário Ltda, Goiânia – GO, 2017.

Após o controle químico, a semeadura (*Megathyrus maximus* cv. Mombaça) foi realizada em janeiro de 2018. Utilizou-se 4 Kg de semente do tipo incrustadas com valor cultural (VC) de 80% de maneira semi-mecanizada com um pulverizador regulado para aplicação de 25 Kg ha<sup>-1</sup>.

Para dar início ao experimento, foi realizado no dia 21 de dezembro de 2018 o corte para uniformização do pasto com altura residual de 30 cm (MEZZALIRA et al., 2014).

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com quatro recomendações de adubação e três momentos de aplicação de N após a desfolha do capim Mombaça, constituindo arranjo fatorial 4x3, com cinco repetições, totalizando 60 unidades experimentais. As parcelas possuíam 9 m<sup>2</sup> (3 x 3 m) com corredores de 0,70 m de largura entre os blocos.

Os tratamentos descritos abaixo foram utilizados como base para o manejo de adubação deste estudo. Entretanto, ressalta-se que as recomendações não foram aplicadas na integra, visto que apenas o P e K foram aplicados conforme as suas recomendações, sendo que o nitrogênio foi aplicado de acordo com o número de ciclos

que cada estratégia (recomendação + dia de adubação de N após desfolhação) permitiu. As doses de N de cada recomendação foram previamente divididas em sete aplicações, este valor representa o número de ciclos de produção esperados para o período chuvoso, baseados em estudos anteriores na mesma área (estudo ainda não publicado). A quantidade de adubo prevista para utilização no estudo são mostradas na Tabela 6, as recomendações de adubação e os momentos de aplicação de nitrogênio são como descritos abaixo:

**I. (5AP):** Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas gerais - 5<sup>a</sup> Aproximação. De acordo com a recomendação para sistema de produção - médio nível tecnológico (CANTARUTTI et al., 1999).

**II. (RP):** Reposição de nutrientes, os cálculos se deram a partir de compilações de reposição de NPK considerando produção e extração médias de nutrientes por pastagens (Oliveira et al., 2015; Siri-Prieto et al. 2020). Considerou-se a fórmula adaptada de Brasil et al. (1999), onde: “Adubação = (Exigência + Fator) - fornecimento”, sendo que a exigência se refere aos nutrientes extraídos e exportados pela forrageira. Estes foram calculados a partir da compilação de dados sob a produção média anual de biomassa do capim Mombaça produzida e colhida em pastejo (CASTAGNARA et al., 2014) e teores médios de NPK exportados na biomassa (SOUSA et al., 2010; FREITAS et al., 2011). O fator considera as perdas de NPK por lixiviação, fixação, erosão e volatilização, e foi calculado a partir do estudo de Oliveira et al., (2010). O fornecimento mensurou a reciclagem de NPK por retorno a partir de fezes e urina, conforme (Braz et al., 2002).

**III. (MP):** Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará. De acordo com a recomendação para sistema de pastejo rotativo semi-intensivo e intensivo (Teixeira et al., 2007).

**IV. (MM):** Modelo de Michaelis- Menten, conforme descrito e adaptado por Lana et al. (2015b). Usou-se dados da literatura (MELO et al., 2008) para se aplicar ao modelo da saturação cinética enzimática de Michaelis e Menten (1913), com uso da equação linear de Lineweaver- Burk (1934), obteve-se as constantes cinéticas Ks (quantidade de N e P necessária para atingir metade da taxa de crescimento máximo teórico, não houve aplicação de K<sub>2</sub>O devido a disponibilidade no solo).

**A. Dia 0:** Após a desfolhação realizou-se a aplicação do N.

**B. Dia 3:** No terceiro dia após a desfolhação houve a aplicação do N.

**C. Dia 6:** No sexto dia após a desfolhação realizou-se a aplicação do N.

**Tabela 6.** Valores de Nitrogênio (N), Pentóxido de Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e Óxido de Potássio (K<sub>2</sub>O) previstos para cada estratégia de adubação a serem aplicados ao longo de 1 (um) ano agrícola, com adubações ocorrendo no período chuvoso, compreendendo 7 (sete) ciclos.

Recomendações	Fertilizante (kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Manual 5ª Aproximação	300	70	-
Reposição de nutrientes	150	16	60
Manual do Pará	60	80	-
Modelo de Michaelis – Menten	110	10	-

A adubação com P (Superfosfato simples, 17% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e K (Cloreto de potássio, 60% de K<sub>2</sub>O) foi realizada de uma única vez em cobertura, no início do período chuvoso, após a uniformização do pasto (sendo que o resíduo da forragem cortada foi retirado da parcela manualmente). Na adubação nitrogenada utilizou-se ureia (45% N), realizada após a desfolha conforme descrito na Tabela 2. As aplicações foram realizadas sempre ao fim do dia (às 18:00 h). As doses de N foram parceladas para um total de sete aplicações, visto que foi o número de ciclos que se esperava produzir. Para determinar o momento da desfolha utilizou-se as alturas de 70 cm e 30 cm, para colheita e resíduo respectivamente.

### 3.1.3 Avaliação das características agronômicas da gramínea

As medições das alturas do pasto foram realizadas com auxílio de uma régua graduada, foram tomadas as alturas médias das cinco parcelas de cada tratamento e calculado a média para determinar o momento de corte da forragem, quando não se verificava altura média de 70 cm, continuava-se o monitoramento até chegar à altura de corte.

A cada ciclo de produção coletou-se amostra do pasto no dia do corte de cada parcela. Utilizou-se uma moldura retangular de 0,6 m<sup>2</sup> de área para coleta de massa verde deixando resíduo de 30 cm. As amostras coletadas foram pesadas em balança semi-analítica e em seguida retirou-se uma alíquota para determinação da massa seca e outra para separação dos componentes morfológicos: folha (lâmina foliares), pseudocolmo e material morto da planta. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C durante 72 horas, para posterior obtenção matéria seca de forragem total (MSFT), massa seca de lâmina foliar (MSLF), massa seca de colmo

(MSCO) e massa seca de material morto (MSMM) conforme Detmann et al. (2012). Avaliou-se a produção total (soma das produções dos ciclos de cada tratamento) de MSFT, MSLF, MSCO e MSMM em Kg ha<sup>-1</sup>.

### **3.1.4 Eficiência de uso dos fertilizantes N, P e K**

A eficiência de utilização pelo capim Mombaça foi expressa em função da massa seca de lâmina foliar. Por meio da razão MSLF (t ha<sup>-1</sup>) sobre a quantidade de adubo aplicado em kg (N, P e K, presentes nos tratamentos) foram obtidos os valores de eficiência parcial (SANTOS e FONSECA, 2016). A eficiência compreende a MSLF produzida com a aplicação de determinada unidade de adubo.

Os valores em reais para se produzir uma tonelada MSLF foram calculados pela razão: [total em reais gastos em N+P+K no tratamento em todo o período experimental) / MSLF (t ha<sup>-1</sup>)] expresso em reais (R\$ / t de MSLF). Para obtenção dos valores médios em reais do kg de fertilizantes para posterior utilização no cálculo supracitado, foi realizada uma pesquisa de mercado nas principais lojas de insumos do município de Parauapebas/ PA. Foram consultados ao menos três estabelecimentos para compor os valores médios em reais dos fertilizantes ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio. Os valores médios foram: ureia (R\$ 3,30), superfosfato simples (R\$ 2,40) e cloreto de potássio (R\$ 3,20). Este item não se realizou análise estatística, pois as repetições receberam as mesmas quantidades de adubos dentro dos ciclos de produção, conforme é apresentado na Tabela 7.

### **3.1.5 Procedimento estatístico**

Antes das análises, foram verificadas as pressuposições de distribuição normal e homocedasticidade para as variáveis. Os dados foram submetidos à análise descritiva para avaliação do coeficiente de variação.

Os resultados foram submetidos à análise da variância, considerando-se como fontes de variação a estratégia de adubação, momento de aplicação do nitrogênio e a interação entre estes dois fatores, testados a 5% de probabilidade conforme modelo abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + b_k + E_i + D_j + (E.D)_{ij} + e_{ijk}, \text{ onde:}$$

$Y_{ijk}$  = Valor total da observação da k-ésima unidade experimental que recebeu tratamento i

$\mu$  = média geral

$b_k$  = efeito do bloco

$E_j$  = efeito do j-ésimo estratégia de adubação sobre a variável resposta

$D_l$  = efeito do l-ésimo dia de aplicação de N sobre a variável resposta

$(B.D)_{ij}$  = efeito da interação entre recomendações de adubação x dias de aplicação de N

$e_{ijk}$  = efeito do erro aleatório residual

Quando verificados efeitos significativos, foi empregado o teste de média Tukey e conduzido o desdobramento das interações. Utilizando-se o software Agroestat online (MALDONADO JÚNIOR, 2019). Os atributos número de ciclos, número de dias por ciclo não foram analisados estatisticamente por não conterem repetições, sendo apresentados, apenas, valores nominais.

### 3.2 RESULTADOS

Ao fim do experimento a aplicação de nitrogênio (N) foi determinada em função dos números de ciclos que cada estratégia permitiu (Tabela 4). Os resultados apresentados são referentes a média dos ciclos de produção dos tratamentos. Com a aplicação da adubação nitrogenada no mesmo dia após a desfolhação do capim (dia 0), as recomendações 5AP, RP, MP e MM apresentaram respectivamente, cinco, quatro, três e cinco ciclos de produção. Quando a aplicação da adubação nitrogenada ocorreu no terceiro (dia 3) e no sexto dia (dia 6) após a desfolhação, foram registrados cinco, três, três e três ciclos, respectivamente para as recomendações anteriormente citadas.

**Tabela 7.** Valores totais em Kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, aplicados ao longo do período experimental (dezembro de 2018 a julho de 2019) em função do número de ciclos de produção e duração média dos ciclos do capim *Megathyrus maximus* cv. Mombaça.

	Recomendações de Adubação (Kg ha <sup>-1</sup> )			
	5AP	RP	MP	MM
	DIA 0			
Kg ha <sup>-1</sup> de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O	214,3- 70- 0	85,7- 16- 60	25,7- 80- 0	78,6- 10- 0
Número de ciclos	5	4	3	5
Intervalo entre ciclos (dias)	27	30	43	31
	DIA 3			
Kg ha <sup>-1</sup> de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O	214,3- 70- 0	64,3- 16- 60	25,7- 80- 0	47,1- 10- 0
Número de ciclos	5	3	3	3
Intervalo entre ciclos (dias)	31	42	35	44
	DIA 6			
Kg ha <sup>-1</sup> de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O	214,3- 70- 0	64,3- 16- 60	25,7- 80- 0	47,1- 10- 0
Número de ciclos	5	3	3	3
Intervalo entre ciclos (dias)	27	41	42	42

Recomendações baseadas no manual para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação (5AP); Recomendação baseada no cálculo de reposição de nutrientes (RP); Recomendações baseada no manual de adubação e calagem para o estado do Pará (MP); Recomendação baseada na adaptação do modelo da saturação cinética enzimática de Michaelis e Menten (MM).

As médias das quatro recomendações de adubação estudadas, dos três momentos de aplicação de nitrogênio após a desfolhação para as características agrônomicas da pastagem, assim como o erro padrão da média e valores de P são apresentadas na Tabela 8.

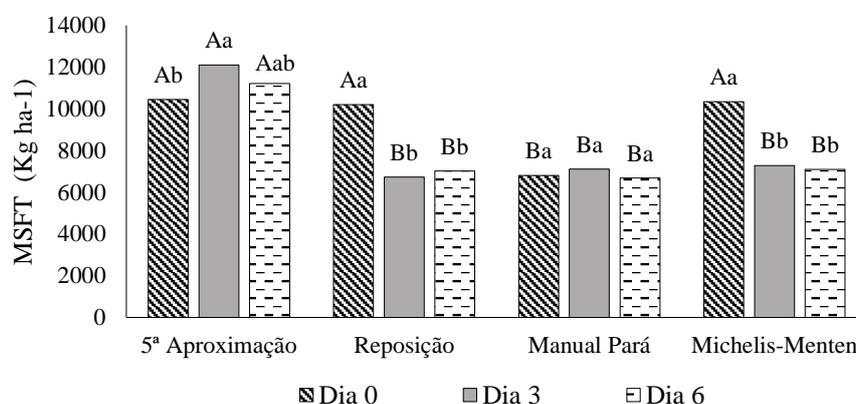
**Tabela 8.** Médias das variáveis estudadas dentro das quatro recomendações de adubação e dos três momentos (dias) para aplicação de N, e seus valores de erro padrão da média, P valor, interação entre recomendações.

VARIÁVEIS	Recomendações				Dia de aplicação do N			EPM	Valor P		
	5AP	RP	MP	MM	0	3	6		Recomend.	Dias	E x D
MSFT	11.258,63	7.990,35	6.866,97	8.241,01	9.454,92	8.307,92	8.004,87	34,42	0,0001	0,0001	0,0001
MSLF	11.197,00	7.758,70	6.902,2	8.231,00	9.350,90	8.208,90	8.007,0	0,01	0,0001	0,0001	0,0001
MSMM	726,44	762,72	402,14	508,23	681,97	645,81	471,87	0,37	0,0001	0,0002	0,0001
MSCO	587,30	496,89	294,59	345,41	537,71	378,38	377,06	2,22	0,0001	0,0042	0,0008

Produção de matéria seca total ha-1 (MSFT); produção de massa de lâmina foliar total ha-1 (MSLF); produção de massa de material morto total ha-1 (MSMM); produção de massa de colmo total ha-1 (MSCO); Interação entre recomendações de adubação e dias de aplicação de N (E x D); Recomendação baseada no manual para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação (5AP); Recomendação baseada no cálculo de reposição de nutrientes (RP); Recomendação baseada no manual de adubação e calagem para o estado do Pará (MP); Recomendação baseada no cálculo de adubação usando adaptação do modelo de Michaelis e Menten (MM); Erro padrão da média (EPM).

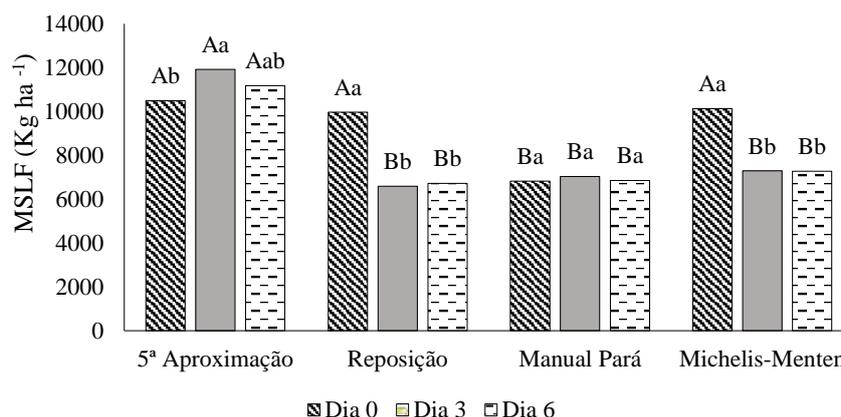
Para produção de matéria seca total (MSFT), verificou-se interação ( $P < 0,05$ ) entre as recomendações de adubação e o momento de aplicação da adubação nitrogenada (Tabela 8). O maior valor de MSFT (12.109 Kg de MS  $ha^{-1}$ ) foi registrado para a recomendação de adubação 5AP com aplicação da adubação nitrogenada acontecendo no terceiro dia quando comparada a aplicação da adubação nitrogenada no mesmo dia da desfolhação (dia 0), (Figura 11).

Com aplicação da adubação nitrogenada realizada imediatamente após a desfolha (dia 0), a recomendação MP apresentou ( $P < 0,05$ ) menor MSFT (6.813 Kg de MS  $ha^{-1}$ ) entre as recomendações. As demais recomendações não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre si (10.455; 10.342 e 10.210 Kg de MS  $ha^{-1}$  respectivamente para 5AP, RP e MM).



**Figura 10.** Médias de produção total de matéria seca para diferentes recomendações de adubação em três momentos de aplicação da adubação nitrogenada (dias 0, 3 e 6 após a desfolhação). Letras maiúsculas diferentes indicam diferença entre as recomendações de adubação em um dado dia de aplicação de N e letras minúsculas diferentes indicam diferença dos dias de aplicação numa dada recomendação de adubação. Avaliação conduzida entre 21 de dezembro de 2018 a 21 de julho de 2019.

A massa de lâmina foliar (MSLF), apresentou interação ( $P < 0,05$ ) entre as recomendações de adubação e o momento de aplicação da adubação nitrogenada sobre a produção total de massa foliar (MSLF) (Tabela 8). Seguindo o mesmo comportamento da MSFT, a MSLF apresentou maior produção (11.919 kg  $ha^{-1}$ ) com a adubação nitrogenada realizada no terceiro dia (dia 3) após a desfolha, quando comparada a aplicação imediatamente após a desfolha (dia 0) na recomendação de adubação 5AP (Figura 12). A recomendação de adubação baseada no manual de adubação do Estado do Pará apresentou ( $P < 0,05$ ) menor MSLF (6.815,5 Kg de MS  $ha^{-1}$ ) entre as recomendações, quando a adubação nitrogenada foi aplicada imediatamente após a desfolha (dia 0). As demais recomendações não diferiram ( $P > 0,05$ ).



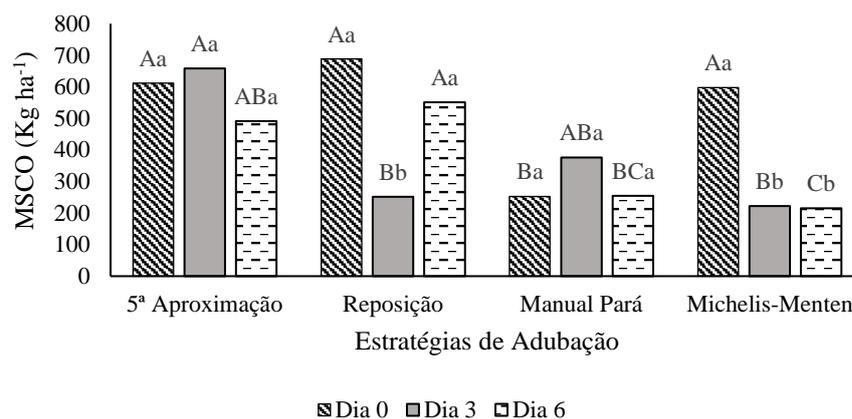
**Figura 11.** Médias de produção total de massa seca de folha (kg ha<sup>-1</sup>) para diferentes recomendações de adubação com três momentos de aplicação da adubação nitrogenada (dias 0, 3 e 6 após desfolhação).

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença entre as recomendações de adubação num dado dia de aplicação de N e letras minúsculas diferentes indicam diferença dos dias de aplicação numa dada recomendação de adubação. Avaliação conduzida entre 21 de dezembro de 2018 a 21 de julho de 2019.

Para produção de massa seca de colmo (MSCO), observou-se interação ( $P < 0,05$ ) entre as recomendações de adubação e o momento de aplicação da adubação nitrogenada (Tabela 8). Na adubação nitrogenada no dia 0, não houve diferença entre os tratamentos, com exceção do MP, este sendo menor que os demais.

Quando a adubação ocorreu no terceiro dia a estratégia 5AP produziu maior quantidade de massa de colmo (658,06 Kg ha<sup>-1</sup>), sendo superior a RP (251,38 Kg ha<sup>-1</sup>) e MM (222,56 Kg ha<sup>-1</sup>), ambos não apresentaram diferenças entre si. O MP foi a recomendação que apresentou menor variação entre os dias de aplicação de N, não afetando a produção de massa seca de colmo em função do momento de adubação.

Com adubação realizada no sexto dia após a desfolhação, a maior MSCO foi observada na recomendação RP (550,7 Kg ha<sup>-1</sup>), sendo maior que MP (255,1 Kg ha<sup>-1</sup>) e MM (215,7 Kg ha<sup>-1</sup>), superior em 46,3% e 39,2%, respectivamente para MP e MM (Figura 13)

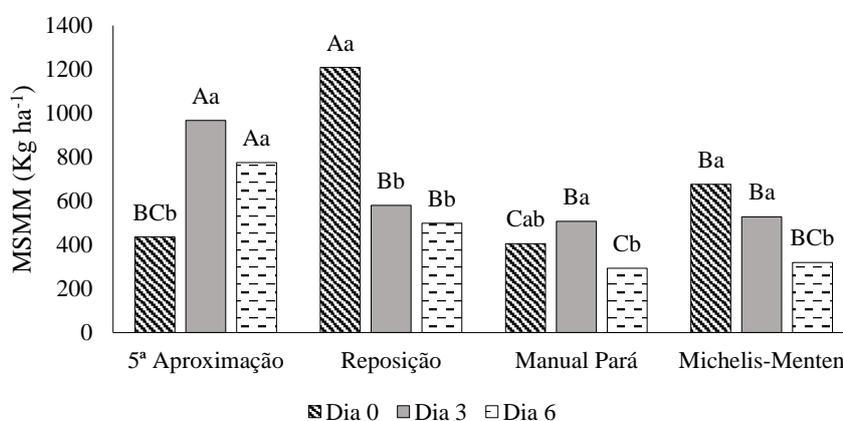


**Figura 12.** Médias de produção total de massa seca de colmo (MSCO kg ha<sup>-1</sup>) para diferentes recomendações de adubação com três momentos de aplicação da adubação nitrogenada (dias 0, 3 e 6 após desfolha).

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença entre as recomendações de adubação em um dado dia de aplicação de N e letras minúsculas diferentes indicam diferença dos dias de aplicação numa dada estratégia de adubação. Avaliação conduzida entre 21 de dezembro de 2018 a 21 de julho de 2019.

Ao avaliar a massa de material morto total (MSMM), verificou-se interação ( $P < 0,05$ ) entre as recomendações de adubação e o momento de aplicação da adubação nitrogenada sobre a produção total de material morto (MSMM) (Tabela 8). Para adubação realizada logo após a desfolha a recomendação RP produziu maior quantidade de material morto (1.209,6 Kg ha<sup>-1</sup>), seguido por MM (676,63 Kg ha<sup>-1</sup>), que foi maior do que o MP (405,4 Kg ha<sup>-1</sup>).

Ao se realizar a adubação no terceiro dia, a recomendação 5AP teve maior MSMM (967,31 Kg ha<sup>-1</sup>), os demais, RP, MP e MM não apresentaram diferenças. A recomendação 5AP com adubação no sexto dia apresentou maior produção de MSMM (775,72 Kg ha<sup>-1</sup>), sendo RP (498,17 Kg ha<sup>-1</sup>) maior que MP (293,6 Kg ha<sup>-1</sup>), esta última sendo a menor média para MSMM (Figura 14).



**Figura 13.** Médias de produção de material morto total (kg ha<sup>-1</sup>) para diferentes recomendações de adubação em três momentos de aplicação da adubação nitrogenada (dias 0, 3 e 6 após desfolha).

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença entre as recomendações de adubação em um dado dia de aplicação de N e letras minúsculas diferentes indicam diferença dos dias de aplicação numa dada recomendação de adubação. Avaliação conduzida entre 21 de dezembro de 2018 a 21 de julho de 2019.

Os resultados apresentados na Tabela 9, mostram a eficiência de utilização dos fertilizantes pelo capim Mombaça, os dados apresentam a MSLF, dado em t ha<sup>-1</sup>, durante todo o período experimental.

O maior valor MSLF foi observada para a recomendação 5AP com adubação no terceiro dia após a desfolhação (5AP3), seguido pelas recomendações MM com adubação no dia 0 (MM0), RP com adubação no dia 0 (RP0) e a estratégia MP que não apresentou diferenças na MSLF entre os dias de aplicação, apresentando valores em R\$/ t de MSLF ha<sup>-1</sup> muito próximos (R\$ 188,17 a 193,36).

**Tabela 9.** Eficiência de uso dos fertilizantes N, P e K fornecidos durante todo o período experimental para os tratamentos dado em R\$/ tonelada de MSLF.

Tratamentos	Custo com fertilizantes (R\$/t de MSLF ha <sup>-1</sup> )			Custo com NPK (R\$)	Produção de MSLF (t ha <sup>-1</sup> )	Eficiência (R\$/ t MSLF)
	Ureia 45%	S. S 17%	KCl 60%			
5AP0	476,22	411,76	0	R\$2.559,77	10,48	R\$244,25
5AP3	476,22	411,76	0	R\$2.559,77	11,452	R\$223,52
5AP6	476,22	411,76	0	R\$2.559,77	11,15	R\$229,58
RP0	190,44	94,12	100	R\$1.174,35	9,784	R\$120,03
RP3	142,89	94,12	100	R\$1.017,42	6,5899	R\$154,39
RP6	142,89	94,12	100	R\$1.017,42	6,6422	R\$153,17
MP0	57,11	470,59	0	R\$1.317,88	6,8155	R\$193,36
MP3	57,11	470,59	0	R\$1.317,88	7,0036	R\$188,17
MP6	57,11	470,59	0	R\$1.317,88	6,8571	R\$192,19
MM0	174,67	58,82	0	R\$717,58	10,023	R\$71,59
MM3	104,67	58,82	0	R\$486,58	7,292	R\$66,73
MM6	104,67	58,82	0	R\$486,58	7,2705	R\$66,92

(S.S) Superfosfato simples, 17% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; (KCl) Cloreto de potássio, 60% de K<sub>2</sub>O; (MSLF) Massa seca de lâmina foliar produzida durante todo o período experimental; (5AP) recomendação baseada no manual 5ª aproximação; (RP) Recomendação baseada no cálculo de reposição de nutrientes; (MP) recomendação baseada no manual de adubação do estado do Pará; (MM) recomendação de adubação baseada na adaptação da equação saturação cinética enzimática de Michaelis- Menten; \*Os números seguidos das siglas representam o dia em que houve adubação nitrogenada após a desfolhação.

### 3.3 DISCUSSÃO

Os valores semelhantes observados nos tratamentos 5AP3 e 5AP6 para MSFT, possivelmente, ocorreram pela maior quantidade de N aplicado após a desfolha. Após a desfolhação, as plantas forrageiras passam por uma adaptação fisiológica primária que envolve a destinação preferencial de carbono para os meristemas apicais de perfilhos e zonas de expansão foliar, com o objetivo de maximizar o aparecimento e alongamento de novas folhas (SBRISSIA et al., 2007). Entretanto, deve-se avaliar a importância do fósforo (P), este juntamente com o N são necessários para a biossíntese de biomoléculas abundantes e essenciais, como proteínas e ácidos nucleicos, respectivamente (RAJASEKAR et al., 2017).

No processo de remoção das folhas, a planta forrageira utiliza as reservas contidas nas bases dos colmos remanescentes e da raiz, translocando para tecidos drenos, o que ocasiona a perda de massa e diminuição de tamanho desses órgãos vegetativos (SBRISSIA et al., 2007). Por atuar nesse momento como fonte de fotoassimilados para emissão de novas folhas, a planta provavelmente limitou utilizar ao máximo o N fornecido. A desfolha afeta a absorção específica de N pela raiz e, portanto, o potencial de captação para suprir folhas em crescimento (THORNTON E MILLARD, 1997). Porém, neste estudo não se conseguiu determinar o momento exato que acontece, mas é provável a ocorrência entre o dia da desfolha e o terceiro dia após o corte, explicando a maior MSFT para a estratégia 5AP com aplicação da fonte de N nos dias três e seis após a desfolha, momento em que a planta estava com área foliar suficiente para alterar a relação fonte-dreno e permitir maior absorção de N pela raiz.

Quando se analisa as recomendações RP e MM, as melhores respostas foram obtidas quando se aplicou a fonte de N no dia 0. Possivelmente, o N ajudou a planta a se restabelecer logo após a desfolha.

Pelos resultados, observou-se que a estratégia MM no dia 0 pode ser interessante do ponto de vista econômico, uma vez que a produção foi igual a recomendação 5AP no mesmo dia de aplicação, porém com a aplicação de menor quantidade de adubos.

A recomendação MP foi a única em que o momento da aplicação da fonte de N não influenciou na produção de matéria seca (MSFT). A baixa quantidade de N fornecida foi o fator limitante, apesar de ter fornecido boa quantidade de fósforo (P).

Este mineral por sua vez nas quantidades fornecidas pelas recomendações, aparentemente não limitou o crescimento das plantas.

Alguns trabalhos recomendam a adubação nitrogenada imediatamente após a desfolha para rápida recuperação de área foliar (PEREIRA et al., 2012; MARTUSCELLO et al., 2015). Contudo, outros reportam não encontrar diferenças na produção de biomassa forrageira quando se testam diferentes momentos para aplicação de N.

No trabalho de Drummond et al. (2005) não encontraram diferença no momento da aplicação da fonte de N para MSFT do capim Mombaça, em pastejo intermitente com aplicação de 300 Kg de N ( $75 \text{ Kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ ) em três momentos, 1, 7 e 14 dias após a desfolhação. Os autores explicaram que a planta utilizou o N disponível da matéria orgânica, que foi classificada de nível médio a alto no solo, e da contribuição das excretas dos animais.

Gomide et al. (2019) avaliaram cinco doses de N (0, 20, 40, 60 e  $80 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e dois momentos de aplicação de N, logo após a desfolha e após o aparecimento da 1ª folha expandida no perfilho pós corte (7 dias após a desfolhação) sobre a MSFT de *Megathrysus maximus* cv. BRS Zuri. Os autores relataram que o momento de adubação com N não afetou a MSFT, apenas a massa do resíduo, que foi maior na pastagem adubada com N após o aparecimento da primeira folha expandida pós desfolha (aos 7 dias), influenciado por uma série de fatores, como características do solo, temperatura, pluviosidade, nível de adubação, espécie e cultivar utilizadas. Em virtude disso, ao se comparar as respostas entre diferentes estudos, deve-se levar em consideração a natureza do local onde foi realizado o experimento.

A média de todos os tratamentos para a proporção de folhas na composição morfológica foi de 88,7%. De acordo com Iwamoto et al. (2010), deve-se visar principalmente a manutenção de alta participação de folhas no dossel, em razão da produção deste componente morfológico da planta ser prioridade na alimentação animal.

A recomendação de adubação baseada na 5AP, independente do momento de aplicação da fonte nitrogenada, foi a que apresentou maior MSLF. Esse resultado demonstra que quando adotada essa recomendação, pode-se trabalhar com maior flexibilidade para aplicação da adubação nitrogenada, porém, deve-se levar em consideração a eficiência de uso dos insumos pela planta. A aplicação de N relaciona-se com maior produção proteica, uma vez que proporciona mais N para a síntese de

proteínas e acentua o desenvolvimento das lâminas foliares (ALEXANDRINO et al., 2004; CABRAL et al., 2012). Além disso, o uso de maiores doses de N, como no caso da estratégia 5AP, estimula uma maior emissão de perfilhos, quando se compara com as outras recomendações (RP, MP e MM). O que explica também os maiores valores de MSLF nos tratamentos com a estratégia 5AP.

Pelos resultados apresentados neste estudo, fica evidente que usando as recomendações RP e MM, o momento de adubação influencia de forma mais intensa na produção de lâminas foliares. As maiores elasticidades nas produções são observadas quando a dose de N é menor, fato perceptível para as recomendações RP e MM adubadas no dia 0, com doses totais de 21,42 e 15,72 Kg de N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>, as quais se mostraram mais produtivas do que quando se adubou no terceiro ou no sexto dia após a desfolhação.

É possível que o estresse fisiológico após a desfolha tenha se desencadeado após o dia 0, diferentemente das plantas tratadas com 5AP. Pode-se sugerir que nas recomendações que utilizaram menores doses de N (RP e MM), as plantas não diminuiriam de imediato a absorção de nutrientes do solo, assim, mesmo em menor quantidade, o N aplicado no dia 0 estimulou as plantas a expandirem sua área foliar, e se recuperarem mais rapidamente para sair de um possível déficit de assimilados.

Avaliando o capim Tifton 85 em dois momentos de aplicação de N, (dia 0 e 7 dias após desfolha) com doses de N de 0; 80; 160 e 240 mg Kg<sup>-1</sup> de solo, Premazzi et al. (2011) obtiveram maior crescimento foliar com adubações realizadas aos 7 dias após o corte, a expressão máxima de potencial de crescimento das folhas ocorreu em doses mais elevadas de N, valores entre 190 a 230 mg de N Kg<sup>-1</sup> de solo. Segundo os autores a resposta pode estar associada ao número de dias decorridos entre o fornecimento do N e a avaliação de crescimento com as plantas adubadas 7 dias após o corte, sendo avaliadas em fase mais ativa de absorção do nutriente.

Sob pastejo, a planta perde capacidade fotossintética de maneira drástica, afetando de imediato o crescimento radicular que, por sua vez, afeta a absorção de N, como consequência da redução de assimilados para o sistema radicular (DAVIDSON & MILTHORPE, 1966).

De forma geral, a produção de massa seca de colmo (MSCO) no presente estudo foi bastante reduzida. A média dos tratamentos foi de 4,5% do total da massa seca colhida, visto como fator positivo, uma vez que o colmo tem menor valor nutritivo comparado a lâmina foliar.

Alexandrino et al. (2005) afirmam que o alongamento de colmo ocorre quando o IAF está acima do nível crítico, portanto, sendo uma estratégia da planta para interceptação de luz de qualidade e em elevada quantidade nas folhas baixas. É provável que neste estudo as plantas não tenham atingido o IAF crítico, devido a menor participação de colmo no material colhido até a altura de 30 cm do solo.

Logicamente, a produção de MSCO está correlacionada com a maior entrada de N no solo o que estimula o maior número de ciclos de produção. Portanto os tratamentos com cinco ciclos de produção, as três recomendações de adubação com 5AP e MM no dia 0, e RP no dia 0 com quatro ciclos, apresentaram maiores produções de colmo. Assim, seguiu-se o mesmo padrão para produção de matéria seca e lâmina foliar.

Para a quantidade de massa seca de material morto (MSMM), a literatura explica que doses mais elevadas de adubos, principalmente a nitrogenada aumenta o perfilhamento e paralelamente o tamanho das folhas, aumentando o IAF (MARTUSCELLO et al., 2005). Essa resposta a adubação nitrogenada faz com que a planta apresente maior sombreamento do dossel forrageiro e as folhas mais velhas e da base do colmo tendem a diminuir a taxa fotossintética e entrar em senescência aumentando a quantidade de material morto (SANTOS et al., 2011).

Em face disso, os tratamentos que utilizaram a recomendação 5AP obtiveram os maiores valores para essa variável, fato que ocorreu nas adubações com a fonte de N no terceiro e sexto dia após a desfolha. Porém na adubação logo após o corte, dia 0, a recomendação 5AP que se esperava produção semelhante as obtidas no terceiro e sexto dia visto que teve boa produção de massa forrageira e IAF maior, apresentou um dos menores valores de MSMM acompanhadas das recomendações MP e MM. É provável que o valor de IAF apesar de ter sido maior do que as demais recomendações de adubação, este não atingiu valor que fosse próximo ao IAF crítico, devido à baixa MSMM.

Com base nas variáveis agronômicas discutidas neste capítulo, observa-se que as recomendações 5AP nos três momentos de aplicação de N e MM e RP com adubação de N no dia da desfolha apresentaram as maiores MSFT. Entretanto, MM, do ponto de vista de eficiência de uso dos fertilizantes e economia de recursos financeiros, se sobressai em relação a 5AP, visto que o valor gasto em fertilizantes para produzir uma tonelada de MS foi 3,56 vezes menor (Tabela 9).

## CONCLUSÃO

A recomendação 5AP apresenta os maiores valores absolutos em MSLF, a recomendação MM com aplicação de N no mesmo dia da desfolhação apresentou melhor eficiência de utilização, devido ter apresentado o mesmo número de ciclos de produção da estratégia 5AP, porém menor quantidade de MSLF, mas com menor uso de insumos. Vale ressaltar que as diferentes recomendações apresentam resultados diversos e que devem ser aplicadas de acordo com a realidade de cada sistema de produção.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adubação de pastagens com os N, P e K gera aumento de biomassa forrageira, entretanto deve-se atentar para o manejo dessa adubação a fim de garantir maior aproveitamento do fertilizante pela planta principalmente com a adubação com N, que é o nutriente mais predisposto a perdas nesse processo.

O uso das quatro recomendações de adubação associadas aos três momentos de aplicação de N após a desfolha do capim Mombaça, possibilitou mensurar diferenças nas respostas morfológicas, estruturais e agronômicas da forrageira, além de se determinar a eficiência de uso dos fertilizantes pela pastagem dentro de cada estratégia.

Neste estudo, confirmou-se a hipótese que o dia de aplicação do N após a desfolhação do capim Mombaça influencia a sua resposta de rebrota e produção dentro das diferentes recomendações. As estratégias, quinta aproximação, reposição de nutrientes e adaptação da equação de Michaelis-Menten possibilitaram diferenças no comportamento de rebrota e conseqüentemente na produção do capim Mombaça.

As diferenças mais expressivas com relação ao dia de aplicação do N após a desfolhação foram observadas principalmente nas recomendações de reposição de nutrientes e adaptação da equação de Michaelis-Menten com aplicação de N no mesmo dia da desfolhação, sendo essas estratégias superiores quando comparadas as adubações de N realizadas ao terceiro e sexto dia após o corte. As estratégias que utilizam a recomendação quinta aproximação apresentam diferenças menores. As estratégias que utilizaram o manual do Pará não apresentam diferenças entre os dias de aplicação de N, sendo estas as de menor produção forrageira dentre as estudadas.

Sendo a massa seca de lâmina foliar (MSLF) a estrutura de maior interesse para o processo de pastejo dos animais, observou-se que a estratégia quinta aproximação com adubação no terceiro dia após a desfolhação apresenta a maior produção entre as estratégias (11.919 Kg de MSLF ha<sup>-1</sup>) com cinco ciclos de produção, seguidos das estratégias reposição de nutrientes (9.968,1 Kg de MSLF ha<sup>-1</sup>) com quatro ciclos e adaptação da equação de Michaelis-Menten (10.130 Kg de MSLF ha<sup>-1</sup>) com cinco ciclos de produção.

As estratégias de Michaelis-Menten e reposição de nutrientes, com aplicação do N no mesmo dia da desfolhação, produz quantidades de MS ha<sup>-1</sup> muito próximas. Porém, a estratégia reposição de nutrientes apresenta quatro ciclos de produção durante o período experimental, enquanto Michaelis-Menten produz cinco ciclos. Essa

informação é relevante, pois além da planta ter apresentado ciclos mais curtos, é possível que esse tratamento oferte forragem de melhor valor nutritivo, já que o maior período de descanso em reposição de nutrientes acarreta em maior produção de material morto. Dessa forma, para maior produção de MSLF recomenda-se a estratégia quinta aproximação com adubação de N no terceiro dia após a desfolhação e para maior eficiência de uso dos fertilizantes recomenda-se o uso da estratégia Michealis-Menten com adubação de N no dia da desfolhação.

É preciso observar que as estratégias de adubação usando a recomendação manual do Pará, deve ser revisada, principalmente no que diz respeito a recomendação de N. Pois o manual não leva em consideração o nível tecnológico para a recomendação. Em sistemas de produções mais intensivos, é pouco provável que produtores utilizem tal recomendação. Esta deve ser recomendada apenas para sistemas extensivos de produção, em que o nível de extração de N é reduzido em comparação com sistemas intensivos.

Este estudo foi realizado a campo com corte manual, não havendo a influência de animais nesse processo, tais como: adição das excretas, compactação do solo, acamamento e pisoteio da pastagem. Tais fatores poderiam mostrar com maior precisão a resposta da planta as diferentes estratégias utilizadas. Outra observação é em torno do valor nutritivo das forragens colhidas, já que foi observado diferenças nas quantidades de MS produzidas e na composição morfológica, seria interessante em estudos posteriores realizar a avaliação da composição bromatológica dessas plantas.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E. et al. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33(6), p. 1372-1379, 2004.
- ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J.A.; GOMIDE C.A.M. Crescimento e desenvolvimento do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p. 2164- 2173, 2005.
- ALEXANDRINO, E.; CANDIDO, M. J. D.; GOMIDE, J. A. Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim Mombaça mantido sob diferentes alturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.1, p. 59-71, 2011.
- ARAÚJO, A. P & MACHADO, C. T. T. **A interação entre fósforo e nitrogênio**. 268 - 269 p. In: FERNANDES, M. S. Nutrição mineral de plantas. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 432p, 2006.
- BASSO, K. C. et al. Morfogênese e dinâmica do perfilhamento em pastos de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.11, n.4, p.976-989 out/dez, 2010.
- BRAZ, S. P. et al. Aspectos quantitativos do processo de reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 858-865, 2002.
- BRASIL, E. C.; VIÉGAS, I. J. M.; SILVA, E. S. A.; GATO, R. F. **Nutrição e adubação: Conceito e aplicações na formação de mudas de pimenta longa**. EMBRAPA Amazônia Oriental, Belém, 23 p. 1999.
- CANTARUTTI, R. B. et al. **Pastagens**. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação. CFSEMG, Viçosa – MG, 1999.
- DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos** - INCT - Ciência Animal. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012.
- DE OLIVEIRA, M. F. M. et al. Estimating P loss potencial by P index. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 267-273, 2010.
- DRUMOND, L., AGUIAR, A., FELIPINI, T., PONTES, P.; SILVA, A. Efeito do momento da adubação na taxa de acúmulo de forragem e na capacidade de suporte. **FAZU em Revista**, (02), 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5ª ed. Brasília, DF, 356 p., 2018.
- FARIA, D. A et al. Investigating the Optimal Day for Nitrogen Fertilization on Piatã palisadegrass and Quênia guineagrass after Defoliation. **Journal of Experimental Agriculture International**. 34 (6): 1-11 p, 2019.

FOLONI, J.S.S.; TIRITAN, C.S.; CALONEGO, J.C.; ALVES JUNIOR, J. Aplicação de fosfato natural e reciclagem de fósforo por milheto, braquiária, milho e soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.3, p.1147-1155, 2008.

FREITAS, Karina Rocha et al. Composição química do capim-mombaça (*Panicum maximum* jacq.) submetido à adubação orgânica e mineral. **Ciência Animal Brasileira**, v.12, n.3, p. 407-414, 2011.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; HUAMAN, C. A. M.; PACIULLO, D. S. C. Fotossíntese, Reservas Orgânicas e Rebrotas do Capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) sob Diferentes Intensidades de Desfolha do Perfilho Principal. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2165-2175, 2002.

GOMIDE, C. A. M. et al. Productive and morphophysiological responses of *Panicum maximum* Jacq. cv. BRS Zuri to timing and doses of nitrogen application and defoliation intensity. **Grassland Science**, v. 65, n. 2, p. 93-100, 2019.

IWAMOTO, B. S.; CECATO, U.; RIBEIRO, O. L., MARI, G. C.; PELUSO, E. P.; LOURENÇO, D. A. L. Características morfogênicas do capim-Tanzânia fertilizado ou não com nitrogênio nas estações do ano. **Bioscience Journal**, vol. 31, n.1, 2015.

LANA, R. P; TONISSI, R. H; GOES, B; MÂNCIO, A. B; FONSECA, D. M; MOEIRA, L, M; TEDESCHI, L. O. Uso do modelo de Lineweaver- Burk de transformação de dados para explicar a resposta animal e vegetal em função do nível de variável de nutrientes. In: LANA, R. P (Editor). **Respostas de animais e plantas aos nutrientes**. Viçosa, MG: ed. UFV, 2015.

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim Xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1475-1482, 2005.

MARTUSCELLO, J. A; DA SILVA, L. P; DOS SANTOS BATISTA, A. C; DOS SANTOS BRAZ, T. G; FERREIRA, P. S. Adubação nitrogenada em capim-massai: morfogênese e produção. **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, n.1, p. 1-13, 2015.

MARTUSCELLO, J. A.; MAJEROWICZ, N.; DA CUNHA, D. N. F. V.; DE AMORIM, P. L.; BRAZ, T. G. S. Características produtivas e fisiológicas de capim-elefante submetido à adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v. 65, n. 252, p. 565-570, 2016.

MALDONADO JR, W. **AgroEstat Online**, 2019. Página inicial. Disponível em: <<http://www.agroestat.com.br>>, 2019. Acesso em: 02/11/2019.

MELLO, S. Q. S; FRANÇA, A. F. D. S; LANNA, A. C; BERGAMASCHINE, A. F; KLIMANN, H. J; RIOS, L. C; SOARES, T. V. Adubação nitrogenada em capim-mombaça: produção, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 935-947, 2008.

MENDONÇA, V. Z.; MELLO, L. M. M.; ANDREOTTI, M.; PEREIRA, F. C. B. L.; LIMA, R. C.; VALÉRIO FILHO, W. V.; YANO, E. H. Avaliação dos atributos físicos do solo em consórcio de forrageiras e milho em sucessão com soja em região de cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 251-259, 2013.

MEZZALIRA J. C.; CARVALHO, P. C.; FONCECA, L.; BREMM, C.; CANGIANO, C.; GONDA, H. L. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. **Applied Animal Behaviour Science**. v. 153, p. 1-9, 2014.

PEREIRA, R. C; RIBEIRO, K. G; ANDRADE, R. D; SILVA, J. L; SILVA, E. B; FONSECA, D. M; PEREIRA, O. G. Structural and productive characteristics of marandu and xaraés grasses fertilized at different times after harvesting. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 41, p. 557– 564, 2012.

PREMAZZI, L. M.; MONTEIRO, F. A.; DE OLIVEIRA, R. F. Crescimento de folhas do capim-bermuda tifton 85 submetido à adubação nitrogenada após o corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 3, p. 518– 526, 2011.

ROWLINGS, D.W.; SCHEER, C.; LIU, S.; GRACEA, P.R. Annual nitrogen dynamics and urea fertilizer recoveries from a dairy pasture using 15N; effect of nitrification inhibitor DMPP and reduced application rates. **Agriculture Ecosystem Environment**, v. 216, p. 216-225, 2016.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M. Aporte de nutrientes em pastagem tropical: uma necessidade. In: SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M (Editores). **Adubação de Pastagens em sistemas de Produção Animal**. Viçosa (MG): Ed. UFV, 2016.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JR.; D. Ecofisiologia de plantas forrageiras e o manejo do pastejo. p. 153-176, In: PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, A. C.; DA SILVA, S. C.; FARIA, V. P. Produção de ruminantes em pastagens: **Anais do 24º Simpósio sobre manejo da pastagem**. Piracicaba, FEALQ, 2007.

SOUSA, R. S. et al. Composição química de capim- tanzânia adubado com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 6, p. 1200-1205, 2010.

TEIXEIRA, L. B.; OLIVEIRA, R. F.; VEIGA, J. B. Recomendação de Adubação para Pastagens. In: CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará**. EMBRAPA- Amazônia Oriental, Belém, PA, 2007.

THORNTON, B.; M ILLARD, P. Increased defoliation frequency depletes remobilization of nitrogen for leaf growth in grasses. **Annals of Botany**. n.80, p. 89 – 95, 1997.