



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL NA AMAZÔNIA

FERNANDO HENRRYCK LEAL SOUSA

**ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO E ALTURA DE DESFOLHA DO CAPIM-
MOMBAÇA SOB A EFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO DE FORRAGEM**

PARAUAPEBAS

2019

FERNANDO HENRRYCK LEAL SOUSA

**ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO E ALTURA DE DESFOLHA DO CAPIM-
MOMBAÇA SOB A EFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO DE FORRAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Produção Animal na Amazônia, para obtenção do título de Mestre em Produção Animal na Amazônia.

Área de concentração: Tecnologia na Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Antônio Clementino dos Santos

Coorientador: Prof. Dr. Perlon Maia dos Santos

PARAUPEBAS

2019

FERNANDO HENRRYCK LEAL SOUSA

**ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO E ALTURA DE DESFOLHA DO CAPIM-
MOMBAÇA SOB A EFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO DE FORRAGEM**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Produção Animal na Amazônia, para obtenção do título de Mestre em Produção Animal na Amazônia.

Orientador: Prof^o. Dr. Antônio Clementino dos Santos

Coorientador: Prof^o. Dr. Perlon Maia dos Santos

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio Clementino dos Santos

Orientador

Universidade Federal do Tocantins - UFT

Prof^o Dr. Ricardo Shigueru Okumura

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Prof^o Dr. Raylon Pereira Maciel

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Prof^o Dr. Luciano Fernandes Sousa

Universidade Federal do Tocantins - UFT

DEDICATÓRIA

À memória do meu pai Svirino Pereira de Sousa por toda contribuição na minha formação como homem e cidadão. Meu pai foi um exemplo de coragem, amor, humildade, fé, pai e esposo, com certeza não caberia aqui os adjetivos para lhe definir.

Foi um homem incrível, que mesmo diante das dificuldades levou a vida com muita gratidão e amor, contagiando todos aqueles que estavam ao seu redor. Obrigado meu pai, por todo ensinamento e incentivo, foram 26 anos ao seu lado, compartilhando alegrias, vivendo intensamente. Nunca me esquecerei do quão bom foi conviver contigo, que exemplo de homem, que caráter sensacional, infelizmente você não está mais com a gente, mas um dia eu tenho plena certeza que vou te encontrar.

A minha esposa Mayara Suzy Curvina Magalhães e filha Milena Magalhães Sousa, meu irmão Bruno Leal Sousa e mãe Maria de Fátima Silva Leal Sousa, por me apoiarem durante essa caminhada. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Ao programa de Pós-Graduação em Produção Animal na Amazônia e a Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Parauapebas, por contribuírem com minha formação acadêmica e profissional. Agradeço também aos professores e alunos do programa que foram de suma importância para minha capacitação.

Na oportunidade agradeço ao meu Orientador Antônio Clementino Santos e Coorientador Perlon Mais Santos, por ter idealizado esse estudo e ter liderado com maestria todos as fases experimentais. Essas duas personalidades, além de excelentes profissionais produzem trabalhos que contribuem para a sociedade. Deixo aqui minha gratidão por todos os ensinamentos, pela paciência e todas as oportunidades me concedidas durante o mestrado, posso bater no peito e dizer “fui orientado por Kele e Perlon”. Gratidão também ao professor Raylon e Ricardo pelos ensinamentos e amizade.

Agradeço também aos meus parceiros de jornada experimental, João Victor e Bruno. Não posso deixar de agradecer, dany, alexandre, helen e stefane os agregados que fizeram acontecer. Obrigado pela paciência que tiveram para comigo, pelos momentos de descontração em meio ao capim Mombaça e por toda a parceria, nunca esquecerei de vocês. E os parceiros de pós graduação Romero, Temis, Ítalo e Wildiney pelo apoio prestado durante esses dois anos.

Agradeço a esposa mais linda do mundo, Mayara Suzy Curvina Magalhães pela paciência e carinho nos momentos difíceis que passei, que não foram poucos, já que essa jornada foi dura e intensa. A você meu muito obrigado, obrigado por ter me aguentado, por ter me consolado, ouvido minhas reclamações, visto meus choros e me acalmado nos momentos que achei não conseguiria, te amo.

Agradeço ao meu irmão Bruno Leal Sousa e mãe Maria de Fátima Silva Leal Sousa por todo apoio e parceria, sem vocês nada disso teria acontecido. Deixo aqui registrada minha menção honrosa de agradecimentos a esses dois.

Por FIM agradeço a Milena Magalhães Sousa, filha linda que Deus me deu, obrigada meu amor, pelo carinho, pelo sorriso, pela força que me deste mesmo não sabendo falar uma sequer palavra, ou melhor, você sabe sim uma palavra, que é “papai”... te amo.

MUITO OBRIGADO A TODOS

ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO E ALTURA DE DESFOLHA DO CAPIM-MOMBAÇA SOB A EFICIÊNCIA DE PRODUÇÃO DE FORRAGEM

RESUMO: O conhecimento das respostas morfofisiológicas da planta sobre as condições edafoclimáticas de cada região do país é de extrema importância para determinação de um manejo de desfolha e estratégia de adubação que torne o sistema de produção mais eficiente e favoreçam a interface solo-planta. Assim objetivou-se avaliar duas alturas de corte (70 e 90 cm) do capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*) submetido a diferentes recomendações de adubação (sem adubação – SA, estratégia de reposição - RP, estratégia 5ª aproximação – 5AP, estratégia adaptada de Michaelis-menten - MM e estratégia elevação de P – EP) sob as características morfogênicas e estruturais. Para tanto o delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em arranjo fatorial 5 x 2, com seis repetições de 9 m² (3x3), totalizando-se 60 unidades experimentais. Foram realizadas avaliações morfogênicas, estruturais, densidade populacional de perfilhos (DPP), índice de área foliar (IAF) e análises químicas do solo e eficiência de produção. As variáveis apresentadas nesse experimento demonstraram que as estratégias de adubação mantiveram maior efeito nas respostas observadas, onde verificou que as estratégias 5AP e EP respondeu com maior incremento na taxa de alongamento de folhas e aparecimento foliar, em relação as demais estratégias de adubação, em ambas alturas de manejo. Quanto a produção de forragem foi verificado que as duas estratégias supracitadas promoveram maior produção de massa seca total, sendo superior ao tratamento testemunha em 19 e 26%, respectivamente, quando manejados a altura de desfolha de 70cm. Em relação as análise químicas do solo, as alturas não influenciaram o teor dos elementos no solo, no entanto, foram influenciados pelas estratégias de adubação. Com base nos resultados apresentados, a estratégia de adubação 5ª aproximação demonstra ser mais eficiente que as demais estratégias de adubação, por permitir maior produção de massa seca, redução no período de descanso da planta forrageira e aumento na quantidade de ciclos produtivos.

Palavras – Chave: Altura de corte, manejo de adubação, eficiência de produção.

ABSTRACT: The knowledge about plant's morphophysiological responses to the soil and climatic conditions of each region of the country is of great importance for the determination of defoliation management and fertilization strategy that makes the production system more efficient and favors the soil-plant interface. The objective of this study was to evaluate two cutting heights (70 and 90 cm) of the Mombasa grass (*Megathyrsus maximus*) submitted to different fertilization recommendations (without fertilization - WF, replacement strategy - RS, 5A approach - 5AP, Michaelis-menten - MM and Phosphorus elevation strategy - PEE) under the morphogenetic, structural and efficiency of forage utilization in southeastern Pará region. For this purpose, the experimental design was a randomized block design in a 5 x 2 factorial arrangement, with six replicates of 9 m² (3x3), totaling 60 experimental units. Evaluations were performed to obtain morphogenic and structural variables, tillers population density (TPD), leaf area index (LAI), soil chemical analysis and yield efficiency. The variables presented in this experiment showed that the fertilization strategies maintained a greater effect on the observed responses, where it was verified that the strategies 5AP and EPP responded with a greater increase in the rate of leaf elongation and leaf appearance, in relation to the other strategies of fertilization, in both handling heights. Regarding the forage production, it was verified that the two strategies mentioned above promoted higher dry mass production, being higher than the control treatment in 19 and 26%, respectively, when the defoliation height of 70 cm was managed. In relation to soil chemical analyzes, heights did not influence the amount of these elements in the soil, however these were influenced by the fertilization strategies. Based on the results presented, the strategy of fertilization 5AP still shows to be more efficient than the other strategies of fertilization, because it allows reduction in the period of rest of the forage plant and increase in the quantity of productive cycles.

Keywords: Cutting height, fertilizer management, production efficiency.

LISTA DE ABREVIATURAS

SA	Sem adubação
RP	Adubação de reposição
5AP	Adubação 5ª aproximação
MM	Adubação adaptada de Michaelis-menten
EP	Adubação elevação de fósforo
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
DPP	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
P	Fósforo
K	Potássio
H+	Hidrogênio
Ca	Cálcio
Mg	Magnésio
CTC	Capacidade de troca de cátions

LISTA DE TABELA

- TABELA 1** - Características do solo da área experimental, nas camadas de 0,0 - 0,2 e 0,2 - 0,4 m de profundidade. Parauapebas, 2018.....34
- TABELA 2** - Valores de N-P-K previstos por cada estratégia de adubação para serem aplicados ao longo de 1 (um) ano agrícola, com adubações ocorrendo no período chuvoso, compreendendo 7 (sete) meses, de tal forma que os valores totais são divididos por 7 (sete) ciclos.....37
- TABELA 3** - Valores totais de N, P₂O₅ e K₂O (equivalentes a Kg/ha) aplicados ao longo do período experimental (fevereiro a junho de 2018), em função do número de ciclos de produção, e, duração média dos ciclos e número de ciclos de produção do capim Mombaça (*Megathyrsus maximus* cv. Mombaça) submetido a duas alturas de desfolha e cinco estratégias de adubação.....39
- TABELA 4** - Médias das variáveis morfogênicas Taxa de alongamento foliar (TAIF), Taxa de aparecimento foliar (TApF), Filocrono (FILOC), Taxa de alongamento de colmo (TAIC), Taxa de senescência foliar (TSF), Número de folhas vivas (NFV), Duração de vida das folhas (DVF) e Comprimento médio de lâmina foliar (CMLF), do capim Mombaça (*Megathyrsus maximus* cv. Mombaça) submetido a duas alturas de desfolha e cinco estratégias de adubação em 4 (quatro) ciclos de avaliação.....41
- TABELA 5** - Valores médios de eficiência aparente do crescimento do capim Mombaça expresso pela Taxa de Alongamento de Folhas - TAIF (mm perfilho-1 dia-1) em função da quantidade total de fertilizantes aplicado por ciclo (kg de nutrientes NPK) e custo para se produzir um mm de lâmina foliar perfilho-1 dia-1 em função do valor de mercado dos fertilizantes aplicados por ciclo (valor em Reais), de acordo com as estratégias de adubação e manejo de alturas de desfolha.....47
- TABELA 6** - Características do solo da área experimental, nas camadas de 0,0 - 0,2 e 0,2 - 0,4 m de profundidade. Parauapebas, 2018.....59
- TABELA 7** - Valores de N-P-K previstos por cada estratégia de adubação para serem aplicados ao longo de 1 (um) ano agrícola, com adubações ocorrendo no período chuvoso, compreendendo 7 (sete) meses, de tal forma que os valores totais são divididos por 7 (sete) ciclos.....61
- TABELA 8** – Valores totais de N, P₂O₅ e K₂O (equivalentes a Kg/ha) aplicados ao longo do período experimental (fevereiro a junho de 2018), em função do número de ciclos de produção, e, duração média dos ciclos e número de ciclos de produção do capim Mombaça (*Megathyrsus maximus* cv. Mombaça) submetido a duas alturas de desfolha e cinco estratégias de adubação.....64
- TABELA 9** - Valores de índice de área foliar (IAF) e densidade populacional de perfilhos (DPP) do capim Mombaça (*Megathyrsus maximus* cv. Mombaça) submetido a duas alturas de desfolha e cinco estratégias de adubação em 4 (quatro) ciclos de avaliação.....66
- TABELA 10** - Valores de produção de massa seca de forragem total (MSFT), massa seca de lâmina foliar (MSLF), massa seca de colmo (MSCO), massa seca de material morto (MSMM), do capim Mombaça (*Megathyrsus maximus* cv. Mombaça) submetido a duas alturas de desfolha e cinco estratégias de adubação em 4 (quatro) ciclos de avaliação.....69

TABELA 11 - Valores médios de fósforo (P), potássio (K), hidrogênio (H⁺), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e capacidade de troca de cátions (CTC) do solo da área experimental contendo o capim Mombaça (*Megathyrus maximus* cv. Mombaça) submetido a 2 (duas) alturas de desfolha e 5 (cinco) estratégias de adubação.....73

Tabela 12 - Valores de custo médios em reais para se produzir 1 (um) quilograma de massa seca de lâmina foliar e eficiência de produção de massa seca de lamina foliar expresso pela MSLF (kg ha⁻¹) em função da quantidade total de fertilizantes aplicado por ciclo (kg de nutrientes NPK) do capim Mombaça de acordo com as estratégias de adubação e manejo de alturas de desfolha.....76

SUMÁRIO

1	CONTEXTUALIZAÇÃO	13
1.1	A pastagem em âmbito nacional.....	14
1.2	Degradação de pastagens	15
1.3	Frequência e intensidade de desfolhação.....	16
1.4	Manejo da altura do pastejo	18
1.5	Efeito da adubação com NPK na produção de forragem	20
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	23
2	CAPÍTULO 1	29
	CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E EFICIÊNCIA DE CRESCIMENTO DO CAPIM-MOMBAÇA SOB DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO E ALTURAS DE DESFOLHA	29
2.1	INTRODUÇÃO.....	31
2.2	MATERIAIS E MÉTODOS	32
2.2.1	Local do experimento e características do solo	32
2.2.2	Preparo da área.....	33
2.2.3	Semeadura	33
2.2.4	Delineamento experimental.....	34
2.2.5	Avaliação das características morfogênicas	35
2.2.6	Avaliação da eficiência de crescimento e custos mm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹ do capim Mombaça	36
2.2.7	Procedimento estatístico	37
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
2.4	CONCLUSÃO.....	47
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	48
3	CAPÍTULO 2	52
	PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA DO CAPIM MOMBAÇA SUBMETIDO A DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO E ALTURAS DE DESFOLHA	52
3.1	INTRODUÇÃO.....	54
3.2	MATERIAIS E MÉTODOS	55
3.2.1	Local do experimento e características do solo	55
3.2.2	Preparo da área.....	57
3.2.3	Semeadura	57
3.2.4	Delineamento experimental.....	57
3.2.5	Avaliação das características estruturais.....	59

3.2.6	Avaliação do custo para produção de massa seca de lâmina foliar do capim Mombaça em função dos tratamentos	60
3.2.7	Procedimento estatístico	60
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
3.4	CONCLUSÃO.....	75
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	76

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

No Brasil, as pastagens são consideradas fontes de nutrientes de baixo custo na produção de ruminantes. Para se atingir maior rendimento dos pastos e elevado desempenho animais é importante a utilização de técnicas de manejo eficiente que visem melhorar a produção e consequentemente manter a estabilidade dos pastos ao longo do tempo. A sustentabilidade das propriedades pecuárias é dependente de sistemas produtivos que aproveitem intensamente os recursos disponíveis nos sistemas. Para a formação e manutenção dos pastos, o fornecimento adequado e o balanço de nutrientes na planta assumem papel fundamental, o que influencia diretamente na qualidade da forragem e longevidade das pastagens (BERNARDON, 2017).

Apesar da importância das forrageiras tropicais para a produção bovina, as áreas de pastagens degradadas ou em processo de degradação estão aumentando progressivamente. Estima-se que 80% das pastagens cultivadas no Brasil encontram-se em algum estágio de degradação, ou seja, em processo de perda de vigor, sem possibilidade de recuperação natural e incapaz de sustentar os níveis de produção exigido pelos animais (CARVALHO et al., 2017). Esse aumento é verificado em decorrência do mal manejo, da ausência de adubação e esgotamento da fertilidade do solo (COSTA et al., 2009; DIAS-FILHO, 2014) que contribuem para baixa eficiência produtiva do sistema pecuário brasileiro, que por sua vez, está associado à sistemas de exploração com baixos níveis tecnológicos, baseado na grande maioria a pasto (MOREIRA et al., 2015).

Variadas espécies forrageiras são utilizadas na formação de pastagens no Brasil, dentre elas, destaca-se o gênero *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça, que apresenta alto potencial de produção de massa seca, além de ser um alimento de boa aceitabilidade por parte dos animais (SILVA et al., 2009; AGUIAR et al., 2016). No estado do Pará, sudeste Paraense, já se observa um crescente aumento nas áreas ocupadas por esta espécie forrageira, no entanto há uma perceptível ausência de adubação, tanto na formação quanto na manutenção dessa pastagem trazendo como consequência uma baixa produtividade animal decorrente da menor produção de MS/ha, além do comprometimento da condições do solo, que na sua maioria já são castigados pela falta de manejo durante a exploração do recurso forrageiro.

Técnicas de manejo do pastejo e manejo da fertilidade do solo que sejam viáveis e adaptadas às condições da região, são importantes para tornar a pecuária mais lucrativa. Estudos têm demonstrado que modificações na forma de utilização da planta forrageira e no sistema de produção, resultam em melhores efeitos do que a simples substituição da espécie forrageira (SILVA et al., 2009). O uso de adubação e estudos relacionados a intensidade de desfolhação

pode aumentar a produção de matéria seca, melhorar o desempenho de colheita da forragem, sendo que, atualmente o maior desafio é alcançar o equilíbrio da colheita de forragem, sem comprometer a produtividade e a persistência do dossel forrageiro aliado a técnicas de fertilidade do solo (AGUIAR et al., 2016).

Um dos fatores que influencia a baixa produtividade da pecuária brasileira é o manejo inadequado dos pastos. A priori, pastos com maior acúmulo de colmos e de forragem morta são resultante da má aplicação desse tipo de técnicas de manejo. Uma das características que influencia na manutenção da produtividade e resiliência do pasto é o manejo da altura de entrada e saída dos animais pois, segundo Alexandrino et al. (2011), a elevação da altura do dossel é acompanhada de uma redução na densidade de perfilhos e aumento no tamanho de perfilhos o que compromete a perenidade da gramínea.

Diferentes recomendações de adubação já são utilizadas em sistemas de produção animal a pasto, visando principalmente a reposição de nutrientes exportados pelo sistema de produção, em especial os macronutrientes. No entanto, essas recomendações são oriundas de outras regiões do país, comprometendo sua eficiência, seja pela utilização de grandes quantidade de fertilizantes que proporciona consumo de luxo por parte das plantas forrageiras ou dosagens baixas, o que leva a uma menor resposta das plantas à fertilização.

Por existir carência de informações sobre as características produtivas do capim Mombaça quando submetido a diferentes estratégias de adubação e desfolhação na região amazônica, este estudo tem como objetivo encontrar uma melhor altura de manejo e estratégia de adubação que possibilite produção mais eficiente.

1.1 A pastagem em âmbito nacional

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2017), o Brasil possui cerca de 210 milhões de cabeças de bovinos. A pecuária é um dos principais destaques do agronegócio, entretanto, os resultados econômicos obtidos pela maioria dos pecuaristas com a produção de bovinos nas pastagens brasileiras ainda são modestos (FERNANDES, 2011; MACHADO, 2016).

Historicamente, as gramíneas forrageiras têm sido a base da alimentação de ruminantes, em que o pasto é à base da dieta animal por serem uma das fontes relativamente baratas de garantir bons níveis de produtividade (COSTA et al., 2012). Contudo, alguns problemas podem ser verificados nesses sistemas, tais como: perda de vigor da forrageira, redução fertilidade do solo, competição com plantas invasoras e até mesmo morte das plantas. Para viabilizar a pecuária, um dos maiores desafios é o uso de gramíneas adaptadas e altamente produtivas, além

de condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento das plantas forrageiras. Segundo Dias-Filho (2014), intensificar os ganhos produtivos é um dos desafios dos precaristas brasileiros, no entanto existe resistência por parte de alguns produtores, e até mesmo o uso errôneo de técnicas de manejos. Como consequência, casos de degradações de pastagens são relatados em todas as regiões do Brasil, geradas principalmente a partir das ações antrópicas.

É importante avaliar as características morfofisiológicas das plantas forrageiras, levando em consideração os aspectos produtivos desejados, além de espécies adaptadas às condições edafoclimáticas da região (TOWNSEND et al., 2010). Tais fatores contribuem para construção de estratégias de manejo que serão adotadas, relacionando elementos de produção, como adubação e respostas morfofisiológicas das plantas (SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2007).

Outro ponto importante é a disponibilidade de nutrientes no solo para fins de estabelecimento e uso das pastagens. Silva et al. (2013), comentam que a diminuição da fertilidade do solo sob pastagens está relacionada principalmente com as perdas de nutrientes, sem que ocorram reposições adequadas, acentuando quando o manejo do pasto não favorece a ciclagem de nutrientes.

1.2 Degradação de pastagens

A utilização da pastagem, por meio de intensidades e frequências de pastejo excessivas, tem provocado perda de cobertura vegetal, aparecimento de plantas invasoras, erosão do solo e impactos ambientais. Sem orientação técnica e mal uso de tecnologia, ou insumos ao longo da exploração da pastagem o processo de degradação tende a se instalar em pouco tempo, provocando perdas na produção de forragem e produtividade animal a qual está relacionada com a diminuição da fertilidade do solo (ROCHA et al., 2013).

O processo de degradação da pastagem é entendido como um conjunto de fenômeno que envolve causas e consequências que levam à gradativa diminuição da capacidade de suporte da pastagem (DIAS-FILHO, 2015). Dentre as causas de degradação a alta taxa de lotação animal e a ausência da adubação podem contribuir para tal efeito. Além disso, outros fatores podem ser observados, como o uso de práticas de manejos inadequadas que corrobora com a perda de nutrientes e matéria orgânica do solo (MAGALHÃES, 2016).

Apesar de complexo, entender os processos envolvidos na degradação de pastagens são fundamentais no âmbito da pecuária (DIAS-FILHO, 2015). Pastagem que já iniciaram o processo de degradação podem ser recuperadas com uso de técnicas de manejo que auxiliem o desenvolvimento e desempenho produtivo de forragem. De acordo com Rocha et al. (2013), técnicas como adubação propiciam maior potencial de produção e maior vigor de rebrota a

planta forrageira, com a disponibilização de nutrientes, promovendo desta forma maior produção de matéria seca por ha, melhorando a nutrição animal e conseqüentemente promovendo maior cobertura do solo.

Volpe et al. (2008) avaliaram as respostas na produção de massa seca da parte aérea e sistema radicular e alterações do teor de nutrientes no solo, em pastagem degradada de capim Brasilisk e Marandu, submetidos à calagem e adubação, observaram que as correções e adubações do solo são fundamentais para a renovação de pastagens degradadas em solos de baixa fertilidade, favorecendo o maior acúmulo proporcional de biomassa aérea. Outra estratégia é o controle da desfolhação e altura do dossel forrageiro, fator esse determinante a sustentabilidade do ecossistema, o que segundo Rocha et al. (2013), é considerado de fácil mensuração, permitindo a quantificação de forragem de uma determinada área. Portanto, há necessidade de encontrar soluções de manejo que favoreçam tanto a planta quanto o animal em pastejo, permitindo alta produtividade de forragem, aliada a um elevado desempenho animal, diminuindo os efeitos da degradação dos pastos.

1.3 Frequência e intensidade de desfolhação

O conhecimento das características estruturais do dossel forrageiro é essencial para o entendimento das relações existentes entre as plantas forrageiras e os animais em pastejo. A estrutura do dossel é definida como sendo a distribuição e o arranjo espacial de partes das plantas sobre o solo dentro da sua comunidade (SIMÕES et al., 2012). Os vegetais apresentam hábitos e formas de crescimento diferentes conforme o seu genótipo e fatores ambientais. Nesse sentido, é importante a realização de mensurações mais detalhadas dos componentes relacionados ao crescimento das plantas forrageiras e suas interações com o meio (VIEIRA et al., 2010) com o intuito de obter-se, por meio de manejo, aumento na produção primária e perenidade das pastagens.

Por frequência entende-se o intervalo entre pastejo e cortes sucessivos, e a intensidade é medida pela proporção de material vegetal removido. De modo geral, o crescimento e rebrotação das plantas forrageiras após um período de desfolhação segue um padrão de crescimento sigmoide, observado em organismos vivos (Figura 1).

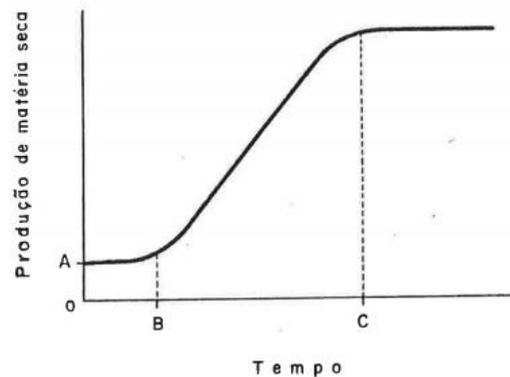


Figura 1. Curva de crescimento de plantas forrageiras adaptado de Rodrigues e Rodrigues, (1987).

Analisando o crescimento sigmoide da planta acima supracitado, temos um período de crescimento inicial lento, representado pelo intervalo (OB), um período de crescimento considerado rápido (BC), com aumento de matéria seca função do tempo e por último, observa-se uma estabilização do crescimento, onde há um sombreamento das folhas inferiores prejudicando sua eficiência fotossintética (ALEXANDRINO et al., 2008).

Buscado melhorar o aproveitamento das características de crescimento das espécies forrageiras, deve-se trabalhar com o binômio frequência e intensidade de desfolhação, de forma a manter o crescimento do pasto o maior tempo possível entre os pontos B e C (Figura 1). Ou seja, a intensidade de desfolha deve ser racional de forma que o período OB seja relativamente curto (Figura 1), e a frequência seja monitorada para não ultrapassar o ponto C (Figura 1).

A intensidade de desfolhação é indicada pela proporção de tecido vegetal removido em relação ao disponibilizado para o pastejo (LEMAIRE et al., 2009). Desfolhação intensa ou leniente pode resultar em períodos de rebrotação mais longos ou perda de material forrageiro, diminuindo o aproveitamento do pasto durante a estação de crescimento. De acordo com Gomide et al. (1999), a intensidade de desfolhação de lâminas foliares interfere na quantidade de área foliar remanescente no dossel e determina o tempo necessário para a recuperação da planta forrageira. Em situações de pastejo intermitente, há uma maior intensidade de pastejo que contribuirá diretamente numa utilização mais eficiente da forragem disponível e, de forma indireta, para a redução nas perdas por senescência e morte de tecidos na rebrota.

Por outro lado a frequência de desfolhação é definida como o número de desfolhação que uma folha ou perfilho sofre num dado período de tempo, que normalmente é expresso em número de desfolhação por dia. Normalmente, o pastejo provoca três impactos na planta: redução na área foliar pela remoção das folhas e dos meristemas apicais (SBRISSIA et al., 2010); redução das reservas de nutrientes da planta (MEURER, 2007); e promoção de alocação

de energia e nutriente da raiz para a parte aérea da planta, compensando as perdas de tecidos fotossintéticos (NOVAIS & MELLO, 2007). Deste modo, habilidade das plantas em sobreviverem e crescerem em sistemas pastejados é definida como resistência de pastejo (Lemaire & Agnusdei, 2000).

Hack et al. (2007), trabalhando com vacas leiteiras em pastagens de capim-Mombaça manejadas com duas alturas de pré-pastejo (90 e 140 cm), observaram que a produção média diária das vacas de leite mantidas em pastos manejados com altura de pré-pastejo de 90 cm foi 40% maior do que vacas mantidas nos pastos com altura de pré-pastejo de 140 cm. Evidenciando que as alterações causadas pelo manejo sobre a estrutura do pasto também afetam a produtividade e desempenho animal.

As práticas de manejo influenciam os padrões de crescimento e desenvolvimento das plantas, segundo Lemaire & Chapman (1996), trabalhando com o método pastejo intermitente, a intensidade de desfolhação é dependente da duração do período de pastejo e da densidade de lotação. Entretanto o aumento na taxa de lotação pode promover intensidades de desfolhação maiores e conseqüentemente influenciar nos padrões de crescimento da planta forrageira.

A frequência de desfolhação, nesse método, é determinada pela constância com que os animais são movimentados de um piquete para outro, o que é função do número de piquetes, tamanho do piquete, taxa de acúmulo líquido de forragem e o número de animais. Deste modo, trabalhando com sistema intermitente de pastejo, a duração do período de descanso pode ser ajustada de forma a minimizar a perda de tecidos por senescência, desde que a lotação e a duração do período de pastejo sejam suficientes para remover a máxima proporção da forragem acumulada (SILVA et al., 2016). Por fim, o uso eficiente de forragem é determinado pelo balanço entre a otimização da interceptação de luz pelas folhas e colheita de tecidos foliares antes da senescência. O melhor desempenho normalmente é alcançado quando cada folha individual é colhida antes do início de sua senescência, correspondente ao momento em que a taxa máxima de acúmulo de forragem é alcançada (LEMAIRE et al., 2009).

1.4 Manejo da altura do pastejo

A altura da pastagem é considerada outro fator interessante em relação as características do dossel forrageiro, esta é definida, como a altura média das lâminas foliares (ALEXANDRINO et al., 2011). Essa relação, permite o estabelecimento de técnicas de manejo do pastejo, utilizando-se padrões de alturas como referência.

Trabalhos relacionados com altura do dossel forrageiro vêm sendo apresentados para diferentes espécies forrageiras (BARBOSA et al., 2007; ALEXANDRINO et al., 2011; MELO

et al., 2016) confirmando que estratégia de manejo baseada no monitoramento e controle da altura do dossel gera resultados consistentes e permite entender os efeitos de variações estruturais do dossel sobre a produção e persistência da planta. No âmbito da pecuária, o desafio é encontrar escalas de utilização desse material, abrindo novas discussões acerca das melhores momentos para interrupção do período de ocupação, e altura de pós-pastejo.

Alexandrino et al. (2011), avaliando diferentes alturas de pastejo (25, 50, 75, 100 e 125 cm) do capim Mombaça observaram que a altura do dossel forrageiro influenciou positivamente no índice de área foliar e aumentou os valores de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, consequentemente as taxas de produção bruta e o acúmulo de forragem aumentaram linearmente conforme aumentou a altura da forragem. Corroborando com resultados encontrados por Hack et al. 2007, onde constatou-se que o manejo do capim Mombaça em alturas inferiores a 100 cm potencializa sua produtividade.

Pesquisas tem demonstrado que o melhor momento para a interrupção da rebrota dos pastos durante o período de descanso não deve exceder o tempo e altura necessária para que o dossel forrageiro intercepte 95% da luz incidente (KORTE et al., 1982; BARBOSA et al., 2007), que no caso do capim Mombaça tem alta correlação com altura de entrada de 90 cm. Segundo Sbrissia et al. (2013), apesar das recentes contribuições acerca desse critério, é relativamente bem estabelecido que a partir desse momento as mudanças morfológicas e na composição da estrutura do dossel forrageiro, como redução na produção de lâminas foliares e aumento no acúmulo de colmo e material senescente, se tornariam dispensáveis para o sistema produtivo, visto que o retorno esperado em tal condições não seriam alcançados.

Por outro lado, desfolhações intensas modificam a estrutura da planta forrageira, que segundo Da Silva et. al. (2008), podem apresentar perfilhamento abundante, hábitos de crescimento prostrado e elevado ritmo de expansão foliar. No entanto, desfolhações muito severas podem levar ao esgotamento das reservas de energia da planta, como consequência redução na densidade de perfilhos. Partindo desses princípios tem-se como objetivo atual encontrar uma escala de utilização da planta forrageira, abrindo discussões acerca das melhores condições para que haja a interrupção do período de ocupação pelos animais e altura pós-pastejo.

1.5 Efeito da adubação com NPK na produção de forragem

Um dos principais fatores que interferem na produção de forragem é a disponibilidade de nutrientes no solo. Avaliar as respostas de plantas forrageiras à adubação é fundamental na definição de planejamento estratégico, entendimento e práticas de manejo a serem utilizadas, já que definirão os limites de flexibilidade e uso, seja de plantas como de animais na composição de sistemas de produção (DA SILVA et al., 2008).

A baixa fertilidade no solo pode ter tanto causas naturais como antrópicas, além das causas naturais, as ações antrópicas provocada pelo manejo inadequado do solo e a exaustão de nutrientes fomentado por retiradas pelas culturas são maiores que a reposição via adubação (COMETTI et al., 2007). De acordo com Lopes et al. (2007), o déficit anual médio de nutrientes no Brasil encontra-se entre 25 a 35 kg ha⁻¹ de N + P₂O₅ + K₂O, ou seja, o estoque de nutrientes do solo está sendo exaurido ano após ano, prejudicando a capacidade produtiva.

Segundo dados da Associação Nacional para Difusão de Adubos – Anda (2012), o uso de fertilizante em pastagens representaram apenas 405 mil, de um total de 28, 3 milhões de toneladas em 2011, ou seja 1,4% do total. Ainda, segundo esta associação, verificou-se recuou em relação a 2010 (1,5%) e 2009 (1,6%), mas o volume aumentou: foram 357 mil toneladas em 2010 e 344 mil em 2009. Diante dos resultados, percebe-se que o esforço para melhorar a nutrição e a produtividade da planta forrageira, por meio da utilização de adubos, ainda é bastante limitado.

A ausência de suplementação das plantas ou níveis de adubação com nitrogênio, potássio e fósforo podem afetar a fotossíntese diretamente e o desenvolvimento vegetativo. Outros fatores também são importantes, como a temperatura ambiente, disponibilidade hídrica, intensidade de luz e os efeitos do pasto que influenciam nessas características mesmo sendo determinada geneticamente (DURAND et al., 1997).

Um das formas de incrementar a produtividade dos pastos é o aumento do teor de N no solo por meio de fertilização. Alguns trabalhos demonstram a importância da adubação nitrogenada sobre a morfogênese de plantas forrageiras (ALEXANDRINO et al., 2008; CASTAGNARA et al., 2014; FILHO et al., 2015). A adubação com fonte de nitrogênio interfere nas características morfológicas e estruturais da forragem; participando ativamente na síntese de compostos orgânicos que forma a estrutura do vegetal, tais como, aminoácidos, amins, amidas, vitaminas, proteínas, ácidos nucléicos, e molécula de clorofila. (FERNANDES et al., 2008). Alves et al. (2008); Elchler et al. (2008); Canto et al. (2013) e Castagnara et al. (2014), avaliando diferentes níveis de nitrogênio, perceberam que características como vigor

de rebrota, produção de matéria verde, produção de matéria seca, taxa de acúmulo, densidade populacional de perfilhos, número de perfilhos vivos e expansão da área foliar foram responsivas a doses de nitrogênio, evidenciado que em geral as gramíneas forrageiras respondem bem a aplicação de fertilizantes nitrogenados, principalmente quanto as características morfogênicas e estruturais, evidenciado pelos resultados de literatura supracitado.

Garcez Neto et al. (2002) avaliaram o efeito da adubação nitrogenada sobre as características morfogênicas e estruturais do capim-Mombaça, observaram expressivas respostas, caracterizando o importante papel do N como ferramenta da manipulação da estrutura da planta, alocação de recursos produtivos e desenvolvimento, além acelerar crescimento de folhas, melhorar o vigor da rebrota, resultando e maior produção e capacidade suporte da pastagens. Castagnara et al. (2014) avaliaram o efeito de doses crescentes de N (0, 40, 80 e 160 kg ha⁻¹) sobre as características morfogênicas, estruturais e a partição de matéria seca do capim Mombaça, Tazânia e Mulato, observaram que a produção de matéria seca e as características morfogênicas foram influenciadas pela adubação nitrogenada, como resultado do aumento do fluxo de tecidos, comprovando a importância do N para o acúmulo de biomassa da forragem.

Assim como a adubação nitrogenada, a aplicação de potássio e fósforo também influencia na produtividade de matéria seca de plantas forrageiras. Quanto ao potássio, um dos seus efeitos benéficos é a melhora no transporte de solutos no floema, pois o K se relaciona com o grau de espessura da parede celular da epiderme da planta forrageira (CANTARELLA, 2007). Outro efeito benéfico de K é na fotossíntese, em situação de deficiência, ocorre redução na taxa de fotossíntese e conseqüentemente aumento da respiração da planta, condição que reduz o acúmulo de carboidrato, tendo como resultado uma redução do crescimento e da produção da planta (FARIAS, et al., 2015).

A produtividade de MS das forrageiras variam de acordo com a disponibilidade de K, pois Segundo Costa et al. (2012) testando as seguintes doses (0, 15, 30, 45 e 60 mg K dm⁻³) sobre o rendimento de matéria seca (MS) e composição química do capim Mombaça, verificaram aumento na produção de massa seca da parte aérea e das raízes, como também, na área foliar. De forma semelhante Scaramusa et al., (2008) avaliando a produção de massa seca, perfilhamento, área foliar e o teor de clorofila no Capim Mombaça, submetidos a doses crescentes de K (0; 9,75; 39; 78; 156; 234; 312 e 468 mg L⁻¹), observaram o incremento das doses de potássio promoveu aumento significativo na produção de massa seca da parte aérea e das raízes.

Outro nutriente tão importante quanto os demais é o fósforo, que na grande maioria dos solos brasileiros apresenta-se em baixa disponibilidade, sendo desta maneira necessário a adição para recuperar áreas improdutivas e alavancar a produção. Isso é o que ocorre em solos da região Amazônica que, em condições naturais, apresentam baixa disponibilidade de P, tornando necessário a adição de fertilizante fosfatados ao solo (ROSSETTO et al., 2017).

O P está envolvido em muitos processos vitais para o desenvolvimento da planta. Uma de suas funções essenciais está no armazenamento e transferência de energia. Os difosfatos (ADP) e trifosfatos (ATP) de adenosina agem como fontes de energia dentro das plantas, que ao serem quebradas liberam uma grande quantidade de energia (ARAÚJO et al., 2008). A energia liberada é estocada em compostos fosfáticos para subsequente uso nos processos vegetativos e reprodutivos. Assim, a deficiência de fósforo está associada com a restrição do crescimento e desenvolvimento das plantas (ROSSETTO et al., 2017). Na literatura vários resultados demonstram o aumento na produtividade advindo da utilização de fontes de fósforo. Trabalhos avaliando plantas forrageiras submetidas a adubação fosfatada (MESQUITA, et al., 2010; CARVALHO, et al., 2013;) evidenciaram o efeito de doses crescentes de P_2O_5 (0, 40, 80, 120, e 180 $kg\ ha^{-1}$) promoveu aumento no crescimento das forrageiras em termos de taxas de alongamento de folhas e de produção de matéria seca.

Ieri et al. (2009), observaram respostas positivas à adubação fosfatada avaliando doses crescentes de P (0, 50, 100 e 150 $kg\ ha^{-1}$) na forma de superfosfato triplo, em que foi observado respostas sobre a produtividade de matéria seca a medida que aumentaram as doses de P. Contudo, é importante que se conheça os valores máximos dessas doses, até mesmo, para que se possa aliar eficiência no uso desse tipo de fertilizante a respostas das plantas principalmente no que diz respeito a produtividade.

Mesquita et al. (2010) avaliando teores críticos de fósforo no solo e características morfogênicas do capim Mombaça observaram valores críticos desse elemento no solo, para o respectivo capim, em torno de 54 de $P_2O_5\ kg\ ha^{-1}$. Por outro lado, Corrêa et al. (1999) mensurando as respostas do *Panicum maximum* a doses crescentes de fósforos, chegaram à conclusão que a dose máxima desse elemento ao qual se verifica melhores respostas da planta forrageira é 200 $P_2O_5\ kg\ ha^{-1}$. Evidenciando que é importante estabelecer estratégias de manejos que respeitem os valores críticos e máximos, afim de se obter melhores resultados.

Adubação com NPK, além de necessária para elevar o nível de disponibilidade desses elementos, é importante na manutenção de bons níveis produtivos, de modo a contribuir na construção da fertilidade do solo e conseqüentemente a eficiência e eficácia do processo produtivo. Neste sentido, existe a necessidade de racionalizar o uso de fertilizantes na pecuária

e para tal se fazem importantes os estudos para avaliar a viabilidade do uso de alternativas ao aproveitamento desses recursos não renováveis, de forma a otimização do uso desse recurso.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AGUIAR V. F; TRINDADE R. N. R; LIMA R. L. C; CARVALHO A. J. E. Interação do calcário e do silicato de cálcio e magnésio com gesso agrícola na produção de massa seca de *Panicum maximum* Jacq. cv. Capim Mombaça. *Revista Univap* – São José dos Campos – SP – Brasil, v. 22, n. 40, Edição Especial. ISSN 2237-1753, 2016.

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

ALEXANDRINO, E.; MOSQUIM, P. R.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; VAZ, R. G. V.; DETMANN, E. Evolução da biomassa e do perfil de reserva orgânica durante a rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.9, n.2, p. 190-200, abr/jun, 2008.

ALVES, J. S.; PIRES, J. V.; MATSUMOTO, S. N.; FIGUEIREDO, M. P.; RIBEIRO, G. S. Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* Stapf. Submetida a diferentes doses de nitrogênio e volumes de água. *Revista Acta veterinária Brasileira*, v.2, n.1, p.1-10, 2008.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS - ANDA. *Anual estatístico do setor de fertilizantes*. Anuário. São Paulo – SP, 2012.

ARAÚJO A. P; MACHADO, C. T. T.; FÓSFORO. In: **Nutrição Mineral de Plantas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa – Minas Gerais, p.253 – 280, 2007.

BARBOSA, R. A.; JÚNIOR, D. N.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, S. C.; ZIMMER, A. H.; TORRES, R. A. A. Tanzania grass subjected to combinations of intensity and frequency of grazing. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.3, p.329-340, mar. 2007.

BERNARDON, ÂNGELA. Altura do pasto e adubação nitrogenada sobre a produção de forragem e eficiência no uso de nutrientes em sistema de integração. **Dissertação (Mestre em Agronomia)**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato, 2016.

CANTARELLA, HEITOR; Nitrogênio. In: **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa – Minas Gerais, p. 375 – 449, 2007.

- CANTO, M. W.; HOESCHL, A. R.; FILHO, A. B.; MORAES, A.; GASPARINO, E. Características do pasto e eficiência agrônômica de nitrogênio em capim-tanzânia sob pastejo contínuo, adubado com doses de nitrogênio. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, v.43, n.4, p.682-688, abr. 2013.
- CARVALHO, D. T.; BATISTÃO, A. C.; LAVEZO, A. C. Avaliação de fontes e doses de fósforo na produtividade e teor de clorofila no capim Mombaça. *Revista PPgbioagro*, alta floresta – MT v.1, n.1, p1-6, Set. 2013.
- CARVALHO, W. T. V.; MINIGHIN, D. C.; GONÇALVES, L. C., VILLANOVA, D. F. Q.; M, R. M.; PEREIRA, V. G. Pastagens degradadas e técnica de recuperação. *Revista Pubvet*, v.11, n.10, p1036-1045, Out, 2017.
- CASTAGNARA, D. D.; MESQUITA, E. E.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R.; ZOZ, T.; ZOZ, A. Morphogenesis and production of Tanzânia, Mombaça and mulato grasses under nitrogen fertilization. *Magazine Bioscience*, Uberlandia, v.30, supplement 1, p. 45-54, june, 2014.
- COMETTI, N. N. C.; FURLANI, P. R.; RUIZ, H. A.; Soluções nutritivas: Formulações e Aplicações. In: **Nutrição Mineral de Plantas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa – Minas Gerais, p.89 – 115, 2007.
- COSTA, A.; ALBUQUERQUE, J.; MAFRA, A. L.; SILVA, F. R. Propriedade física do solo em sistemas de manejo na integração lavoura-pecuária. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, v.33, p.235-244, 2009.
- COSTA, N. L.; PAULINO, V. T.; CARNEIRO, M. S.; XAVIER, T. F.; NASCIMENTO, L. E. S.; FURTADO, F. M. 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 JR., D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfológicas e manejo do pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, p.121-138. 2007.
- DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das Pastagens no Brasil**. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, ISSN 1983-0513, n. 402, P. 36, 2014.
- DIAS-FILHO, M.B. **Estratégias de recuperação de pastagens degradadas na Amazônia Brasileira**. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, ISSN 1983-0513, junho, 2015.

DURAND, J.L.; GASTAL, F.; ETCHEBEST, S. Interespecific variability of plant water status and leaf morphogenesis in temperate forage grasses under summer water deficit. *European Journal of Agronomy*, v.7, p. 99-107. 1997.

ELCHLER, V.; SERAPHIN, E. S.; PORTES, T. A.; ROSA, B.; ARAÚJO, L. A.; SANTOS, G. Produção de massa seca, número de perfilhos e área foliar do capim-mombaça cultivado em diferentes níveis de nitrogênio e fósforo. *Revista Ciência Animal Brasileira*, v.9, n.3, p. 617-626, jul/set, 2008.

FARIA, A. J. G.; FREITAS, G. A.; GEORGETTI, A. C. P.; SILVA, M. C. A.; SILVA, R. R. Nitrogen and potassium fertilization on the productivity of the Mombasa grass on phosphate fertilization. *Journal of Bionergy and Food Science*, v. 2, n. 3: p. 98-106. 2015.

FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R.; NITROGÊNIO. In: **Nutrição Mineral de Plantas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa – Minas Gerais, v. 1, p. 215 – 252, 2007.

SOARES, C. V.; CACATO, U.; RIBEIRO, O.S.; ROMA, C. F. C.; BELONI, T. Morphogenesis in pastures with tanzania grass fertilized with nitrogen doses under a grazing system. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, Maringa, v. 37, n. 3, p. 235-241, july-sept, 2015.

GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M.; MOSQUIM, P.R.; GOBBI, K.F. Morphogenetic and structural responses of panicum maximum cv. Mombaça on different levels of nitrogen fertilization and cutting regimes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, p. 1890-1900, 2002.

GOMIDE, C. A. M., PCIULLO, D. S. C., GRASSELLI, L.C. P et al. Efeito da adubação sobre a morfogênese de gramíneas tropicais. In: 35º REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Botucatu. Anais...Botucatu: *Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 2, p. 486-488, 1998.

HACK, E. C.; FILHO, A. B.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; MARTINICHEN, D.; PEREIRA, T. N. Structure and milk production in Mombaça Grass (*Panicum maximum* Jacq.) swards submitted to different grazing heights. *Ciência Rural, Santa Maria*, v. 37, n. 1, p. 218-222, jan-fev - 2007.

IEIRI, A. Y.; LANA, R. M. Q.; KORNDOPFER, G. H. Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na recuperação de pastagem com brachiaria. *Ciência agrotecnica Lavras*, v. 34, n. 5, p. 1154-1160, set./out, 2009.

JULIANA CARLA FERNANDES. **Fontes e doses de nitrogênio na adubação do capim-mombaça em cerrado de baixa altitude**. Dissertação (Mestre em Agronomia). Faculdade de Engenharia – UNESP – Campus de Ilha Solteira, 2011.

KORTE, C. J.; WATKIN B. R.; HARRIS, W. Use of residual leaf area index and light interception as criteria for spring-grazing management of a ryegrass-dominant pasture. *New Zealand Journal of agricultural research*, v. 25, P. 309-319, 1983.

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.; SILVA, S. C.; AGNUSDEI, M.; WADE, M.; HODGSON, J.; Interactions between leaf lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures: a review. *Grass and Forage Science*, v. 64, p. 341-353, 2009.

LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. Fertilidade do Solo e Produtividade Agrícola. In: **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa – Minas Gerais, p. 65 – 86, 2007.

MACEDO, C. H. O; ALEXANDRINO, E; JAKELAITIS, A; VAZ, R. G. M. V; REIS, R. H. P; VENDRUSCULO, J. Características agrônômicas, morfogênicas e estruturais do capim Panicum maximum cv. Mombaça sob desfolhação intermitente. *Revista Brasileira Saúde e Produção Animal*, v. 11, n. 4, p. 941-952 out/dez, 2010.

MAGALHÃES, ALINE. **Recuperação de pastagem com sistemas de manejo do solo, consorciação e adubação fosfatada**. Dissertação (Mestre em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Campus Dracena, 2016.

MAPA, **Dados de rebanho de bovinos e bubalinos no Brasil - 2015**. Disponível em: <<http://www.mapa.gov.br>>. Acesso em: 06 de março de 2019.

MELO, J. C.; ALEXANDRINO, E.; PAULA, J. J. N.; REZENDE, J. M.; SILVA, A. A. M.; SILVA, D. V.; OLIVEIRA, A. K. R. Comportamento ingestivo de bovinos em capim-piatã sob lotação intermitente em resposta a distintas altura de entrada. *Revista Brasileira Saúde e Produção Animal, Salvador*, v. 17, n. 3, p. 385-400 jul/set, 2016.

MESQUITA, E. E.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R. Teores críticos de fosforo no solo e características morfogênicas de Panicum maximum cultivares Mombaça e Tanzânia-1 e Brachiaria híbrida mulato sob aplicação de fósforo. *Revista Brasileira Saúde e Produção Animal*, v. 11, n. 2, p. 292-302 abr/jun, 2010.

- MEURER, EGON J.; Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. In: **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa – Minas Gerais, p. 65 – 86, 2007.
- 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.
- MOREIRA F. S.; OLIVEIRA M. M. N. F; VILLELA S. D. J; BARBOSA F. A; MOURTHE M. H. F; DINIZ F. B. Desempenho produtivo e econômico de três grupos genéticos de bovinos recriados a pasto com suplementação e terminados em confinamento. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 67, n. 1, p. 140-148, 2015.
- NOVAIS, R. F.; MELLO, J. W. V.; Relação Solo-Planta. In: **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa – Minas Gerais, 2007, p. 134 – 177, 2007.
- ROCHA, P. R.; SILVA, V. M.; GUIMARÃES, G. P. Degradação de pastagens brasileiras e práticas de recuperação. *Revista Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 9, n. 17; p. 952, 2013.
- ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A. D.; **Correção e adubação**. Agência brasileira de informações de tecnologia – ageitec. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 26 de dezembro de 2018.
- SBRISSIA, A. F.; SILVA, S. C.; JÚNIOR, D. N.; PEREIRA, L. E. T. Crescimento da planta forrageira: aspectos relativos ao acúmulo e valor nutritivo da forragem. *Revista Ciência Agrárias*, Piracicaba – SP, 2010.
- SBRISSIA, A. F; EUCLIDES, V. P. B.; BARBOSA, R. A.; MONGAGNER, D. B.; PADILHA, D. A.; SANTOS, G. T.; ZANINI, G. D.; DUCHINI, P. G.; SILVA, S. C. Grazing management flexibility in pastures subjected to rotational stocking management: herbage production and chemical composition of kikuyu-grass swards. **Revitalising Grasslands to sustain our communities: international grassland congress**, v. 15-19, Australia pp. 1038-1040, 2013.
- SCARAMUZZA, W. L.; RODRIGUES, R. C.; MONTEIRO, F. A. Características produtivas e fisiológicas do capim-mombaça submetido a doses de potássio. *Boletim de Indústria Animal*, N. Odessa, v. 64, n. 3, p. 213-220, jul/set, 2008.
- SILVA, A. G.; FRANÇA A. F. S.; MIYAGI E. S.; MELLO S. Q. S.; FERREIRA J. L.; CARVALHO E. R. Proteins fractions of Mombaça grass submitted to nitrogen doses at two cutting heights. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 61, n. 5, p. 1148-1155, 2009.

SILVA, A. B.; JUNIOR, M. A. L.; DUBEUX, J. C. B.; FIGUEIREDO, M. V. B.; VICENTIN, R. P. Estoque de serapilheira e fertilidade do solo em pastagem degradada de brachiaria decumbens após implantação de leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37:502-511. 2013.

SILVA, FÁBIO CÉSAR. Manual de análise química de solos, plantas e fertilizantes. **Embrapa Informação Tecnológica**, Brasília – DF. 2ª edição revista e ampliada, 2009.

SILVA, MÔNIQUE FOGGIATO. Padrões de desfolhação e dinâmica de perfilhamento nos estádios vegetativo e reprodutivo do azevém. Dissertação (Mestre em Zootecnia). **Universidade Federal de Santa Maria – UFSM** – Rio Grande do Sul, 2016.

SIMÕES, R. A. L.; PRADO, G. A. F. Utilização da interceptação luminosa como estratégia para o manejo do pastejo em sistemas tropicais. *Revista Ciência Agrárias*, Uberaba, v. 31, n. 4, p. 1213-4326, set, 2012.

TOWNSEND, C. R.; COSTA, N.L.; PEREIRA, R. G. A. Aspectos econômicos da recuperação de pastagens na Amazônia Brasileira. Amazônia: **Ciência & Desenvolvimento**. v. 5, n. 10, Belém, Pará, 2010.

VICTOR DINIZ MACHADO. **Estratégias de manejo do pastejo do capim-braquiária em sistema silvipastoril**. Doutorado (Doutor em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, 2016.

VIEIRA, M. M. M.; MOCHEL FILHO, W. J. E. Influência dos fatores abióticos no fluxo de biomassa e na estrutura do dossel. *Revista Archivos de Zootecnia*. 59 ®: 15-24, 2010.

VOLPE, E; MARCHETTI, M. E.; MACEDO, M. C. M. M.; JUNIOR, E. J. R. Renovação de pastagem degradada com calagem, adubação e leguminosa consorciada em neossolo quartzarênico. *acta sci-agron jornal*, Maringá, v. 30, n. 1, p. 131-138, 2008.

2 CAPÍTULO 1

CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E EFICIÊNCIA DE CRESCIMENTO DO CAPIM-MOMBAÇA SOB DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO E ALTURAS DE DESFOLHA

RESUMO: Objetivou-se com o presente estudo avaliar as características morfogênicas do capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*) submetidas a diferentes recomendações de adubação com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), combinadas com duas alturas de desfolha. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em arranjo fatorial 5 x 2, com seis repetições de 9 m² (3x3), totalizando-se 60 unidades experimentais. Os tratamentos consistiam de cinco recomendações de adubação (sem adubação – SA, estratégia de reposição - RP, estratégia 5^a aproximação – 5AP, estratégia adaptada de Michaelis-menten - MM e estratégia elevação de P – EP) e duas alturas de desfolha (70 e 90 cm). No período de fevereiro a junho de 2018, foram avaliadas as taxa de aparecimento foliar (TApF), taxa de alongamento de foliar (TAIF), taxa de alongamento de colmo (TAIC), filocrono (FILOC), taxa de senescência foliar (TSF), número de folhas vivas (NFV), duração de vida das folhas (DVF) e comprimento médio de lâmina foliar (CMLF). Os dados foram obtidos através de 5 perfilhos marcados por parcela, totalizando 30 perfilhos por tratamento, sendo estes trocados a cada corte realizado. O corte do dossel foi realizado a 30 cm, altura de resíduo, sempre que a altura média das parcelas atingiam 70 cm e 90 cm. O capim Mombaça respondeu de forma positiva as estratégias de adubação dentro das alturas de desfolha. As estratégias de adubação 5^a aproximação e Elevação de P proporcionaram os maiores valores de taxa de alongamento foliar e aparecimento de folhas valor. O filocrono e a duração de vida das folhas diminuíram quando se utilizou a estratégia de 5^a aproximação e elevação de P. A maior eficiência de utilização do capim Mombaça foi alcançada pela estratégia de 5^a aproximação que aliada à altura de manejo de 70 cm de desfolha, proporciona melhores valores para as taxas morfogênicos e aumenta a quantidade de ciclo produtivo.

Palavras – Chave: Momento de colheita, manejo de adubação, altura de desfolha.

ABSTRACT The present study aimed to evaluate the morphogenic characteristics of Mombasa grass (*Megathyrus maximus*) submitted to different fertilization recommendations with Nitrogen (N), Phosphorus (P) and Potassium (K), combined with two hemp recommendation for the region. The experimental design was a randomized block design in a 5 x 2 factorial, with six 9 m² (3x3) replicates, summing 60 experimental units. The treatments consisted of five fertilization recommendations (without fertilization - W/F, replacement strategy - RS, 5^a approach strategy - 5AS, Michaelis-menten adapted strategy - MMAS and P elevation strategy - PES) and two heel 70 and 90 cm). In the period from February to June of 2018, foliar appearance rate (LAR), leaf elongation rate (LER), stem elongation rate (SER), phyllochron (PHYLLO), foliar senescence rate (SRL), number of live leaves (NL), leaf life time (LLT) and mean leaf blade length (CMLF). The data were obtained through five tillers marked by plot, totaling 30 tillers per treatment, being these exchanged with each cut made. Samples were taken at 30 cm, height of residue, when the average height of the plots reached 70 cm and 90 cm. The data were submitted to analysis of variance, when verified significant effects and interaction Tukey test was performed. Mombasa grass responded positively to fertilization strategies. For the rates of leaf elongation and leaf appearance the fertilization strategy of 5^a approach and P Elevation provided the highest values. The phyllochron and the life span of the leaves decreased when using the 5^a approach and P elevation. The greater efficiency use of the Mombasa grass was reached by the 5^a approach that allied to the height of handling of 70 cm of defoliation provides better values for morphogenic rates and increases the amount of productive cycle.

Keywords: Morphogenesis, fertilization strategies, defoliation height.

2.1 INTRODUÇÃO

Sistemas atuais de manejo utilizam-se de conhecimentos morfofisiológicas da forrageira com o objetivo de estabelecer um momento ótimo de manejo de desfolha. Através do controle de variáveis como haste e material morto, esses sistemas buscam incrementar o número de lâminas foliares e torna a planta forrageira mais eficiente para assimilação e partição de assimilados. Dessa forma, contribuindo para uma estrutura de dossel que facilite a apreensão e consumo pelos animais.

A morfogênese é definida como a dinâmica de geração e expansão de tecidos da planta no espaço e no tempo e pode ser expressa em termos de taxa de aparecimento (organogênese) e expansão de novos órgãos e sua senescência (LEMAIRE et al., 2009). As características morfogênicas e estruturais descrevem a dinâmica do fluxo de tecidos das plantas forrageiras (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000), caracterizado pelo crescimento, senescência e decomposição de tecidos, particularidades que estão diretamente correlacionadas com a produção de forragem e com o manejo da pastagem.

Via morfogênese surgem as informações que permitem compreender esses processos fisiológicos proporcionando embasamento científico para tomadas de decisões sobre o manejo do pasto e do pastejo. A utilização de prática de manejo como altura do dossel e desfolha tem se tornado foco no estudo de gramíneas tropicais, buscando um melhor entendimento do comportamento morfofisiológico da planta de modo encontrar um “ponto ótimo” de colheita proporcionando melhores desempenhos produtivos (MELO et al., 2014).

Recomendações de manejo de altura do dossel forrageiro são utilizados como critério para definir o momento ideal de pastejo. Segundo Euclides et al. (2014) o momento de entrada dos animais em pastejo, para o capim mombaça, em um determinado piquete é quando o dossel forrageiro atinge a altura de 85 a 90 cm, permanecendo em pastejo até que o pasto tenha sido rebaixado para 40 a 50 cm. Entretanto, estas recomendações não levam em consideração as condições endofoclimáticas de cada região do país, possibilitando assim variação na colheita do material forrageiro por parte dos animais, ocasionando perda de potencial produtivo da forragem, acúmulo de colmos e material senescente e menor valor nutritivo.

Adubações com N-P-K influenciam nas características morfogênicas da planta, antecipando o momento de desfolha. Portanto, pode-se inferir que o conhecimento das variáveis morfogênicas da planta forrageira submetida a diferentes alturas desfolhação e adubação pode ser de grande importância, possibilitando melhorar práticas de manejo que aumente a eficiência de utilização do pasto (MACÊDO et al., 2013).

Diante do exposto, o estudo da interação de diferentes estratégias de adubação e alturas de entrada ou desfolha (70 e 90 cm) sobre as características morfogênicas do capim Mombaça, faz-se de grande relevância para determinar boas práticas de manejo, que possam contribuir para o aumento da produção de forragem no norte do Brasil. Assim, objetivou-se avaliar as características morfogênicas e eficiência de adubação para o crescimento do capim Mombaça submetido a diferentes estratégias de desfolha e adubação.

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.2.1 Local do experimento e características do solo

O experimento foi conduzido de agosto de 2017 a julho de 2018 na área experimental do Setor de Forragicultura da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Universitário de Parauapebas, (06° 04' 16,4" S e 49° 08' 8,3" O, 270 m) com área de 1,8 hectares.

A área experimental é caracterizada por relevo movimentado a ondulado e o solo é classificado como Argissolo vermelho-amarelo (EMBRAPA, 2018). O clima da região é do tipo “Am” Tropical com um período seco de maio a outubro e período úmido acentuado com presença de chuvas que vão de novembro a abril com estação seca e chuvosa bem definidas (KÖPPEN, 1948). Durante o período experimental obteve-se média de temperatura do ar de 26,74 °C (máxima de 35,5+0,2 °C e mínima de 20,7+0,2 °C) e 1146,35 mm de precipitação pluviométrica acumulada (Figura 2).

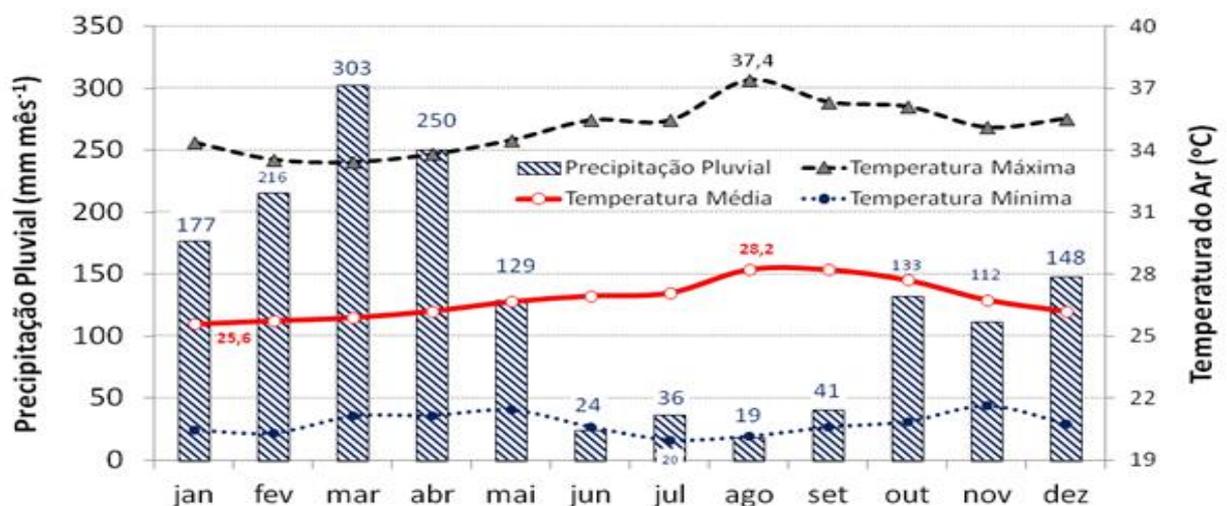


Figura 2: Precipitação e temperatura mensurada pela estação meteorológica da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Campus Parauapebas-PA, durante o período de 2018. Fonte: Costa et al., (2018).

Para a caracterização química e física do solo da área foi realizada 1 (uma) análise de solo em dezembro de 2017, coletadas previamente à implantação da gramínea à profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm (Tabela 1).

Tabela 1. Características do solo da área experimental, nas camadas de 0,0 - 0,2 e 0,2 - 0,4 m de profundidade. Parauapebas, 2018.

Amostras (cm)	Ca	Mg	Al	H+AL	K	P	CaCl ₂	Argila	Limo	Areia
	-----cmolc dm ⁻³ -----					-mg dm ⁻³ -	--pH--	-----dag kg ⁻¹ -----		
0 - 20	2,2	0,7	0,2	2,2	0,31	0,8	4,6	310	80	610
20 - 40	1,2	0,4	0,2	2,2	0,26	0,8	4,6	260	70	670

Cálcio (Ca); magnésio (Mg); alumínio (Al); hidrogênio mais alumínio (H+Al); potássio (K); fósforo (P); cloreto de cálcio (CaCl₂).

Amostras (cm)	Micronutrientes (mg/dm ³)						
	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

Enxofre (S); sódio (Na); zinco (Zn); boro (B); cobre (Cu); ferro (Fe); manganês (Mn).

Fonte: Laboratório Agropecuário Solocria - Goiânia

2.2.2 Preparo da área

A área experimental foi desmatada 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 processo natural de sucessão secundária com presença de plantas lenhoras e de porte médio, além da espécie forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Os procedimentos realizados para implantação da espécie forrageira escolhida para o estudo, consistiu-se no desbaste da área, enleiramento, aração e gradagem do solo, adubação com utilização de um trator new holland modelo TL75E, realizados entre agosto a dezembro de 2017.

A área recebeu ainda aplicação do herbicida Roundup®, para controlar as plantas daninhas remanescentes. A aplicação foi mecanizada utilizando um pulverizador Itapeç 600 com vazão de 1,1 L/bico/minuto, 1100 RPM e pressão de 4 bar acoplado a um trator New Holland TL75E.

2.2.3 Semeadura

A semeadura foi realizada em janeiro de 2018 de *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça, onde utilizou-se 4kg ha⁻¹ de semente do tipo incrustadas com Valor Cultural (VC) de 80%. Efetuado de maneira semi-mecanizada com um pulverizador da marca Stihl SR420, regulado para aplicar 25kg ha⁻¹.

No dia 28 de fevereiro de 2018, realizou-se o corte de uniformização a uma altura de 30 cm do solo (Mezzalira et al. 2014). O corte foi realizado com o objetivo de homogeneizar e induzir o perfilhamento.

2.2.4 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com cinco estratégias de adubação e duas alturas desfolha do capim-Mombaça, constituindo arranjo fatorial 5x2, com seis repetições, totalizando 60 unidades experimentais. As parcelas possuíam 9m² (3 x 3 m) e eram separadas por corredores de 0,70 m de largura.

As estratégias de adubação foram: sem adubação – SA (testemunha), adubação de reposição - RP, adubação 5^a aproximação – 5AP (Minas Gerais), adubação adaptada de Michaelis-menten - MM; adubação para elevar os teores de P à 45 mg dm⁻³ - EP. As alturas de desfolha foram de 70 e 90 cm.

Os tratamentos foram determinados da seguinte forma:

SA = Sem adubação + Manejo de 70 cm;

SA = Sem adubação + Manejo de 90 cm;

RP = Adubação de reposição + Manejo de 70 cm: considerando a seguinte fórmula: “Adubação = (Exigência - Fornecimento) + Fator” onde a Exigência refere-se aos nutrientes extraídos e exportados pela forrageira; Fornecimento é o conjunto de estoque de nutrientes do solo, adubo e corretivo; Fator simboliza as perdas por lixiviação, fixação, erosão e volatilização (BRASIL et al., 1999).

RP = Adubação de reposição + Manejo de 90 cm: considerando a seguinte fórmula: “Adubação = (Exigência - Fornecimento) + Fator” onde a Exigência refere-se aos nutrientes extraídos e exportados pela forrageira; Fornecimento é o conjunto de estoque de nutrientes do solo, adubo e corretivo; Fator simboliza as perdas por lixiviação, fixação, erosão e volatilização (BRASIL et al., 1999).

5AP = Adubação 5^a aproximação (Minas Gerais) + Manejo de 70 cm: exatamente de acordo com o manual e nível tecnológico (Ribeiro et al., 1999).

5AP = Adubação 5^a aproximação (Minas Gerais) + Manejo de 90 cm: exatamente de acordo com o manual e nível tecnológico (Ribeiro et al., 1999).

MM = Adubação adaptada de Michaelis + Manejo de 70 cm: determinada com a metade da dose de fertilizante que proporcionou a máxima produção teórica de forragem (Lana, 2015).

MM = Adubação adaptada de Michaelis + Manejo de 90 cm: determinada com a metade da dose de fertilizante que proporcionou a máxima produção teórica de forragem (Lana, 2015).

EP = Adubação para elevar os teores de P à 45 mg dm⁻³ + Manejo de 70 cm: devido ao baixo nível de fósforo presente no solo essa recomendação veio com o intuito de elevar o patamar ao final do experimento.

EP = Adubação para elevar os teores de P à 45 mg dm⁻³ + Manejo de 90 cm: devido ao baixo nível de fósforo presente no solo essa recomendação veio com o intuito de elevar o patamar ao final do experimento.

Tabela 2. Valores de N-P-K previstos por cada estratégia de adubação para serem aplicados ao longo de 1 (um) ano agrícola, com adubações ocorrendo no período chuvoso, compreendendo 7 (sete) meses, de tal forma que os valores totais são divididos por 7 (sete) ciclos.

Estratégias de adubação	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Sem Adubação	0	0	0
Adubação 5 ^a Aproximação	350	210	40
Adubação Reposição	150	16	60
Adubação Adaptada de Michaelis-Menten	120	40	80
Adubação para elevação dos teores de P	420	100	250

Nitrogênio (N); Fósforo (P₂O₅); Potássio (K₂O).

2.2.5 Avaliação das características morfogênicas

Para avaliação das características morfogênicas utilizou-se a técnica de perfislos marcados (DAVIS, 1993). Após o corte de uniformização foram marcados 5 (cinco) perfislos ao acaso por unidade experimental (repetição), totalizando 30 (trinta) perfislos por tratamento, os perfislos foram avaliados seguindo um lapso de tempo da duração de cada ciclo produtivo, totalizando em média 3 (três) aferições por ciclo produtivo. As aferições morfogênica em cada ciclo visavam quantificar a produção e desenvolvimento de tecidos vegetais no estágio inicial de desenvolvimento após o corte, na máxima expansão foliar e no final da fase vegetativa.

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

Taxa de aparecimento foliar (TA_{PF}, mm de folha perfilho⁻¹ dia⁻¹): representada pelo número de folhas completamente expandidas que apareceram durante o período de descanso.

Taxa de alongamento foliar (TAIF, cm de folha perfilho⁻¹ dia⁻¹): relação entre o somatório de todo alongamento de lâminas foliares (mm) e o número de dias do ciclo.

Taxa de alongamento de colmo (TAIC, mm de haste perfilho⁻¹ dia⁻¹): relação entre o comprimento do pseudocolmo no final e no início do ciclo e o número de dias do ciclo.

Taxa de senescência foliar (TSF, mm de folha perfilho⁻¹ dia⁻¹): relação entre o somatório dos comprimentos senescidos das lâminas foliares perfilho⁻¹ e o número de dias do ciclo.

Filocrono (FILOC – dias folha⁻¹ perfilho⁻¹) – 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.

Número de folhas vivas por perfilho (NFV) – folhas perfilho⁻¹; duração de vida da folha (DVF) – dias folha⁻¹ e comprimento média de lâmina foliar (CMLF) - mm folha⁻¹, (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

2.2.6 Avaliação da eficiência de crescimento e custos mm perfilho⁻¹ dia⁻¹ do capim

Mombaça

A eficiência de crescimento do capim Mombaça para o presente estudo foi expresso em função da taxa de alongamento foliar – TAIF. Por meio da razão TAIF medido em *mm perfilho⁻¹ dia⁻¹* 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 taxa de alongamento de folhas produzida com a aplicação de determinada unidade de adubo.

O custo para se produzir um *mm perfilho⁻¹ dia⁻¹ ha⁻¹* de folha foram calculados pela razão: [reais gastos em N+P+K ciclo⁻¹)/taxa de alongamento foliar – TaIF ha⁻¹] expresso em reais (R\$) mm perfilho⁻¹ dia⁻¹. 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.

2.2.7 Procedimento estatístico

Os dados foram submetidos à análise exploratória descritiva para avaliação do coeficiente de variação e normalidade, análise de variância – Teste F, para detecção de diferenças entre os tratamentos (nível de 5% de significância) conforme modelo abaixo. Quando verificados efeitos significativos, foi empregado o teste de média Tukey e conduzido o desdobramento das interações. Utilizando-se o software Agroestat versão 1.1.0.712. Os atributos número de ciclo, número de dias por ciclo não foram analisados estatisticamente por não conterem repetições, sendo apresentados, apenas, valores nominais.

$$Y_{ijkl} = u + T_i + B_j + T_i B_j(k) + E_{l(ijk)}$$

Significados:

Y_{ijkl} = Variáveis dependentes;

u = média inerente de cada característica

T_i = efeito do i -ésimo tratamento referente à altura de colheita;

B_j = efeito do j -ésimo tratamento referente as estratégias de adubação;

$T_i B_j(k)$ = efeito da interação altura de colheita x estratégias de adubação

$E_{l(ijk)}$ = efeito do erro aleatório residual (variação ao acaso sobre as observações).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento fisiológico foi afetado pelo manejo de desfolha, que variou em função das estratégias de adubação utilizadas neste estudo. Assim como as condições edafoclimáticas, principalmente quanto a intensidade e irregularidade das precipitações dentro do período de avaliação. No manejo de corte à altura de 70 cm, os tratamentos sem adubação – SA, reposição - RP, 5ª aproximação - 5AP, michaellis-menten – MM e elevação de P - EP obtiveram 4 (quatro) ciclos de avaliação, diferindo apenas no intervalo (tempo) médio de duração do período de descanso (Tabela 3).

Tabela 3. Valores totais de N, P₂O₅ e K₂O (equivalentes a kg ha⁻¹) aplicados ao longo do período experimental (fevereiro a junho de 2018), em função do número de ciclos de produção, e, duração média dos ciclos de produção do capim Mombaça (*Megathyrus maximus* cv. Mombaça) submetido a duas alturas de desfolha e cinco estratégias de adubação.

	ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO				
	SA	RP	5AP	MM	EP
	Altura de Desfolha 70 cm				
Kg ha⁻¹ de Fertilizante (N, P₂O₅ e K₂O)	0-0-0	85-9-34	200-120-22	68-22-45	240-57-250
Duração média do ciclo (dias)	26,75	21,75	18,75	24	19,5
Número de ciclos	4	4	4	4	4
	Altura de Desfolha 90 cm				
Kg ha⁻¹ de Fertilizante (N, P₂O₅ e K₂O)	0-0-0	64-6-25	150-90-17	51-17-34	180-42-107
Duração média do ciclo	39	37	22,33	38,33	22
Número de ciclos	3	3	3	3	3

Sem adubação (SA); reposição (RP); 5ª aproximação (5AP); adaptada de michaellis-menten (MM); Elevação de P (EP).

As estratégias de adubação 5AP e EP com o manejo da altura de desfolha de 70 cm foram eficientes em reduzir, numericamente, o período de descanso, com valores de 18,75 e 19,5, respectivamente (Tabela 3). Por outro lado, quando o capim Mombaça foi manejado a altura de corte de 90 cm, as estratégias de adubação proporcionaram 3 (três) ciclos produtivos, com destaque para as estratégias de adubação EP e 5AP, com valores médios de duração de ciclo de 22 e 22,33 dias, respectivamente (Tabela 3).

Para a taxa de alongamento foliar (TAIF) foi verificada interação ($p < 0,05$) entre as alturas de desfolha e estratégias de adubação (Tabela 4). Constatou-se que as estratégias SA e EP não foram afetadas pelas alturas de corte. As estratégias RP, 5AP e MM tiveram maiores valores de TAIF quando manejadas a altura de 70 cm. Para os dois tratamentos de altura de corte, 70 e 90 cm, as estratégias 5AP e EP, proporcionaram maiores ($p < 0,05$) valores de TAIF em relação as demais estratégias.

As maiores TAIF à altura de 70 cm de manejo foram proporcionadas pela estratégia de adubação 5ª aproximação - 5AP e elevação de P - EP que obtiveram 89,39 e 87,32 mm perfilho⁻¹ dia⁻¹, valores 44 e 43%, respectivamente, superiores comparativamente a estratégia sem adubação - SA, que atingiu o menor valor para esta variável. A estratégia EP e 5AP com a altura de desfolha de 90 cm proporcionou TAIF 50 e 38% maiores que o tratamento sem adubação - SA, respectivamente.

O aumento da TAIF, observada nas estratégias 5AP e EP, dentro das duas alturas de corte pode ser atribuída ao maior incremento dos macronutrientes N e P presentes nas

recomendações, principalmente de N, proporcionando rápida expansão e alongamento celular resultando numa recuperação mais rápida da área fotossinteticamente ativa após o corte, incrementando o comprimento final da folha, e aumentando a quantidade de matéria seca produzida (MARTUSCELLO et al., 2006; MAGALHÃES et al., 2013). O aumento da TAIF, em função do maior suprimento de N, é citado na literatura (GARCEZ NETO et al., 2002; ALEXANDRINO et al., 2004; CECATO et al., 2014; CASTAGNARA et al., 2014). O N influencia diretamente a TAIF, como relatado por Pereira et al. (2011), que avaliando as características morfogênicas e estruturais do capim-mombaça em pastagem adubada com quatro doses de N (0, 80, 160 e 320 kg ha⁻¹ ano⁻¹), observaram efeito linear positivo do N sobre o alongamento foliar, demonstrando a influência do nitrogênio para com o alongamento de folha. Castagnara et al. (2014) avaliando cultivares de *Panicum*, verificaram incremento de 25% na taxa de alongamento foliar para o capim Mombaça adubada com fontes de N em relação a não adubadas, resultado semelhante ao encontrado neste estudo.

Avaliando o efeito da adubação nitrogenada e potássica na produtividade do capim Mombaça sobre adubação fosfatada, Faria et al. (2015) observaram efeito positivo da taxa de alongamento foliar sobre o período de descanso entre pastejo, nos sistemas rotacionados, que passou de 28,3 para 21,07 dias, proporcionando uma redução anual de 107,16 dias e conseqüentemente um aumento no número de ciclos produtivos. Além do N, os níveis de P contidos na formulação das estratégias 5AP e EP podem ter influenciado no alongamento foliar, uma vez que os níveis de fósforo, observado via análise de solo anterior a implantação do experimento, apresentavam valores muito baixo do nutriente. Cecato et al., (2007) avaliaram o efeito de fontes de fósforo sobre características morfogênicas do capim mombaça sob pastejo, observaram que a taxa de alongamento foliar foi incrementada 15 % com a utilização de fonte de fósforo superfosfato simples. Oliveira et al. (2013), testando diferentes quantidade de fósforo (0, 50, 70 e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅) sobre as características morfogênica também observaram aumento na TAIF as maiores doses de fósforo, confirmando a influência do fósforo nas estratégias 5AP e EP sobre essa característica morfogênica.

Tabela 4 – Médias das variáveis morfogênicas taxa de alongamento foliar (TAIF), taxa de aparecimento foliar (TApF), filocrono (FILOC), taxa de alongamento de colmo (TAIC), taxa de senescência foliar (TSF), número de folhas vivas (NFV), duração de vida das folhas (DVF) e comprimento médio de lâmina foliar (CMLF), do capim Mombaça (*Megathyrsus maximus* cv. Mombaça) submetido a duas alturas de desfolha e cinco estratégias de adubação em 4 (quatro) ciclos de avaliação.

ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO								
ALTURA	SA	RP	5AP	MM	EP	Média	CV%	DMS
	TAIF (mm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)							
70	49,35Ab	61,80Ab	89,39Aa	57,42Ab	87,32Aa	69,05		
90	41,61Ab	41,34Bb	68,04Ba	39,76Bb	83,66Aa	54,88	19,34	13,90
Média	45,48	51,57	78,71	48,59	85,49			
TApF (folhas perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)						Média	CV%	DMS
70	0,0916Ab	0,1132Aab	0,1288Aa	0,1156Aab	0,1336Aa			
90	0,0740Ab	0,0767Bb	0,1117Aa	0,0742Bb	0,1311Aa	0,0936	18,00	0,02
Média	0,083	0,0950	0,1202	0,0949	0,1323			
Filocrono (dias folha ⁻¹)						Média	CV%	DMS
70	14,19Ba	10,88Bab	9,20Ab	10,30Bab	8,64Ab			
90	18,96Aa	21,41Aa	10,21Ab	19,87Aa	9,23Ab	15,93	20,89	3,22
Média	16,57	16,14	9,70	15,08	8,93			
TAIC (mm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)						Média	CV%	DMS
70	0,94Bb	1,73Aa	1,97Aa	1,46Aab	1,59Aab			
90	1,54Aa	1,18Aa	1,90Aa	1,19Aa	1,65Aa	1,49	31,34	0,55
Média	1,24	1,45	1,93	1,32	1,62			
TSF (mm perfilho ⁻¹ dia ⁻¹)						Média	CV%	DMS
70	8,72	11,07	9,34	7,67	10,23			
90	8,62	7,24	10,09	7,12	8,59	8,28A	38,58	4,50
Média	8,67a	9,15a	9,60a	7,39a	9,41a			
NFV (folhas perfilho ⁻¹)						Média	CV%	DMS
70	3,99Aa	4,15Aa	4,26Aa	4,31Aa	4,26Aa			
90	3,87Aa	3,90Aa	4,06Aa	3,93Ba	4,28Aa	4,00	6,34	0,3021
Média	3,93	4,02	4,16	4,12	4,27			
DVF (folhas perfilho ⁻¹)						Média	CV	DMS
70	51,15Ba	42,33Bab	34,60Ab	37,93Bab	31,92Ab			

90	64,08Aa	68,20Aa	34,75Ab	65,34Aa	36,32Ab	53,73	20,34	11,01
Média	57,61	55,26	34,67	51,63	34,12			
CMLF (mm folha⁻¹)						Média	CV	DMS
70	469,37	472,21	526,11	478,09	515,79	492,31A		
90	508,52	493,03	526,81	502,81	534,46	513,02A	10,32	60,21
Média	488,94a	482,62a	526,46a	490,19a	525,12			

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas colunas (Altura) e minúsculas nas linhas (Estratégias de Adubação) não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação, DMS= diferença mínima significativa.

Para a taxa de aparecimento foliar (TApF) foi verificada interação ($p < 0,05$) entre as alturas de desfolhas e estratégias de adubação (Tabela 4). Constatou-se que as estratégias SA, 5AP e EP não foram afetadas pelas alturas de corte. As estratégias RP e MM tiveram maiores ($p < 0,05$) valores de TApF quando manejadas a altura de 70 cm. Para o tratamento de altura de corte a 70 cm, as estratégias 5AP e EP, proporcionaram maiores ($p < 0,05$) valores de TApF 0,1336 e 0,1288 folhas perfilhos⁻¹ dia⁻¹, sendo estas 45 e 40% superior a estratégia SA, que obtiveram a menor taxa de aparecimento foliar. Ao comparar com as estratégias RP e MM dentro da mesma altura de manejo estas foram similares. Para o tratamento de altura de corte a 90 cm, as estratégias 5AP e EP proporcionaram maiores ($p < 0,05$) valores de TApF em relação as demais estratégias (Tabela 4).

Avaliando as estratégias de adubação RP e MM dentro da altura de 70 cm, observou-se que os valores de TApF foram maiores ($p < 0,05$) em comparação à 90 cm (Tabela 4), provavelmente a maior TApF à altura de desfolha de 70 cm foi proporcionado pelo menor tempo para aparecimento de uma nova folha, devido a uma menor extensão de bainha (pseudocolmo) (MARTUSCELLO et al., 2006). Além disso a disponibilidade de N no solo, influencia diretamente o crescimento da planta, que alonga os entrenós, empurrando a folha emergente para o exterior da bainha da folha precedente, o que pode ter ocasionado aumento da TApF em tal condição de manejo (TEIXEIRA et al., 2014).

O efeito de adubações na TApF é discutido de forma bastante variável na literatura, o que pode estar relacionado a diferenças nos níveis de adubação. Santos et al. (2009), avaliando características morfogênicas em resposta a diferentes adubação em forragem observaram que quando as estratégias de adubações possuem em sua composição alta disponibilidade de N, ocorre elevada estimulação do crescimento da planta, com conseqüente aumento na taxa de aparecimento foliar. Tendência semelhante foi encontrada por Oliveira et al. (2007) e Braz et al. (2011) em pesquisas com diferentes estratégias de adubações com NPK.

Avaliando o efeito de doses de N-fertilizante sobre as características morfológicas do capim Mombaça no período de estabelecimento, Rodrigues et al. (2017) observaram que o incremento das doses de nitrogênio influenciou positivamente as taxas de aparecimento foliar, o que pode justificar os maiores valores de TApF para as estratégias de adubação 5AP e EP em ambos tratamentos de desfolha. Além disso, observaram que a dose de 90 kg N ha⁻¹ possibilitou o melhor desenvolvimento desta característica morfológica. Tendência semelhante foi observada para o filocrono, calculado como o inverso da TApF, para o qual foram obtidos menores valores as estratégias de adubação supracitadas.

Foi verificada interação ($p < 0,05$) entre as alturas de desfolhas e estratégias de adubação para a características filocrono (Filoc). Constatou-se que nas estratégias 5AP e EP o Filoc não foi afetado pelas alturas de corte (Tabela 4). Nas demais estratégias, a altura de 90 cm obteve maiores valores de Filoc. As estratégias SA, RP e MM tiveram menores ($p < 0,05$) valores de Filoc quando manejadas a altura de 70 cm. Para o tratamento de altura de corte a 70 cm, as estratégias 5AP e EP, proporcionaram menores ($p < 0,05$) valores de Filoc, sendo melhores que a SA. 5AP e EP também foram similares as estratégias RP e MM. Para o tratamento de altura de corte a 90 cm, as estratégias 5AP e EP proporcionaram menores ($p < 0,05$) valores de Filoc em relação as demais estratégias

Avaliando os resultados obtidos na altura de desfolha de 90 cm, os menores valores de filocrono foram 9,23 e 10,21 dias folha⁻¹, respectivamente, para a estratégia de adubação 5AP e EP (Tabela 4). Estes valores são próximos aos encontrados na literatura para o capim Mombaça utilizando mesma altura de desfolha (NETO et al., 2002; ALEXANDRINO et al., 2004; MASTUSCELLO et al., 2006 e SANTOS et al. 2014). Por outro lado, os maiores valores de filocrono à altura de manejo de 90 cm foi proporcionado pela estratégia de adubação MM, possivelmente tal resultado foi influenciada pela ação do maior período de descanso no quarto ciclo produtivo, baixa densidade de perfilhos e da menor TApF, tendenciando a média de filocrono a aumentar (MARTHA JÚNIOR et al., 2004; FONTOURA; BAYER, 2010; RODRIGUES et al., 2017).

O filocrono é influenciado pelos níveis de adubação, como observado por Oliveira et al. (2013), que ao testarem diferentes doses de fósforo sobre a produção de forragem verificaram que os maiores valores de filocrono foram obtido na ausência de adubação fosfatada, que por outro lado esses valores decresceram a medida que foram aumentando as doses de P. Soares et al., (2015), trabalhando com *Panicum*, avaliaram as características morfológicas adubadas com N (0, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹) sob um sistema de pastejo observaram que os valores de filocrono reduziram com a disponibilidade de N. No entanto, não só a adubação, mas também o regime

de desfolha influenciam nos valores de filocrono, como observado por Pereira et al., (2011), que verificaram menores valores filocrono nas maiores frequência de desfolha, corroborando com os resultados encontrados para esta variável no presente estudo.

Foi verificada interação ($p < 0,05$) entre as alturas de desfolha e estratégias de adubação para a características taxa de alongamento de colmo (TAIC). Constatou-se que nas estratégias RP, 5AP, MM e EP, a TAIC não foram afetadas pelas alturas de corte, diferindo apenas no tratamento SA (Tabela 4). A estratégia SA teve menor ($p < 0,05$) valor de TAIC quando manejada a altura de 70 cm. Para o tratamento de altura de corte a 70 cm, as estratégias RP e 5AP, proporcionaram maiores ($p < 0,05$) valores de TAIC e foram superiores a SA. RP e 5AP também foram similares as estratégias MM e EP. Para o tratamento de altura de corte a 90 cm, não foi verificado efeito das estratégias de adubação sobre a TAIC.

Os resultados de TAIC encontrados para as estratégias RP e 5AP à altura de 70 cm podem estar associados ao manejo da adubação dessas estratégias que possuem em sua formulação maior incremento de N e P. Castagnara et al. (2014) avaliando as características morfogênicas do capim Mombaça sob adubação nitrogenada (0, 40, 80 e 160 kg ha⁻¹) observaram efeito positivo do nutriente para a taxa de alongamento de colmo, possivelmente ocasionado pelo aumento substancial no fluxo de tecidos estimulados pela fertilização. Assim como Petês et al. (2007), que ao avaliarem as características morfogênicas do *Panicum* observaram incremento na TAIC com a interação N x P, demonstrando a influência do P presente nas formulações para essa variável.

O aumento no número de colheita aliado a doses mais elevadas de adubo pode ter causado efeito positivo sobre a TAIC quando manejada a alturas mais baixas, como verificado neste estudo para a altura de desfolha de 70 cm, uma vez que tratamentos com maior aporte de nitrogênio, a exemplo de RP e 5AP obtiveram valores de 1,73 e 1,97 mm perfilho⁻¹ dia⁻¹ de alongamento de colmo, valores 84 e 109 % maior que a estratégia SA, respectivamente. Visto isto, os tratamento supracitados, por terem em sua composição um maior aporte de nitrogênio tendem a se recuperam mais rapidamente após o corte (PEREIRA et al., 2011; CASTAGNARA et al., 2014).

Não houve interação entre as alturas de desfolha e estratégias de adubação para a taxa de senescência foliar (TSF), nem influência das estratégias de adubação e alturas sobre essa variável ($p > 0,05$). Resultados semelhantes foram descritos por Lopes et al. (2014) e Rodrigues et al. (2017). O efeito de adubação sobre a senescência foliar não está completamente elucidado, pois depende do estado fisiológico e nutricional da planta, principalmente em condições nos

quais os pré-requisitos nutricionais da planta estão sendo atendidos, assegurando os elementos necessários a emissão de novos tecidos, (PEREIRA et al., 2011; ALEXANDRINO et al. 2011).

Alexandrino et al. (2011) avaliaram os efeitos de diferentes alturas de desfolha (25; 50; 75; 100 e 125 cm) sobre o fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim Mombaça e observaram TSF variando de 15 à 36 mm perfilho⁻¹dia⁻¹, valores superiores aos encontrados neste estudo, evidenciando a eficiência das estratégias de adubação utilizada neste estudo para com a senescência foliar. A taxa de senescência foliar após o corte é um indicativo de ajuste de frequência de desfolha, pois um pasto manejado para alta eficiência de uso da forragem deve prevenir a senescência, ou seja, deve apresentar TSF pós corte próximas de zero (CÂNDIDO et al., 2006). Essa menor taxa de senescência foliar observada neste estudo pode contribuir com a qualidade da forragem, aumentando o perfilhamento, consequentemente melhorando o processo de colheita por parte dos animais (MACEDO et al., 2010).

Foi verificada interação ($p < 0,05$) entre as alturas de desfolha e estratégias de adubação para a característica número de folhas vivas por perfilho (NFV). Constatou-se que o NFV, apenas a estratégia MM foi afetada pelas alturas de corte, sendo superior ($p < 0,05$) na altura de 70 cm. Nas demais estratégias não houve efeito das alturas de corte. Ainda, verificou-se que as estratégias de adubação não causaram nenhum efeito sobre o NFV nas duas alturas de corte (Tabela 4).

Por se tratar de uma característica que é definida geneticamente, em torno de 4,5 para o capim Mombaça, e ser uma característica bastante estável, o número de folhas vivas por perfilho pouco é afetada pelo manejo de adubações (GOMIDE & GOMIDE 2000). Avaliando separadamente as duas alturas de desfolhas (70 e 90 cm) notou-se que a estratégia de adubação MM a 70 cm de altura obteve média NFV 9,6 % superior em relação a desfolha com 90 cm. Provavelmente tal fenômeno aconteceu por conta da maior frequência de desfolha desse tratamento manejado a 70 cm de altura em comparação ao manejo de desfolha de 90 cm, que aliada a boas condições climáticas e de fertilidade do solo contribuiu para a planta atingir seu número de folha máxima por perfilho⁻¹ mais precocemente (ALEXANDRINO et al., 2004).

Foi verificada interação ($p < 0,05$) entre as alturas de desfolha e estratégias de adubação para a características duração de vida da folha (DVF). Constatou-se que nas estratégias 5AP e EP, a DVF não foi afetada pelas alturas de corte. As estratégias SA, RP e MM tiveram maiores ($p < 0,05$) valores de DVF quando manejadas a altura de 90 cm (Tabela 4). Para o tratamento de altura de corte a 70 cm, a estratégia SA proporcionou maiores ($p < 0,05$) valores de DVF, sendo superior a estratégia EP e 5AP. SA também foi similar as estratégias RP e MM. Para o

tratamento de altura de corte a 90 cm, as estratégias 5AP e EP proporcionaram menores ($p < 0,05$) valores de DVF em relação as demais estratégias.

O prolongamento da vida da folha, das estratégias SA, RP e MM à 90 cm de altura, pode estar associada ao aumento do filocrono e TApF observadas para estas recomendações, já que estas variáveis possuem relação inversa. Em geral, ocorre diminuição na DVF em forrageiras que estão recebendo um alto incremento de fertilizantes que pode ser explicada pela maior renovação de tecidos nas plantas (MARTUSCELLO et al., 2006; PEREIRA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2013), a exemplo disso a estratégia de adubação EP, à altura de manejo de 70 cm apresentou valores de 31,92 comparado à 51,15 folhas perfilhos⁻¹ para estratégia SA respectivamente, proporcionando diferença de 24,9 dias, resultado provavelmente influenciado pelo maior aporte de nutrientes dentro da estratégia EP (Tabela 4). Resultados semelhantes aconteceu quando se avaliou as estratégias de adubação dentro da altura de desfolha de 90 cm de altura, com destaque em tal condição para as estratégias 5AP e EP, que obtiveram valores de 34,75 e 36,32 folhas perfilhos⁻¹ para duração de vida das folhas (Tabela 4).

Não houve interação entre as alturas de desfolha e estratégias de adubação para o comprimento médio de lâmina foliar (CMLF); nem influência das estratégias de adubação e alturas de corte, sobre essa variável ($p > 0,05$). Valores superiores de CMLF foram obtidos no manejo de desfolha de 90 cm de altura com média de 513,02 mm folha⁻¹, diferença de apenas 4,2% que os obtidos para a altura de desfolha de 70 cm, que foi de 492,31 mm folha⁻¹. Este resultado, demonstra a eficiência da estratégia de altura de desfolha de 70 cm em manter bons índices de CMLF que conseqüentemente influencia na produção de massa seca, o que evidencia que o manejo de desfolha a 70 cm não afeta o tamanho médio de lâmina foliar.

Para efeito de avaliação da eficiência aparente (crescimento de lamina foliar), ao considerar a taxa de alongamento foliar (TAIF) do capim Mombaça, manejado a duas altura de desfolha e adubado com diferentes estratégias, observou-se que o manejo de desfolha de 70 cm de altura é, numericamente, mais eficiente que o manejo a altura de 90 cm, isso por haver maior crescimento de lamina foliar por Kg de fertilizantes empregado (Tabela 5). Assim, cortes mais frequentes estimulam o crescimento da planta e melhora o aproveitamento dos insumos aplicados.

Tabela 5 - Valores médios de eficiência aparente do crescimento do capim Mombaça expresso pela taxa de alongamento de folhas - TAlF ($\text{mm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) em função da quantidade total de fertilizantes aplicado por ciclo (kg de nutrientes NPK) e custo para se produzir um mm de lâmina foliar $\text{perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ em função do valor de mercado dos fertilizantes aplicados por ciclo (valor em Reais), de acordo com as estratégias de adubação e manejo de alturas de desfolha.

Estratégias	Alturas de desfolha (cm)		Médias
	70	90	
	-----eficiência aparente-----		
Reposição	1,91	1,28	1,59
5ª Aproximação	1,04	0,79	0,91
Adaptada de Michaelis-Menten	1,67	1,15	1,41
Elevação de P	0,79	0,76	0,77
Média	1,35	0,99	
Estratégias	70	90	Médias
	----- custo (R\$) mm de lâmina-----		
Reposição	0,0015	0,0025	0,002
5ª Aproximação	0,0024	0,0033	0,0028
Adaptada de Michaelis-Menten	0,0020	0,0026	0,0023
Elevação de P	0,0033	0,0034	0,0033
Média	0,0023	0,0030	

Valor de eficiência aparente expresso em mm de lâmina foliar dia^{-1} de insumo por ciclo e centavos de reais gasto por mm de lâmina foliar $\text{perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ do capim Mombaça. Média de quatro ciclos produtivos.

Com relação a eficiências das estratégias nas alturas de corte de 70 e 90 cm, percebeu-se que as estratégias RP e MM foram, numericamente mais eficientes, por garantir o crescimento de lâmina foliar com menor quantidade de insumos. Contudo, essas estratégias não exploram a capacidade produtiva da gramíneas, podendo tornar o sistema aquém das possibilidades de intensificação. Essas foram as estratégias mais viáveis, mas elas mantiveram a produção mais baixa e geraram menos ciclos de colheita no período experimental. Contudo devem ser utilizadas em sistemas menos intensivos ou mesmo extensivos.

Isso indica que estratégias que usam muito insumo são ineficientes. A estratégia que mais utilizou insumos foi EP, mas sua eficiência foi numericamente inferior a 5AP. Como para a maioria dos atributos os tratamentos 5AP e EP foram similares, infere-se que a estratégia 5AP seja mais eficiente, principalmente em 70cm; isso por utilizar menos insumo e garantir elevada produção de tecido foliar.

Com relação os custos para se produzir mm de folha $\text{perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ por quilograma de fertilizante utilizado, observou-se que as estratégias RP e MM foram numericamente mais baratas em comparação as demais estratégias de adubação, tanto no manejo de altura de 70 cm quanto no manejo de 90 cm, por garantir maior mm de lâmina foliar pelo menor custo sobre o valor dos insumos (Tabela 5). Como supracitado, os valores obtidos nas duas recomendações são inferiores aos demais, no entanto estas não exploram toda capacidade produtiva da gramínea

forrageira, de modo que proporcionam intervalo de descanso maiores (Tabela 3) o que pode tornar a produção anual mais baixa.

A estratégia que mais utilizou insumos, e proporcionou custo mais elevado para se produzir mm de folha por perfilho foi a EP, o que a torna uma recomendação bastante onerosa, já que utiliza uma alta carga de fertilizante em sua recomendação. Visto isto, a estratégia de adubação 5AP, apesar de proporcionar valores em reais mais elevados para se produzir mm de folhas por perfilho em comparação a estratégia RP e MM, observa-se que esta quando manejada a altura de 70 cm de desfolha tende a aumentar a quantidade de ciclos produtivos, o que torna o sistema mais produtivo ao longo de um ano, garantindo maior mm de folhas.

2.4 CONCLUSÃO

A maior eficiência de utilização do capim Mombaça para as características morfogênicas na região sudeste paraense é alcançada quando o capim é manejado a 70 cm de altura aliada a estratégia de adubação 5ª Aproximação, por proporcionar cortes mais frequentes e conseqüentemente aumentar a quantidade de ciclos produtivos, tornando esta estratégia mais eficiente em tais condições. Por seguinte, a estratégia Elevação de P apresenta bons índices para as características morfogênicas, no entanto, utiliza-se de grande quantidade de fertilizante, o que compromete a eficiência de crescimento.

As estratégias de adubação Michaelis-menten e Reposição apesar de apresentarem resultados satisfatórios em termos de eficiência de crescimento e valor médio por mm de folha em ambas as alturas de desfolha, apresentam maiores períodos de descanso o que diminui a quantidade de ciclos produtivos, sendo assim indicada para sistemas de produção menos intensivo.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALEXANDRINO, E., NASCIMENTO JÚNIOR, D., MOSQUIM, P. R., REGAZZI, A. J., & ROCHA, F. C. 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.; 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, jan/mar, 2011.
- 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, v. 23 p. 1999.
- BRAZ, T. G. S.; FONSECA, D. M.; FREITAS, F. P.; MARTUSCELLO, J. A.; SANTOS, E. R.; SANTOS, M. V.; PEREIRA, V. V. Morphogenesis of Tanzania guinea grass under nitrogen doses and plant densities. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 7, p. 1420-1427. 2011.
- CÂNDIDO, M. J. D.; SILVA, R. G.; NEIVA, J. N. M.; FACÓ, O.; BENEVIDES, Y. I.; FARIAS, S.F. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia pastejado por ovinos sob três períodos de descanso. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, p. 2234-2242, 2006.
- CASTAGNARA, D. D.; MESQUITA, E. E.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R.; ZOZ, T.; ZOZ, A. Morphogenesis and production of Tanzânia, Mombaça and mulato grasses under nitrogen fertilization. *Bioscience journal*, Uberlândia, v. 30, supplement 1, p. 45-54, june. 2014.
- CECATO, U. et al. Accumulation of dry matter and morphological composition of irrigated Mombaça grass with and without nitrogen fertilizer under grazing. *Tropical Grasslands–Forrajes Tropicales*. v.2, p. 27–28. 2014.
- CECATO, U.; SKROBOT, V. D.; FAKIR, G. M.; JOBIM, C. C.; BRANCO, A. F.; GALBEIRO, S.; JANEIRO, V. Características morfogênicas do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) adubado com fontes de fósforo, sob pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1699-1706, 2007.
- CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado do Pará.** 1. Ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p. 252, 2007.
- DAVIS, A. Tissue turnover in the sward. In: DAVIES, A. et al. (Eds.). Sward measurement handbook. 2.ed. Reading: *British Grassland Society*, p. 183-216, 1993.
- DIAS-FILHO, M. B. Estratégias de Recuperação de Pastagens Degradadas na Amazônia Brasileira. *Embrapa Amazônia Oriental*, Belém, jun., 2015.

DURU, M; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. *Annals of Botany*, v.85, p.645-653, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. (2018) **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro.

FARIA, A. J. G.; FREITAS, G. A.; GEORGETTI, A. C. P.; SILVA, M. C. A.; SILVA, R. R. Adubação nitrogenada e potássica na produtividade do capim Mombaça sobre adubação fosfatada. *Journal of Bioenergy Food Science*, v. 2, n. 3: p. 98-106, 2015.

FERREIRA DA COSTA, R.; SOUZA, P. F.; SILVA, J. A.; COSTA, A.C.L.; RODRIGUES, H. J. B. Como os sistemas oceano-atmosfera influenciam na redução das chuvas em Parauapebas, Pará. **XX Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 27 a 30 nov., Maceió, AL. p. 827-833, 2018.

FILHO, C. V. S; CECATO, U.; RIBEIRO, O. L.; ROMA, C. F. C.; BELONI, T. Morphogenesis in pastures with Tanzania grass fertilized with nitrogen doses under a grazing system. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. Maringá, v. 37, n. 3, p 235-241, july, 2015.

FILHO, K.S.O.; SARAIVA, M.F.O. Movimento anual do sol e as estações do ano. 2012. Disponível em: [http:// if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aula_movsol.htm](http://if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aula_movsol.htm) acesso em: abril de 2019.

FONTOURA, S. M. V; BAYER, C. Ammonia volatilization in no-till system in the south-central region of the State of Paraná, Brazil. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1677-1684, junho. 2010.

GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M.; MOSQUIM, P.R.; GOBBI, K.F. 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, p. 1890-1900, 2002.

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.

KINAST, P. As estações do ano: equinócio de outono e a previsão do tempo. 2018. Disponível em: <http://optclean.ufrs.br/pas44.htm> Acesso em: abril de 2019.

KÖPPEN, W. Climatologia: conunestudio de los climas de latierra. **Fundo de Cultura Econômica**. México, p. 479, 1948.

LANA, R. P. **Respostas de animais e plantas aos nutrientes**. 2. Ed. Viçosa: Editora UFV. p. 171, 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, UK: **Cab International**, p. 3-36, 1996.
- LOPES, M. N.; CÂNDIDO, M. J. D.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, R. G.; LACERDA, C. F.; BEZERRA, F. M. L. Características morfogênicas de dois tipos de perfilhos e produção de biomassa do capim-massai adubado com nitrogênio durante o estabelecimento. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 666-677, 2014.
- MAGALHÃES, J. A.; CARNEIRO, M. S. S.; ANDRADE, A. C.; PEREIRA, E. S.; ANDRADE, A. P.; BAKKE, O. A. ; RODRIGUES, B. H. N.; MOCHEL FILHO, W. J. E.; COSTA, N. L.. Características morfogênicas e estruturais do capim-andropogon sob irrigação e adubação. *Semina: Ciências Agrárias* (Online), v. 34, p. 2427, 2013.
- MARTHA JÚNIOR, G. B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P. C. O.; VILELA, L.; PINTO, T. L. F.; TEIXEIRA, G. M.; MANZONI, C. S.; BARION, L. G. Perda de amônia por volatilização em pastagens de capim-tanzânia adubada com ureia no verão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2240-247, novembro. 2004.
- MARTUSCELLO, J.A; FONSECA, D. M; NASCIMENTO, D; SANTOS, P. M; RIBEIRO J. I; CUNHA, D. N. F. G. 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.
- MEDICA, J. A. S; REIS, S. R; SANTOS, M. E. R. Morfologic characterization on marandu grass pastures submitted to defoliation frequencies and fertilization levels. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Goiânia, v. 18, n. 1-13, e-40460, 2017.
- MEZZALIRA J. C., CARVALHO P.C.F., FONSECA L., BREMM C., CANGIANO C., GONDA H.L. and LACA E.A. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 153, p. 1-9, 2014.
- NETO, A. F. G.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; DA FONSECA, D. M.; MOSQUIM, P. R.; GOBBI, K. F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1890-1900, junho. 2002.
- NETO, A. F. G.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; DA FONSECA, D. M.; MOSQUIM, P. R.; GOBBI, K. F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1890-1900, junho. 2002.

OLIVEIRA, A. B.; PIRES, A. J. V.; NETO, U. M.; CARVALHO, G. P.; VELOSO, C. M.; SILVA, F. F. Morfogênese do capim-tanzânia submetido a adubações e intensidades de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 4, p. 1006-1013, 2007.

OLIVEIRA, W. L.; RODRIGUES, R. C.; PARENTE, H. N.; GALVÃO, C. M. L.; CARDOSO, S. S. S.; ARAÚJO, I. G. R.; SILVA JÚNIOR, A. L. Agronomic traits, morphogenetic and structural xaraés grass fertilized with diferente amounts of phosphorus. *Revista Brasileira de Agropecuária sustentável*, Vol. 3 No.2 pp.45-51 ref 11, 2013.

PALHANO, A. L.; CARVALHO, P. C. F.; CITTRICH, J. R.; MORAES, A.; BARRETO, M. Z.; SANTOS, M. C. F. Estrutura da pastagem e padrões de desfolhação em capim-mombaça em diferentes alturas do dossel forrageiro. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1860-1870, 2005.

PATÊS, N. M. S.; PIRES, A. J. V.; SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. S.; CARVALHO, G. G. P.; FREIRE, M. A. L. 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.; FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A.; BRAZ, T. G. S.; SANTOS, M. V.; CECON, P. R. 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.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG, 1999.

RODRIGUES, O. D. R.; SANTOS, A. C.; RODRIGUES, M. O. D.; SILVA, R. R.; JUNIOR, O. S. Morphogenesis and structure of mombassa grass over different growth periods. *Semana: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 38, n. 5, p. 3271-3282, set./out, 2017.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M. Eficiência da adubação de pastagem. FONSECA, DILERMANDO. **Adubação de pastagens em sistemas de produção animal**. Viçosa – MG: Ed. UFV, p. 48-63, 2016.

SANTOS, P. M.; SANTOS, A. D.; SILVA, J. E. C.; SILVA NETO, S. P.; ALEXANDRINO, E. Atributos morfogênicos de pastos de capim-Mombaça adubados com resíduo de laticínio. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 221 – 231, jul. – set, 2014.

3 CAPÍTULO 2

PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA DO CAPIM MOMBAÇA SUBMETIDO A DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO E ALTURAS DE DESFOLHA

RESUMO: Objetivou-se com o presente estudo avaliar as características estruturais do capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*) submetidas a diferentes recomendações de adubação com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), combinado com duas alturas de desfolha, afim de se obter uma recomendação de adubação que aliada a uma altura de manejo proporcione uma produção eficiente de forragem. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em arranjo fatorial 5 x 2, com seis repetições em parcelas de 9 m² (3x3), totalizando-se 60 unidades experimentais. Os tratamentos consistiam de cinco recomendações de adubação (sem adubação – SA, estratégia de reposição - RP, estratégia 5^a aproximação – 5AP, estratégia adaptada de Michaelis-menten – MM, e estratégia elevação de P – EP), e, duas alturas de desfolha, a saber: 70 e 90 cm de altura. O índice de área foliar (IAF) foi influenciado pelo tratamento a altura de 70 cm, os maiores valores foram observados para as estratégias de adubação EP e 5AP, 4,89 e 4,55 m² por m² de solo, respectivamente. A densidade populacional de perfilhos (DPP) também foi influenciada pelo manejo de desfolha a 70 cm de altura que aliada a estratégia de adubação 5AP intensificou o perfilhamento. A massa seca de forragem total (MSFT), de lâmina foliar (MSLF) e material morto (MSMM) responderam aos tratamentos, onde as estratégias EP e 5AP incrementaram a produção de matéria seca (MS). A aplicação dos fertilizantes, que compunham as estratégias de adubações, promoveu incremento dos elementos fósforo (P), magnésio (mg) e capacidade de troca de cátions (CTC) do solo. O capim Mombaça apresenta melhores respostas de eficiência produtiva manejada a altura de desfolha de 70 cm aliada a estratégia de adubação 5AP, proporcionando maior produção de massa seca de forragem influenciado pelo aumento da quantidade de ciclos produtivos.

Palavras – Chave: Manejo de colheita, estratégias de adubação, produção de forragem.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the structural characteristics of the Mombasa grass (*Megathyrsus maximus*) submitted to different fertilization recommendations with Nitrogen (N), Phosphorus (P) and Potassium (K), combined with two peeling heights to obtain a recommendation of fertilization that together with a height of management provides an efficient production of forage. The experimental design was a randomized block design in a 5 x 2 factorial arrangement, with six replicates of 9 m² (3x3), totaling 60 experimental units. The treatments consisted of five fertilization recommendations (no fertilization - SA, replacement strategy - PR, 5approximation strategy - 5AP, adapted strategy of Michaelis-menten - MM and strategy of elevation of P - PE) and two peeling heights, namely : 70 and 90 cm high. Leaf area index (LAI) was influenced by treatment at height of 70 cm, the highest values were observed for the fertilization strategies EP and 5AP, 4.89 and 4.55 m² per m² of soil, respectively. Tiller population density (DPP) was also influenced by the management of defoliation at 70 cm in height, which together with the 5AP fertilization strategy intensified tillering. The total dry matter (MSFT), foliar leaf (MSLF) and dead material (MSMM) masses responded to the treatments, where EP and 5AP strategies increased dry matter (DM) production. The application of the fertilizers, which composed the fertilization strategies, promoted increase of the phosphorus (P), magnesium (mg) and cation exchange capacity (CTC) of the soil of the experimental area. The Mombasa grass presents better responses of productive efficiency managed at the height of defoliation of 70cm, together with the strategy of fertilization 5AP, providing greater production of dry mass of forage influenced by the increase of the quantity of productive cycles.

Key words: Harvest management, fertilization strategies, forage production.

3.1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção de ruminantes, na maior parte e tempo, no Brasil, são caracterizados pela utilização de gramíneas forrageiras como a principal fonte de alimentação. Com a crescente demanda por alimentos, advindo da produção animal, tem se buscado maximizar a produtividade dos pastos. Para se atingir maior rendimento dos pastos e elevado desempenho animal é preciso observar as relações das interfaces solo-planta-animal, a fim de alcançar a eficiência na produção e uso da forragem de modo a não comprometer a produtividade e estabilidade ao longo do tempo (COSTA et al., 2017).

O manejo adequado das pastagens garante a manutenção dos processos produtivos, no entanto, grande parte das áreas de pastagens apresentam problemas, uma vez que não expressam toda sua capacidade produtiva (COSTA et al., 2010). Dentre os fatores que limitam a produtividade das pastagens, destacam-se a ausência de técnicas de manejo e a baixa disponibilidade de nutrientes, que interferem diretamente na quantidade e qualidade das forrageiras tropicais. Neste sentido, técnicas de manejo, como altura de desfolha e estratégias de adubação aliadas a espécie forrageira que melhor se adapte as condições endofoclimáticas de uma determinada região constituem estratégias para potencializar os índices de produção que podem culminar na melhoria da eficiência de produção, economicidade de insumos e conservação ambiental.

Espécies forrageiras como o *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça tem sido utilizada na pecuária nacional, visto que esta espécie além de ser bastante responsivo ao emprego de fertilizantes, apresentando respostas positivas na maioria das variáveis estruturais (JANK, 1995). Considerada uma das forrageiras tropicais mais produtivas disponível no mercado, o Mombaça pode atingir valores de produção de matéria seca, quando bem manejado e em solos que apresentem boa fertilidade, acima de 30 t ha⁻¹ ano⁻¹ (JANK, 1995).

Para se obter a máxima eficiência na produção de biomassa do Mombaça é preciso aliar estratégias de frequência, intensidade e desfolha de corte e modelos de reposição dos nutrientes exportados. Em vários estudos e recomendações tem a indicação de momento de colheita na altura de 90 cm, contudo alguns estudo revelam que essa altura pode ser menor como por exemplo 80 ou 70 cm (BARBOSA et al., 2007; MELO et al., 2016), o que de fato reduziria o período de descanso da pastagem e aumentaria o número de ciclo de produção tornando o sistema mais eficiente.

Para o manejo de adubação existem recomendações que normalmente são testadas quanto a capacidade em incrementar a produção de matéria seca. Muitas recomendações podem

não considerar a eficiência e economicidade da adubação, onerando a adoção da técnica e desestimulando o uso por parte de produtores. Ainda, super dosagens podem contaminar o ambiente, concorrer para acelerar a exaustão de reservas e afeta o preço dos insumos. Ao contrário, sub dosagens, podem inviabilizar os benefícios da adubação por não promover o aumento do desempenho necessário e não compensar os investimentos na logística da adubação.

Para as condições citadas surge a demanda de estudos sobre a eficiência de uso de diferentes estratégias de adubações, como as frequentemente recomendadas em manuais ou calculadas em função das exportações das culturas. Recomendações mais eficientes de adubação aliadas ao manejo de colheita igualmente eficiente e fisiologicamente adequado a planta, pois maiores frequência de colheita associadas aos suprimento das exigências mínimas de fertilização podem tornar a produção de forragem mais barata.

Existem várias metodologias que apresentam resultados satisfatórios em regiões específicas, mas que desconsideram as condições edafoclimáticas de outras regiões, podendo provocar baixa eficiência da adubação, influenciando diretamente na capacidade de produção. O estudo de características estruturais em experimentos com diferentes alturas de desfolhas e recomendações de adubação traz subsídios para interpretar e compreender as respostas da planta forrageira frente à diferentes estratégias de manejo, que possibilite melhores resultados de eficiência em termos de produção forrageiro (MACEDO et al., 2010). Nesse sentido, objetivou-se avaliar os parâmetros estruturais do *Megathyrus maximus* cv. Mombaça submetido a diferentes estratégias de adubação com N-P-K sob duas altura de desfolha (70 e 90 cm).

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

3.2.1 Local do experimento e características do solo

O experimento foi conduzido de agosto de 2017 a julho de 2018 na área experimental do Setor de Forragicultura da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Universitário de Parauapebas, (06° 04' 16,4" S e 49° 08' 8,3" O, 270 m) com área de 1,8 hectares. A área experimental é caracterizada por relevo movimentado a ondulado e o solo é classificado como Argissolo vermelho-amarelo (EMBRAPA, 2018).

O clima da região é do tipo “Am” Tropical com um período seco de maio a outubro e período úmido acentuado com presença de chuvas que vão de novembro a abril com estação seca e chuvosa bem definidas (KÖPPEN, 1948). Durante o período experimental obteve-se

média de temperatura do ar de 26,74 °C (máxima de 35,5+0,2 °C e mínima de 20,7+0,2 °C) e 1146,35 mm de precipitação pluviométrica acumulada (Figura 3).

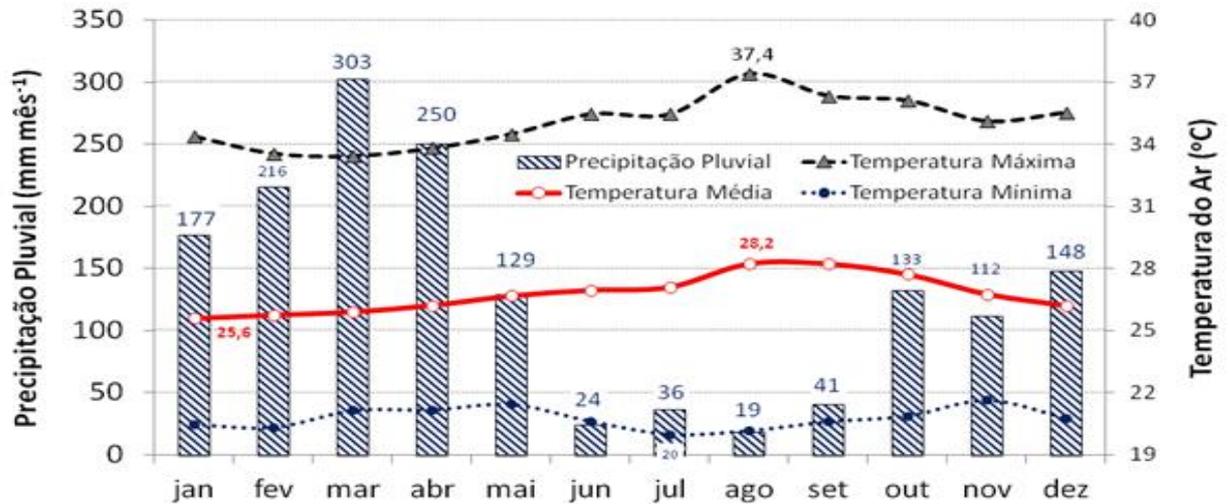


Figura 3: Precipitação e temperatura mensurada pela estação meteorológica da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Campus Parauapebas-PA, durante o período de 2018. Fonte: Costa et al., (2018).

Para a caracterização química e física do solo da área foi realizada 1 (uma) análise de solo em dezembro de 2017, coletadas previamente à implantação da gramínea à profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm (Tabela 6).

Tabela 6. Características do solo da área experimental, nas camadas de 0,0 - 0,2 e 0,2 - 0,4 m de profundidade. Parauapebas, 2018.

Amostras (cm)	Ca	Mg	Al	H+AL	K	P	CaCl ₂	Argila	Limo	Areia
	-----cmolc dm ⁻³ -----					-mg dm ⁻³ -	--pH--	-----dag kg ⁻¹ -----		
0 - 20	2,2	0,7	0,2	2,2	0,31	0,8	4,6	310	80	610
20 - 40	1,2	0,4	0,2	2,2	0,26	0,8	4,6	260	70	670

Cálcio (Ca); magnésio (Mg); alumínio (Al); hidrogênio mais alumínio (H+Al); potássio (K); fósforo (P); cloreto de cálcio (CaCl₂).

Amostras (cm)	Micronutrientes (mg/dm ³)						
	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

Enxofre (S); sódio (Na); zinco (Zn); boro (B); cobre (Cu); ferro (Fe); manganês (Mn).

Fonte: Laboratório Agropecuário Solocria – Goiânia

3.2.2 Preparo da área

A área experimental foi desmatada 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 escolhida para o estudo, consistiu no desbaste da área, enleiramento, aração e gradagem do solo, adubação e semeadura com utilização de um trator new holland modelo TL75E, realizados entre agosto a dezembro de 2017.

A área recebeu aplicação do herbicida Roundup, para controlar as plantas daninhas remanescentes. A aplicação foi mecanizada utilizando um pulverizador Itapeç 600 com vazão de 1,1 L/bico/minuto, 1100 RPM e pressão de 4 bar acoplado a um trator New Holland TL75E.

3.2.3 Semeadura

Após o controle químico foi realizado a semeadura, em janeiro de 2018 de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça, onde utilizou-se 4kg de semente do tipo incrustadas com Valor Cultural (VC) de 80%. Efetuado de maneira semi-mecanizada com um pulverizador da marca Stihl SR420, regulado para aplicar 25kg ha⁻¹.

No dia 28 de fevereiro de 2018, realizou-se o corte de uniformização a uma altura de 30 cm do solo. O corte supracitado foi realizado com o objetivo de homogeneizar e induzir o perfilhamento, o material utilizado na elaboração do serviço foram 2 (duas) roçadeiras motorizadas da marca Stihl 2T 62CC.

3.2.4 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com cinco estratégias de adubação e duas alturas desfolha do capim-Mombaça, constituindo arranjo fatorial 5x2, com seis repetições, totalizando 60 unidades experimentais. As parcelas possuíam 9m² (3 x 3 m) e eram separadas por corredores de 0,70 m de largura.

As estratégias de adubação foram: sem adubação – SA (testemunha), adubação de reposição - RR, adubação 5^a aproximação – 5AP (Minas Gerais), adubação adaptada de Michaelis-menten - MM; adubação para elevar os teores de P à 45 mg dm⁻³ - EP. As alturas de desfolha ou cortes testados foram de 70 e 90 cm.

Os tratamentos foram determinados da seguinte forma:

SA = Sem adubação + Manejo de 70 cm;

SA = Sem adubação + Manejo de 90 cm;

RP = Adubação de reposição + Manejo de 70 cm: considerando a seguinte fórmula: “Adubação = (Exigência - Fornecimento) + Fator” onde a Exigência refere-se aos nutrientes extraídos e exportados pela forrageira; Fornecimento é o conjunto de estoque de nutrientes do solo, adubo e corretivo; Fator simboliza as perdas por lixiviação, fixação, erosão e volatilização (BRASIL et al., 1999).

RP = Adubação de reposição + Manejo de 90 cm: considerando a seguinte fórmula: “Adubação = (Exigência - Fornecimento) + Fator” onde a Exigência refere-se aos nutrientes extraídos e exportados pela forrageira; Fornecimento é o conjunto de estoque de nutrientes do solo, adubo e corretivo; Fator simboliza as perdas por lixiviação, fixação, erosão e volatilização (BRASIL et al., 1999).

5AP = Adubação 5ª aproximação (Minas Gerais) + Manejo de 70 cm: exatamente de acordo com o manual e nível tecnológico (Ribeiro et al., 1999).

5AP = Adubação 5ª aproximação (Minas Gerais) + Manejo de 90 cm: exatamente de acordo com o manual e nível tecnológico (Ribeiro et al., 1999).

MM = Adubação adaptada de Michaelis + Manejo de 70 cm: determinada com a metade da dose de fertilizante que proporcionou a máxima produção teórica de forragem (Lana, 2015).

MM = Adubação adaptada de Michaelis + Manejo de 90 cm: determinada com a metade da dose de fertilizante que proporcionou a máxima produção teórica de forragem (Lana, 2015).

EP = Adubação para elevar os teores de P à 45 mg dm⁻³ + Manejo de 70 cm: devido ao baixo nível de fósforo presente no solo essa recomendação veio com o intuito de elevar o patamar ao final do experimento.

EP = Adubação para elevar os teores de P à 45 mg dm⁻³ + Manejo de 90 cm: devido ao baixo nível de fósforo presente no solo essa recomendação veio com o intuito de elevar o patamar ao final do experimento.

Tabela 7. Valores de N-P-K previstos por cada estratégia de adubação para serem aplicados ao longo de 1 (um) ano agrícola, com adubações ocorrendo no período chuvoso, compreendendo 7 (sete) meses, de tal forma que os valores totais são divididos por 7 (sete) ciclos.

Estratégias	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Sem Adubação	0	0	0
Adubação 5ª Aproximação	350	210	40
Adubação Reposição	150	16	60
Adubação Adaptada de Michaelis-Menten	120	40	80
Elevação dos teores de P à 45 mg dm ⁻³	420	100	250

Nitrogênio (N); Fósforo (P₂O₅); Potássio (K₂O).

3.2.5 Avaliação das características estruturais

A densidade populacional de perfilhos (DPP), foi estimada pela contagem do número de perfilhos e expressa em perfilhos m². A densidade populacional de perfilhos foi acompanhada a cada ciclo. Ao longo do ciclo eram realizadas medidas da altura e a contagem de perfilhos contidos no interior do quadro de amostragem de 1,0 x 0,25m (0,15m²) posicionado de acordo com a altura do dossel forrageiro. Foram contados apenas os perfilhos vivos. A estimativa da densidade populacional dos perfilhos foi expressa em perfilhos m².

O índice de área foliar (IAF) foi estimado, destrutivamente, a partir de amostras coletadas de um quadrado de 1,0 x 0,6m (0,6m²), cortada a 30 cm do solo a cada ciclo. Ao término desse processo, foi retirada uma alíquota para a determinação do índice de área foliar, e para isso, as lâminas foliares foram cortadas em segmentos de 10 cm de comprimento, e o somatório da largura média de 50 segmentos foi multiplicado por 10 cm para estimar a área foliar da subamostra. Os segmentos utilizados nessa medida foram então pesados para estimar sua área foliar específica (cm² de lâmina foliar/g de lâmina foliar) que a partir dos resultados estimou-se a área foliar correspondente à área do quadrado de amostragem (0,6m²). O índice de área foliar (m² de folha/m² de solo) foi obtido pela divisão da área foliar estimada por 0,6m² (ALEXANDRINO et al., 2011).

As avaliações agrônômica, representada pela matéria seca dos componentes morfológicos lâmina foliar, colmo, material morto e a soma deles, disponibilidade total, foram realizadas no ponto representativo a altura média do dossel forrageiro, considerada a área útil, utilizando um quadro de dimensão 1 x 0,6 m (0,6 m²), onde a forragem foi colhida a 30 cm de altura do solo. Posteriormente as amostras foram encaminhadas ao laboratório para serem pesadas em balança semi-analítica. Em seguida retirou-se uma alíquota de aproximadamente 200 g para a separação dos componentes morfológicos: folha (lâmina foliares), colmos (colmos

e pseudocolmos) e material morto da planta. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C durante 72 horas, para obtenção da massa seca de forragem total (MSFT), massa seca de lâmina foliar (MSLF), massa seca de colmo (MSCO) e massa seca de material morto (MSMM).

3.2.6 Avaliação do custo para produção de massa seca de lâmina foliar do capim Mombaça em função dos tratamentos

Os valores para se produzir um kg de massa seca de lâmina foliar foram calculados pela razão: [(reais gastos em N+P+K ciclo⁻¹ ha⁻¹) / produção de massa seca de lâmina foliar ha] expresso em reais (R\$) kg⁻¹ de massa seca de lâmina foliar. 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.

A eficiência aparente do capim Mombaça para o presente estudo foi expresso em função da massa seca de lâmina foliar – MSLF. Por meio da razão MSLF medido em kg ha⁻¹ 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 massa seca de lâmina foliar produzida com a aplicação de determinada unidade de adubo.

3.2.7 Procedimento estatístico

Os dados foram submetidos à análise exploratória descritiva para avaliação do coeficiente de variação e normalidade, análise de variância – Teste F, para detecção de diferenças entre os tratamentos (nível de 5% de significância) conforme modelo abaixo. Quando verificados efeitos significativos, foi empregado o teste de média Tukey e conduzido o desdobramento das interações. Utilizando-se o software Agroestat versão 1.1.0.712. Os atributos número de ciclo, número de dias por ciclo não foram analisados estatisticamente por não conterem repetições, sendo apresentados, apenas, valores nominais.

$$Y_{ijkl} = u + T_i + B_j + T_i B_j(k) + E_{l(ijk)}$$

Significados:

Y_{ijkl} = Variáveis dependentes;

u = média inerente de cada característica

T_i = efeito do i-ésimo tratamento referente à altura de colheita;

B_j = efeito do j-ésimo tratamento referente as estratégias de adubação;

$TiB_j(k)$ = efeito da interação altura de colheita x estratégias de adubação

$El(ijk)$ = efeito do erro aleatório residual (variação ao acaso sobre as observações).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento e produção de biomassa do capim Mombaça foi afetado pelas alturas de desfolha, variando para alguns atributos em função das estratégias de adubação. Para o manejo de corte à altura de 70 cm, todos os tratamentos de fertilização possibilitaram 4 (quatro) ciclos de produção. Apesar da mesma quantidade de ciclos de avaliação, as estratégias de adubação se diferenciaram no intervalo (tempo) médio de duração do período de descanso, como observado para as estratégias de adubação 5^a aproximação – 5AP e Elevação de fósforo – EP, que proporcionaram respectivamente, 18,75 e 19,5 dias de duração média de ciclo (Tabela 8), ao passo que a média nacional de intervalo entre pasto fica entre 21 a 24 dias. Por outro lado, quando a forragem foi manejada a altura de corte de 90 cm, todas as estratégias de adubação proporcionaram apenas 3 (três) ciclos produtivos (Tabela 8), com destaque para as estratégias de adubação EP e 5AP, com valores médios de duração de ciclo de 22 e 22,33 dias, respectivamente.

Os resultados evidenciam que o manejo de corte a altura de 70 cm, mesmos no curto período experimental (4 meses) resultou na obtenção de 1 ciclo a mais de produção de biomassa, e, quando aliado a adubações com maiores níveis de fornecimento de P e N, resultou em redução do intervalo de descanso em pelo menos 4 dias (Tabela 8). Isso posto, no sistema de produção da empresa rural, significa intensificação do uso da área, aumento do número de animais apascentados e da produtividade, liberação de áreas dentro da fazenda para outras explorações e menor pressão de abertura de novas áreas.

Tabela 8. Valores totais de N, P₂O₅ e K₂O (equivalentes a kg ha⁻¹) aplicados ao longo do período experimental (fevereiro a junho de 2018), em função do número de ciclos de produção, e, duração média dos ciclos do capim Mombaça (*Megathyrsus maximus* cv. Mombaça) submetido a duas alturas de desfolha e cinco estratégias de adubação.

	ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO				
	SA	RP	5AP	MM	EP
	Altura de Desfolha 70 cm				
Kg ha⁻¹ de Fertilizante (N, P₂O₅ e K₂O)	0-0-0	85-9-34	200-120-22	68-22-45	240-57-250
Duração média do ciclo (dias)	26,75	21,75	18,75	24	19,5
Número de ciclos	4	4	4	4	4
	Altura de Desfolha 90 cm				
Kg ha⁻¹ de Fertilizante (N, P₂O₅ e K₂O)	0-0-0	64-6-25	150-90-17	51-17-34	180-42-107
Duração média do ciclo	39	37	22,33	38,33	22
Número de ciclos	3	3	3	3	3

Sem adubação (SA); reposição (RP); 5ª aproximação (5ª AP); adaptada de michaellis-menten (MM); elevação de P (EP).

O índice de área foliar (IAF) apresentou efeito de interação ($p < 0,05$) entre as alturas de desfolha e estratégias de adubação (Tabela 9). Constatou-se que nas estratégias RP, 5AP e EP as altura de corte 70 e 90 tiveram mesmo IAF, demonstrando que quando adubado a pastagem, pode-se reduzir a altura de corte sem prejuízo ao dossel forrageiro. As estratégias SA e MM obtiveram maiores valores de IAF quando manejadas a altura de 90 cm. Para o tratamento de altura de corte de 70 cm, a estratégia EP obteve o maior ($p < 0,05$) valor de IAF, sendo este de 4,89 m² área de lâmina/ m² de solo, valor 32% superior a estratégia SA que apresentou menor índice de área foliar. Ao comparar a estratégia EP com as estratégias 5AP, RP e MM dentro da altura de manejo de 70 cm, obteve-se valores similares. Para o tratamento com altura de desfolha de 90 cm, não foi verificado efeito das estratégias de adubação sobre o IAF.

O menor valor de IAF nos tratamentos SA e MM manejados com altura de desfolha de 70 cm pode ser atribuída a: 1- menor ou nenhum aporte de nutrientes para que a planta pudesse crescer em menor período de tempo; 2 - aumento do período de descanso que proporcionou efeito positivo sobre o índice de área foliar em 90, como descrito por Alexandrino et al. (2005). Outra possível explicação está relacionada a arquitetura da planta que manejada a altura de 70 cm continuam 20 cm a menos de altura de dossel em comparação ao manejo de 90 cm, além da quantidade de fertilizante utilizada, já que as estratégias SA e MM receberam carga de fertilizantes nula e baixa, respectivamente. Visto isto, o menor aporte de nutrientes proporcionada pelo baixo e nulo incremento de fertilizantes pode ter desacelerado os processos

de expansão celular, produção de energia e formação estrutural da planta (MALAVOLTA, 2006).

Por outro lado, quando a planta recebe maiores doses de fertilizante, como é o caso da estratégia de adubação RP, 5AP e EP, que manejado a altura de 70 cm de desfolha proporcionou o maior valor de IAF (Tabela 9), irá refletir em índice de área foliar superior as plantas que não receberam fertilizante, resultando em uma melhor condição de rebrota para as plantas com maior aporte de nutrientes. Isso ocorre porque o aumento de nitrogênio e fósforo na planta contribui para maior taxa de alongamento foliar, perfilhamento e maior participação de área foliar (CECATO et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2013; SILVA et al., 2013). Nesse sentido o maior fornecimento desses elementos via as três estratégia de adubação citadas proporcionou notório efeito sobre o índice de área foliar.

Tabela 9 – Valores de índice de área foliar (IAF) e densidade populacional de perfilhos (DPP) do capim Mombaça (*Megathyrsus maximus* cv. Mombaça) submetido a duas alturas de desfolha e cinco estratégias de adubação em 4 (quatro) ciclos de avaliação.

ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO							Média	CV%	DMS
ALTURA	SA	RP	5AP	MM	EP				
IAF (m ² área de lâmina/ m ² de solo)									
70	3,29Bb	3,90Aab	4,55Aab	3,54Bab	4,89Aa	4,03			
90	5,02Aa	4,46Aa	5,46Aa	5,23Aa	5,77Aa	5,18	20,72	1,10	
Média	4,15	4,18	5,00	4,38	5,33				
DPP (perfilho ⁻¹ m ²)							Média	CV%	DMS
70	82,04Ab	96,20Aab	109,04Aa	83,08Ab	104,12Aab	94,89			
90	85,22Aa	85,94Aa	103,00Aa	89,66Aa	108,22Aa	94,40	15,54	17,06	
Média	83,63	91,07	106,02	86,37	106,17				

Médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas comparam (Alturas) e minúsculas nas linhas comparam (Estratégias de Adubação) não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação, DMS= diferença mínima significativa.

Para a densidade populacional de perfilhos (DPP) não foi verificada interação ($p < 0,05$) entre as alturas de desfolha e as estratégias de adubação. Constatou-se que as estratégias de adubação não foram afetadas pelas alturas de desfolha (Tabela 9). As estratégias de corte não afetam o perfilhamento, apenas as adubações. Em 70 cm de altura as estratégias RP, 5AP e EP foram iguais e promoveram maior perfilhamento que SA e MM. Ao comparar as estratégias de adubação RP e EP dentro de uma mesma altura de manejo, estas foram similares. Para as

estratégias de adubação dentro da altura de desfolha de 90 cm, não foi verificado efeito sobre a densidade populacional de perfilhos.

O perfilhamento foi estimulado pelas estratégias de adubação quando se utilizou a altura de desfolha de 70 cm. Observou-se que a estratégia de adubação 5AP obteve 24% a mais de densidade populacional de perfilhos em comparação a estratégia SA, que obteve o menor valor de DPP. As estratégias RP e EP, foram similares a estratégia 5AP (Tabela 9). Provavelmente a maior densidade populacional de perfilhos observada, foi estimulada pela associação do nitrogênio e fósforo. O P promove maior crescimento da forrageira principalmente por desempenhar funções estruturais na planta além de fazer parte de compostos orgânicos como o ATP (MALAVOLTA, 2006) o que promove grande influência sobre o pasto sendo sua aplicação responsável por incrementar o número de perfilhos em espécies forrageiras, além da maior frequência de desfolha proporcionada por essas estratégias dentro da altura de desfolha de 70 cm (MESQUITA et al., 2010).

A produção de biomassa é influenciada pelo perfilhamento de gramíneas forrageiras, como observada por Faria et al. (2015), que ao avaliarem a adubação nitrogenada e potássica na produtividade do capim Mombaça sobre a adubação fosfatado observaram incremento de 28,6% na variável número de perfilhos em função do aumento das doses de fósforos, valor próximo ao encontrado neste estudo para DPP. Resultados semelhantes foram observados por Heinrichs et al. (2016), que ao avaliarem a associação de fontes de fósforo e nitrogênio sobre as características estruturais do capim Mombaça observaram incremento na quantidade de perfilhos.

A menor DPP observada nas plantas que não receberam adubação (controle) pode ser explicado pela escassez de nitrogênio e fósforo no solo e nos tecidos da planta (Tabela 9), o que afetou o aparecimento e desenvolvimento de novos perfilhos (RODRIGUES et al., 2017). Possivelmente, a escassez desses elementos aumentou a competição entre os perfilhos, o que pode ter imposto limites ao desenvolvimento na vegetação (SHIPONENI et al., 2014) em função da diminuição da sobrevivência de perfilho devido a translocação de fotossintatos e menor ativação de gemas basilares devido insuficiência de nutrientes.

As alturas de desfolha não afetaram a densidade populacional de perfilhos (Tabela 9), corroborando com resultados reportados por uebele et al. (2002) e Palhano et al. (2005), que, trabalhando com o capim Mombaça, observaram que a frequência de desfolhação não proporcionou efeito sobre o número de perfilhos. Tal resultado pode ter sido relacionada a mesma altura de resíduo praticado para todos os tratamentos (30 cm), que afetou da mesma forma a dominância das gemas apicais dos perfilhos, impulsionando o perfilhamento das gemas

basais. As alturas 70 e 90 não chegaram a decapitar perfilhos de modo a não afetar o estímulo ao perfilhamento.

Não foi verificada interação ($p < 0,05$) entre as alturas de desfolha e estratégia de adubação para a massa seca de forragem total (MSFT). Constatou-se que as estratégias de adubação não foram afetadas pelas alturas de corte (Tabela 10). A produção de MSFT não foi afetada pelas alturas; apenas pelas adubações. Para o tratamento de altura de corte a 70 cm, a estratégia EP proporcionou o maior ($p < 0,05$) valor de MSFT, sendo 9301 kg ha^{-1} , elevando em 26 % o valor de MSFT em relação a estratégia SA, que obteve menor valor para esta variável (Tabela 10). Ao comparar com as estratégias de adubação RP, 5AP, MM e EP dentro da mesma altura de manejo estas foram similares. Para o tratamento de altura de corte de 90 cm, não houve diferença significativa entre as estratégias de adubação RP, 5AP, MM e EP, diferenciando apenas para a estratégia SA que obteve o menor ($p < 0,05$) valor de MSFT.

De modo geral, ao se avaliar as estratégias RP, 5AP, MM e EP dentro da altura de 70 cm, por ciclo, não se verifica distinção entre elas, contudo ao se contabilizar a produção total e número de ciclos de produção percebe-se vantagem quantitativa para as estratégias RP, 5AP, e EP.

O aumento da matéria seca de forragem total observada na estratégia EP, dentro do tratamento com altura de corte de 70 cm, possivelmente foi atribuída ao maior incremento de nitrogênio e fósforo (Tabela 10). Influenciada pelas maiores quantidade desses elementos, a exemplo o nitrogênio, gera-se um aumento no fluxo de produção de biomassa na planta forrageira o que conseqüentemente eleva os teores de MSFT. Esses resultados estão de acordo com aquelas encontrados por Mello et al. (2008) e Escarela et al. (2017), que observaram aumento na produção de matéria seca da parte aérea do capim-Mombaça com maiores níveis de adubação nitrogenada.

Em condições favoráveis ao desenvolvimento da planta forrageira a adubação incrementa a produção de massa seca do *Panicum maximum*, pois além de acelerar o crescimento, aumenta o tamanho das folhas, o aparecimento e desenvolvimento de perfilhos, fatores estes diretamente relacionados a produção, o que proporciona maiores números de colheitas (MARTUSCELLO et al. 2006). Visto isso, o nitrogênio atua como controlador do processo de crescimento e desenvolvimento das plantas, proporcionando o aumento de biomassa influenciado pela grande deposição de nitrogênio nas zonas de divisão celular.

Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que além da adubação nitrogenada a adubação fosfatada incrementou a produção em relação aos parâmetros avaliados. O fósforo proporciona aumento de raízes e desenvolvimento de plantas, melhorando a

eficiência de utilização de água, desempenhando papel importante no crescimento radicular e perfilhamento da gramíneas, o que influencia diretamente na proporção de massa seca de forragem (REZENDE et al., 2010). Os níveis de fósforos, presente na recomendação EP, possivelmente proporcionou uma disponibilidade imediata desse nutriente no solo, o que levou a uma potencial utilização nas adubações, como visto na altura de manejo de desfolha de 70 cm (Tabela 10). Por outro lado, menores quantidades desse elemento no solo reduz a taxa de crescimento inicial e o estabelecimento da forragem (LIRA et al., 1994), o que pode ter limitado a capacidade produtiva da estratégia SA quando manejada nas duas alturas de desfolha.

Tabela 10 – Valores de produção de massa seca de forragem total (MSFT), massa seca de lâmina foliar (MSLF), massa seca de colmo (MSCO), massa seca de material morto (MSMM), do capim Mombaça (*Megathyrus maximus* cv. Mombaça) submetido a duas alturas de desfolha e cinco estratégias de adubação em 4 (quatro) ciclos de avaliação.

ALTURA	ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO					Média	CV%	DMS
	SA	RP	5AP	MM	EP			
MSFT (kg ha⁻¹)								
70	6856bA	7939abA	8479abA	7691abA	9301aA	8053,2		
90	6873bA	7473aA	8173aA	7821aA	8373aA	7742,6	20,24	1854
Média	6864,5	7706	8326	7756	8837			
MSLF (kg ha⁻¹)								
70	5951bA	6866abA	7088aA	6534abA	7537aA	6795,2		
90	5276bB	6109abB	6203aB	6353abB	6518aB	6091,8	20,12	674
Média	5613,5	6487,5	6645,5	6443,5	7027,5			
MSCO (kg ha⁻¹)								
70	944,50	938,55	1203,55	1237,41	1609,82	1186,76A		
90	1601,53	1056,55	1849,43	1316,63	1657,69	1496,36A	45,35	705, 74
Média	1273,01a	997,55a	1526,49a	1277,02a	1633,75a			
MSMM (kg ha⁻¹)								
70	63,86aA	22,22aB	33,61aA	71,29aB	100,35aA	58,26		
90	144,83abA	150,18abA	47,91bA	260,57aA	138,48abA	148,39	75,57	128,10
Média	104,34	86,2	40,76	165,93	119,41			

Médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas comparam (Alturas) e minúsculas nas linhas comparam (Estratégias de Adubação) não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação, DMS= diferença mínima significativa.

A massa seca de lâmina foliar (MSLF) apresentou efeito de interação ($p > 0,05$) entre alturas de desfolha e estratégias de adubação. Todas as estratégias foram afetadas pelas alturas de corte (Tabela 10), havendo mais MSLF na altura de 70 cm. Para o tratamento de altura de corte de 70 cm, os maiores valores ($p < 0,05$) de MSLF foram proporcionados pelas estratégias EP e 5AP, respectivamente. Ao comparar com as estratégias de adubação RP e MM dentro da mesma altura de manejo, estas foram similares. Por outro lado, o menor valor de MSLF a 70 cm de altura foi proporcionado pela estratégia SA (Tabela 10). O tratamento a altura de corte de 90 cm apresentou efeitos idênticos aos observados na altura de 70 cm.

As maiores produção de MSLF a 70 cm de altura de desfolha foram observadas nas estratégias EP e 5AP com os valores de 7537 e 7088 kg ha⁻¹, respectivamente, proporcionando um incremento médio de 21 e 16% na MSLF, em comparação com a estratégia de adubação zero (Tabela 10). As folhas representam a parte da planta com maior qualidade da forragem, sendo extremamente importante que grande parte da matéria seca seja representada por folhas (HERLING et al., 2000). O suprimento de fertilizantes, tais como nitrogênio e fósforo, potencializam a produção de MS de folhas, pois, quando aplicado, são assimilados e associados as cadeias de carbono, promovendo aumento dos constituintes celulares e consequente aumento do vigor de rebrota e produção total de matéria seca em plantas sobre condições climáticas favoráveis (DUPAS et al., 2016; GALINDO et al., 2018).

No manejo de desfolha a 90 cm de altura os maiores valores ($p < 0,05$) de produção de MSLF também foram proporcionadas pelas estratégias EP e 5AP, com incremento médio de 19 e 14%, respectivamente em comparação a estratégia SA que nestas condições de manejo obteve o menor valor de MSLF. O incremento das adubações EP e 5AP foram maiores em 70 cm do que 90 cm. O incremento na produção de matéria seca de lâmina foliar com a utilização de estratégias de adubação é reportada em diversos trabalhos, demonstrando que a aplicação de fertilizantes influencia na produção de massa seca de plantas forrageiras (ALEXANDRINO et al., 2005; MACEDO et al., 2010; MARTUSCELLO et al., 2015). Respostas semelhantes foram observadas no trabalho de Cunha et al. (2010) e Castagnara et al. (2014), que avaliando a produtividade do *Panicum maximum* (mombaça) em função de diferentes níveis de nitrogênio observaram incremento na produção de matéria de lâmina foliar.

A produção de MSLF também é influenciada pelo fósforo, como observado Oliveira et al. (2013), testando diferentes quantidade de fósforo (0, 50, 70 e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅) sobre as características estruturais observaram aumento na produção de massa seca de folhas nas maiores doses de fósforo, o que vai de encontro com os resultados da presente pesquisa, uma

vez que a estratégia EP, em comparação as demais estratégias, continham em sua formulação uma maior dose total de P.

Independente da estratégia de adubação, a altura de desfolha de 70 cm teve mais MSLF que 90 cm porque: 1 - em 90 cm houve maior perda de biomassa por senescência nos tratamentos RP e MM; 2 - mesmo não havendo diferenças estatísticas significativas para MSCO, em 90 cm a biomassa de colmo foi numericamente maior, e isso fez com que houvesse maior participação de componente na biomassa total; 3 - em 70 cm a produção de MSFT foi maior, e com menor participação do componente colmo, dessa forma produziu mais MSLF ao longo do ensaio.

Não houve interação entre as alturas de desfolha e estratégias de adubação para a massa seca de colmo (MSCO), nem influência das estratégias de adubação e alturas sobre essa variável ($p > 0,05$). Comumente o prolongamento do intervalo de colheita e o aumento no índice de área foliar influenciaram para produção de colmo, tornando a planta menos eficiente já que a hierarquia de partição de assimilados passa a priorizar a produção de colmo, que se deve ao próprio desenvolvimento da planta (MACEDO, et al., 2010), no entanto, no presente estudo observou-se que os valores de IAF foram próximos nas duas alturas de manejo, o que pode ter provocado resultados não significativos para a massa seca de colmo (Tabela 10). Isso evidencia que: 1 - o benefício em se cortar a 70 cm são os ganho em MSLF; 2 - o corte a 90 cm, e não mais que isso, de fato, não compromete a estrutura do pasto; 3 - o IAF em 70 não é penalizado devido o menor período de descanso; 4 - o menor intervalo de corte em 70 não prejudica a sobrevivência da planta.

A massa seca de material morto (MSMM) apresentou efeito de interação ($p < 0,05$) entre alturas de desfolha e estratégias de adubação. Contatou-se que as estratégias de adubação SA, 5AP e EP não foram afetadas pelas alturas de corte (Tabela 10). As estratégias de adubação RP e MM obtiveram maiores ($p < 0,05$) valores de MSMM quando manejadas a altura de 90 cm de desfolha. Isso indica que em 70 cm houve total aproveitamento da biomassa produzida. Para o tratamento de altura de corte de 70 cm, não foi verificado efeito das estratégias de adubação para com a massa seca de material morto. No tratamento de altura de 90 cm, a estratégia de adubação MM obteve o maior valor de MSMM, sendo similar as estratégias SA, RP, MM e EP. A menor MSMM foi proporcionada pela estratégia 5AP.

Possivelmente a diferença observada MSMM, no manejo de desfolha (70 e 90 cm), nos tratamentos de adubação RP e MM, pode estar associada ao aumento do período de descanso observado quando se manejou as estratégias a altura de 90 cm. Nestas condições foi observado aumento médio de 43 e 37% respectivamente, na quantidade de dias de duração do período de

descanso em comparação ao tratamento de manejo de desfolha de 70 cm (Tabela 8). Com maior período de descanso em tais condições, para as estratégias RP e MM tem-se um maior sombreamento das folhas da base do perfilho, o que diminui a eficiência fotossintética, influenciando nas taxas de senescência (ALEXANDRINO, et al., 2008).

O menor valor de MSMM quando o capim Mombaça foi manejado a altura de desfolha de 90 cm foi observado para a estratégia de adubação 5AP, com valor de 47,91 kg ha⁻¹ de massa morta. Estes resultados veem a ser justificado por influência do menor intervalo de corte, com média de 22,33 dias observado para tal estratégia de adubação (Tabela 8), já que, com o aumento do período de descanso observa-se incremento no componente morfológico biomassa de folha morta (FARIA et al., 2015). Os intervalos menores observados pela estratégias 5AP e EP, em 90 cm, contribuíram para uma menor taxa de senescência foliar devido ao suprimento de nutrientes NPK, que podem ter elevado a taxa de sobrevivência das folha, que mesmo estando mais sombreadas pode ter tido menor exportação de nutrientes (OLIVEIRA et al., 2007).

Quantos aos atributos químicos do solo da área experimental, verificou-se que não houve interação ($p < 0,05$) entre as estratégias de adubação e altura de desfolha sobre o teor de fósforo (P) disponível no solo. As alturas não afetaram o valor de P, mas influenciam os efeitos das adubações (Tabela 11). Para o tratamento de altura de desfolha de 70 cm a estratégia EP obteve o maior ($p < 0,05$) valor de P, sendo similar a estratégia de adubação 5AP. Quando se avaliou o tratamento de altura de desfolha de 90 cm, o P foi superior para a estratégia de adubação EP em relação as demais estratégias de adubação.

O P desempenha funções estruturais na planta pois promove maior crescimento, faz parte de compostos orgânicos como síntese de ATP, aminoácidos e todas as enzimas, participando de diversos processos metabólicos, em especial no processo de transferência e armazenamento de energia (MALAVOLTA, 2006). Logo, isto deve ter concorrido para os maiores desempenhos dos tratamentos EP e 5AP, seguido de RP, e pode ter sido o principal elemento a elevar a produção de forragem nesses tratamentos, haja vista a baixa disponibilidade desse nutriente no solo experimental (0,8 mg dm⁻³). O tratamento 5AP mostrou-se eficiente em elevar o teor de P no solo, pois mesmo tendo menor teor de P na recomendação total, mostrou-se significativamente igual a EP.

Os valores observados via análise de solo da área experimental para o tratamento EP apesar de superiores as demais estratégias de adubação dentro das duas alturas de manejo (70 e 90 cm) ainda são considerados relativamente baixos. No solo, o teor de P adequado para forrageiras exigentes, assim como o capim Mombaça, é entorno de 12 mg P dm⁻³ (JANK et al.,

2010), nota-se, portanto, que, os valores indicados pela análise de solo anterior a implantação do experimento, com valor de $0,8 \text{ mg dm}^{-3}$, estão bem abaixo dos valores indicados para espécies forrageiras com maior exigência deste nutriente, exigindo a necessidade de aplicação (PRADO et al., 2008). Visto isto, a utilização de fontes solúveis de fósforo, tais como os superfosfatos, presente na estratégia de adubação EP ocasionou uma liberação imediata desse nutriente no solo, o que elevou os valores de P no solo para $7,53 \text{ mg dm}^{-3}$ e $9,03 \text{ mg dm}^{-3}$, no manejo de 70 e 90 cm de altura respectivamente. No entanto, é importante salientar que o solo é considerado um grade dreno para este elemento e que provavelmente foi responsável por adsorver grande parte desse P, sendo assim requerido grandes quantidade de fósforo na correção da fertilidade do solo da área experimental (RESENDE et al., 2006).

Com isso infere-se que a estratégia EP, por apresentar maior custo com P, deve ser adotada onde há demanda imediata de intensificação do sistema de produção. Já estratégias como 5AP, RP e MM podem ser adotadas para projetos de elevação dos teores de P a médio e longo prazo. Para o tratamento sem adubação verificou-se elevação do teor de P mesmo não havendo adição externa de fonte de P, isso pode ser resultado de processos de solubilização do elemento ao longo do período experimental (ARAÚJO et al., 2008).

Tabela 11 – Valores médios de fósforo (P), potássio (K), hidrogênio (H⁺), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e capacidade de troca de cátions (CTC) do solo da área experimental contendo o capim Mombaça (*Megathyrus maximus* cv. Mombaça) submetido a 2 (duas) alturas de desfolha e 5 (cinco) estratégias de adubação.

ALTURA	ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO					Média	CV%	DMS
	SA	RP	5AP	MM	EP			
Fósforo (mg dm^{-3})								
70	1,47Ac	3,02Abc	4,86Aab	2,93Abc	7,53Aa	3,96		
90	1,42Ab	3,01Ab	3,96Ab	3,30Ab	9,03Aa	4,14	32,05	1,89
Média	1,44	3,01	4,41	3,11	8,28			
Potássio (cmolc dm^{-3})								
70	0,33	0,35	0,39	0,48	0,54	0,041A		
90	0,32	0,32	0,37	0,37	0,48	0,037A	33,35	0,01
Média	0,32a	0,33a	0,38a	0,42a	0,51a			
H⁺ (cmolc dm^{-3})								
70	4,59	4,11	3,98	3,84	3,94	4,09A		
90	4,72	4,10	4,22	4,25	4,08	4,27A	9,87	0,60

Média	4,65a	4,10a	4,1a	4,04a	4,01a			
	Cálcio (cmolc dm⁻³)					Média	CV%	DMS
70	1,46Aa	1,20Aa	1,10Aa	1,11Aa	1,69Aa	1,31		
90	1,72Aab	1,15Ab	1,41Aab	1,26Ab	2,07Aa	2,07	24,11	0,50
Média	1,59	1,17	1,25	1,18	1,88			
	Magnésio (cmolc dm⁻³)					Média	CV%	DMS
70	0,74	0,61	0,52	0,55	0,71	0,59A		
90	0,73	0,56	0,58	0,55	0,71	0,62A	27,10	0,24
Média	0,73a	0,58a	0,55a	0,55a	0,71a			
	CTC (cmol dm⁻³)					Média	CV%	DMS
70	6,90Aa	6,01Aa	5,75Aa	5,63Aa	6,47Aa	6,15		
90	7,27Aa	5,94Ab	6,34Aab	6,20Aab	6,97Aab	6,54	9,66	0,89
Média	7,08	5,97	6,04	5,98	6,72			

Médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas comparam (Alturas) e minúsculas nas linhas comparam (Estratégias de Adubação) não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação, DMS= diferença mínima significativa.

Em relação ao potássio, não foi constatada interação ($p < 0,05$) entre as estratégias de adubação e alturas de desfolha sobre seu teor no solo (Tabela 11). Os níveis de K no solo não foram afetados pelas estratégias de adubação. Os resultados de análise de solo da área experimental, realizada em virtude da implantação do experimento demonstrou níveis satisfatórios de potássio, de modo que as estratégias de adubação praticadas no estudo pouco influenciaram no incremento e disponibilidade deste nutriente no solo. Assim como o potássio, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) para o hidrogênio (H^+) em função das estratégias de adubação e alturas de desfolha (Tabela 11). Isso indica que a fonte e a quantidade de ureia aplicada não foi alta suficiente para acidificar o solo.

Verifica-se que não houve interação ($p < 0,05$) entre as estratégias de adubação e altura de desfolha sobre o teor de cálcio (Ca) disponível no solo. As estratégias de adubação não foram afetadas pelas alturas de desfolha. Não houve diferença significativa entre as estratégias de adubação dentro da altura de manejo de desfolha de 70 cm. Já no manejo de desfolha de 90 cm as estratégias de adubação foram diferentes estatisticamente, com maiores valores ($p < 0,05$) de Ca para a estratégia EP. Ao comparar com as demais estratégia 5AP e SA dentro da mesma altura de manejo estas foram similares. Sob o tratamento de 90 cm de altura os menores valores de Ca foi proporcionada pela estratégia de adubação RP (Tabela 11).

O cálcio presente na solução do solo possivelmente foi influenciado pelos níveis de fósforo presente na recomendação EP, que para a altura de manejo de 90 cm obteve os maiores valores de cálcio. Dentre os fertilizantes, o superfosfato simples possui em sua composição de 18 a 20% de cálcio (EMBRAPA, 2016) o que pode ter contribuído para a elevação dos teores desse elemento no solo submetido a estratégia de adubação EP. A estratégia SA, com teor de Ca intermediário, pode ter tido menor depleção dos estoques de Ca em função dos menores níveis de crescimento e exportação da forrageira. Já os tratamentos RP e MM promoveram maior crescimento de forrageira e não forneceram maiores quantidades de Ca, o que culminou na redução deste elemento nesses tratamentos.

Para o magnésio, não foi constatada interação ($p < 0,05$) entre as estratégias de adubação e alturas de desfolha sobre seu teor no solo (Tabela 11). Os níveis de Mg no solo não foram afetados pelas estratégias de adubação, nem pelas alturas de corte, permanecendo aos níveis no solo compatíveis com os resultados de análise de solo da área experimental realizada em virtude da implantação do experimento, que já demonstrava níveis satisfatórios desse elemento, de modo que as estratégias de manejo praticadas no estudo pouco influenciaram no incremento e disponibilidade no solo.

Para a capacidade de troca de cátions (CTC) não foi verificada interação ($p < 0,05$) entre alturas de desfolha e estratégias de adubação. Constatou-se que as estratégias de adubação não foram afetadas pelas alturas de desfolha (Tabela 11). Para o tratamento de altura de desfolha de 70 cm não houve diferença significativa entre as estratégias de adubação. Em contrapartida os tratamentos manejados a altura de 90 cm foram diferentes estatisticamente, com maiores valores ($p < 0,05$) de CTC para a estratégia de SA. Ao comparar com as estratégias de adubação 5AP, MM e EP dentro da mesma altura de manejo estas foram similares. Os menores valores de CTC a 90 cm de altura foi proporcionada pela estratégia de adubação RP (Tabela 11). A CTC somente foi afetada, apresentando menor valor, na estratégias de manejo adubação RP à 90 cm. Isso pode ter acontecido porque este tratamento pode ter elevado a exportação de bases com Ca (menor valor: $1,15 \text{ cmol dm}^{-3}$) ao passo que apresentou produção de forragem similar a 5AP e EP.

As estratégias de adubação e manejo de desfolhas mostraram efeito de interação ($p < 0,05$) sobre o custo para se produzir 1 (um) quilograma (kg) de massa seca de lâmina foliar ha^{-1} - (custo kg MSLF ha^{-1}) do capim Mombaça, e sobre a eficiência de aproveitamento dos fertilizantes para produzir um quilograma de forragem ($\text{kgMSLF KgAduboNPK ha}^{-1}$) (Tabela 12).

As estratégias de adubação RP e MM não foram afetadas pelas alturas de corte do presente estudo, proporcionando valores similares para o custo de produção de massa seca lâmina foliar ha^{-1} . As estratégias 5AP e EP obtiveram maiores valores de custo para se produzir 1 (um) kg de MSLF quando manejadas a altura de 70 cm. Para o tratamento de altura de corte de 70 cm, a estratégia EP obteve o maior ($p < 0,05$) valor de kg de MSLF (Tabela 12). No tratamento de altura de desfolha de 90 cm os maiores ($p < 0,05$) valores para se produzir um quilograma de MSLF foram proporcionadas pelas estratégias de adubação 5AP e EP. Com relação ao manejo de alturas, as estratégias 5AP e EP tornam-se mais baratas quando trabalhadas a altura de 90 cm.

Tabela 12 - Valores de custo médios em reais para se produzir 1 (um) quilograma de massa seca de lâmina foliar e eficiência de produção de massa seca de lamina foliar expresso pela MSLF (kg ha^{-1}) em função da quantidade total de fertilizantes aplicado por ciclo (kg de nutrientes NPK) do capim Mombaça de acordo com as estratégias de adubação e manejo de alturas de desfolha.

Estratégias	Alturas de desfolha (cm)		Médias	CV%
	70	90		
	-----custo (R\$) kg MSLF-----			
Reposição	0,26cA	0,14bA	0,20	26,20
5ª Aproximação	0,59bA	0,37aB	0,48	
Adaptada de Michaelis-Menten	0,27cA	0,15bA	0,21	
Elevação de P	0,95aA	0,47aB	0,71	
Média	0,51	0,28		
Estratégias	70	90	Médias	CV%
	-----eficiência aparente-----			
Reposição	18,67bB	63,07aA	40,87	20,35
5ª Aproximação	20,67bA	24,06bA	22,36	
Adaptada de Michaelis-Menten	47,64aB	61,78aA	54,71	
Elevação de P	17,13bA	19,75bA	18,44	
Média	26,02	42,16		

Valores expressos em reais kg^{-1} gastos com insumos por ciclo e eficiência de produção de kg de massa seca de lâmina foliar ciclo⁻¹. Média de quatro ciclos produtivos. Médias seguidas de letras maiúsculas comparam (Alturas) e minúsculas comparam (Estratégias de Adubação).

As estratégias RP e MM obtiveram valores inferiores quando comparada as demais estratégias de adubação, tanto na altura de 70 cm de desfolha, quanto para 90 cm, por garantirem maior produção de massa seca de lâmina foliar pelo menor custo (Tabela 12). Essas estratégias apresentaram valores monetários mais baixos para se produzir kg de MSLF, dentro das duas alturas de manejo (70 e 90 cm), o que as tornam mais viáveis economicamente em comparação as demais estratégias de adubação do presente estudo. No entanto, é importante salientar, que a estratégia MM propiciou maiores intervalo de colheita nas duas alturas (Tabela 8), o que compromete a quantidade de ciclos produtivos ao longo de um ano. Já a estratégia RP, se

mostrou bastante eficiente quando manejada a 70 cm de altura, visto que em tal condição, obteve menores valores de duração de ciclo (Tabela 8), além de proporcionar menor custo para se produzir um kg de massa seca de lâmina foliar.

As estratégias 5AP e EP, a 70 cm de altura, e EP, a 90 cm de altura (Tabela 12) obtiveram valores maiores para se produzir um kg de MSLF. Essas estratégias, utilizaram mais insumos, o que elevou o custo para se produzir um kg de MSLF. A alta carga de fertilizante contida, a exemplo, na estratégia de adubação EP torna-a uma recomendação de adubação “cara”, apesar, de ter proporcionado períodos menores de descanso e bons resultados de massa seca total, de lâmina foliar e perfilhamento. Assim, EP, vem a ser recomendação não viável economicamente quando se pretende aliar maior produção e menor custo.

A estratégia de adubação 5AP, também proporcionou um custo mais elevado para se produzir 1 (um) kg de massa seca de lâmina foliar ha^{-1} em comparação as estratégias RP e MM, mas esta apresentou maiores níveis de produção de MS, perfilhamento, IAF e frequência de colheita. Quando manejada a altura de desfolha de 70 cm, aumenta a quantidade de ciclos produtivos, por proporcionar uma menor duração de período de descanso, o que ao longo de um ano pode elevar a produção de massa de massa seca total.

Quanto a eficiência de produção foi observado efeito de interação ($p < 0,05$) entre as estratégias de adubação e manejo de desfolhas do capim Mombaça (Tabela 12). As estratégias de adubação 5AP e EP não foram afetadas pelas alturas de corte do presente estudo, proporcionando valores similares de eficiência aparente de produção. As estratégias RP e MM obtiveram maiores valores ($p < 0,05$) de eficiência quando manejados a altura a 90 cm de altura. Para o tratamento de altura de corte de 70 cm, a estratégia MM obteve o maior valor (Tabela 12). O tratamento de altura de desfolha de 90 cm, os maiores ($p < 0,05$) valores de eficiência foram proporcionadas pelas estratégias de adubação MM e RP.

O valor de eficiência de produção da estratégia de adubação MM manejado a altura de desfolha de 70 cm, foi superior as demais estratégias em tais condições de manejo. No entanto, tal resultado não é contundente em afirmar que esta estratégia é a mais eficiente, já que quando se avalia outros parâmetros de produção, tal como período de descanso, massa seca de lâmina foliar e número de perfilhos, observa-se menores valores para esta estratégia. Ao avaliar a estratégia de adubação RP, esta proporcionou bom resultado de eficiência de produção no tratamento de altura de corte de 90 cm, apresentou bons resultados de produção de MS total, MS de folhas e perfilhos mas não se mostrou eficiente em diminuir o período de descanso, o que pode influenciar a capacidade de produção dessas estratégia a longo prazo.

Dentre as estratégias mais baratas, e portanto eficientes, tem-se destaque para RP, por esta apresentar número de ciclos, redução do intervalo entre pastejo de 24 para 21 dias (tabela 8), produções de MSFT, MSLF MSMM, IAF, número de perfilhos, valores de Ca e CTC do solo similares as estratégias a 5AP e EP. Para as estratégias de melhor eficiência e maior produtividade e intensificação tem-se a recomendação 5AP.

Os menores valores de eficiência aparente de produção foi proporcionadas pelas recomendações 5AP e EP, nas duas alturas de desfolha do presente estudo. Contudo, estas estratégias foram responsáveis maiores índices produtivos para as características estruturais e de produção do capim Mombaça, e, as principais responsáveis também pela diminuição no período de descanso (Tabela 8), o que as tornam estratégias que provocam impacto na intensificação da produção de forragem a curto prazo, sendo a estratégia 5AP numericamente mais eficiente que EP. A alta carga de insumos utilizada pela estratégia de adubação Elevação de fósforo, proporcionou elevação na produção de biomassa, mas tornou o sistema produtivo mais caro, o que pode impossibilitar sua utilização por parte dos produtores.

3.4 CONCLUSÃO

A estratégia de adubação 5ª aproximação aliada ao tratamento de altura de desfolha de 70 cm proporciona maior incremento sobre as características estruturais e de acúmulo de forragem do capim Mombaça nas condições tropicas por garantir maior produção de massa seca pelo incremento das características estruturais, além de proporcionar menores períodos de descanso o que aumenta a quantidade de ciclos produtivos ao longo do ano.

A estratégia de adubação Reposição foi eficiente em diminuir o custo médio para se produzir um quilograma de massa seca de lâmina foliar a altura de desfolha de 70 cm, o que a torna uma recomendação que pode ser explorada por parte dos produtores em sistemas de produção de médio e longo prazo por elevar a produção com menor valor monetário empregado.

A estratégia de adubação michaellis – meten se mostrou eficiente quando manejada a altura de desfolha 90 cm, por proporcionar baixos custo para se produzir massa seca, no entanto, esta proporciona menores números de ciclos produtivos. A alta carga de insumos utilizada pela estratégia de adubação Elevação de fósforo, proporciona elevação na produção mas torna o sistema produtivo mais caro o que impossibilita a sua utilização por parte dos produtores.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRINO, E. GOMIDE, C. A. M; CÂNDIDO, M. J. D; GOMIDE, J. A. Período de descanso, características estruturais do dossel e ganho de peso vivo de novilhos em pastagem de capim-Mombaça sob lotação Intermitente. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 6, p. 2174-2184, 2005.
- ALEXANDRINO, E.; CANDIDO, M. D.; GOMIDE, J. A. Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim-mombaça mantido sob deferentes alturas. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 12, n. 1, p. 59-71 jan/mar, 2011.
- ALEXANDRINO, E.; MOSQUIM, P. R.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; VAZ, R. G. V.; DETMANN, E. Evolução da biomassa e do perfil de reserva orgânica durante a rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 9, n. 2, p. 190-200, abr/jun, 2008.
- ARAÚJO A. P; MACHADO, C. T. T.; FÓSFORO. In: **Nutrição Mineral de Plantas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa – Minas Gerais, p. 253 – 280, 2007.
- BARBOSA, R. A.; JÚNIOR, D. N.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, S. C.; ZIMMER, A. H.; TORRES, R. A. A. Tanzania grass subjected to combinations of intensity and frequency of grazing. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 3, p. 329-340, mar. 2007.
- 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.
- CASTAGNARA, D. D.; MESQUITA, E. E.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R.; ZOZ, T.; ZOZ, A. Morphogenesis and production of Tanzânia, Mombaça and mulato grasses under nitrogen fertilization. *Magazine Bioscience*, Uberlandia, v. 30, supplement 1, p. 45-54, june, 2014.
- CECATO, U.; SKROBOT, V. D.; FAKIR, G. M.; JOBIM, C. C.; BRANCO, A. F.; GALBEIRO, S.; JANEIRO, V. Características morfogênicas do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) adubado com fontes de fósforo, sob pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1699-1706, 2007.
- COSTA, N. D. L.; Jank, L.; MAGALHÃES, J. A.; RODRIGUES, A. N. A.; FOGAÇA, F. H. D. S.; BENDAHAN, A. B. e SANTOS, F. J. D. Produtividade de forragem, composição química e morfogênese de *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça sob períodos de descanso. *Resvista Pubvet* 11:1169-1174, 2017.
- CUNHA, O. F. R; SANTOS, A. C.; ARAÚJO, L. C; FERREIRA, E. M. Productivity of panicum maximum (mombaça) in function of different nitrogen levels.. *Revista Brasileira Saúde e Produção Animal*, v. 11, n. 4, p. 941-952 out/dez, 2010.

DUPAS, E.; BUZETTI, S.; RABÊLO, F. H. S.; SARTO, A. L.; CHENG, N. C.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GALINDO, F. S.; DINALLI, R.P.; GAZOLA, R.N. Nitrogen recovery, use efficiency, dry matter yield, and chemical composition of palisade grass fertilized with nitrogen sources in the Cerrado biome. *Australian Journal of Crop Science*, v.10, n. 9, p. 1330-1338, 2016.

EMBRAPA, **Adubação mineral**. Disponível em: < www.agencia.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 09 de julho de 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. (2018) **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro.

ESCARELA, C. M; PIETROSKI, M.; PRADO, R. M.; CAMPOS, C. N. S.; CAIONE, G. Effect of nitrogen fertilization on productivity and quality of Mombasa forage (*Megathyrus maximum* cv. Mombasa). *Revista Ciência animal y pastizales*, p. 42-48, 2017.

FARIA, A. J. G.; FREITAS, G. A.; GEORGETTI, A. C. P.; SILVA, M. C. A.; SILVA, R. R. Nitrogen and potassium fertilization on the productivity of the Mombasa grass on phosphate fertilization. *Journal of Bionergy and Food Science*, v. 2, n. 3: p. 98-106. 2015.

FERREIRA DA COSTA, R.; SOUZA, P. F.; SILVA, J. A.; COSTA, A.C.L.; RODRIGUES, H. J. B. Como os sistemas oceano-atmosfera influenciam na redução das chuvas em Parauapebas, Pará. **XX Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 27 a 30 nov., Maceió, AL. p. 827-833, 2018.

GALINDO, F. S.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, C. M.; DUPAS, E.; LUDKIEWICZ, M. G. Z. Acúmulo de matéria seca e nutrientes no capim-Mombaça em função do manejo da adubação nitrogenada. *Revista de agricultura neotropical*, v. 5, p. 1-9, 2018

HEINRICH, C. M.; MONREAL, E. T.; SANTOS, C. V.; SOARES FILHO, M. D.; REBONATTI, N. M. Phosphorus Sources and Rates Associated with Nitrogen Fertilization in Mombasa Grass Yield. *Soil science and plant analysis*, v. 47, n. 5: p. 657-669, 2016.

HERLING, V. R.; et al. Tobiatã, Tazânia e Mombaça. In: Peixoto AM et al. (Eds.). In: Simposio Sobre Manejo da Pastagem, 17, Piracicaba. Anais... Piracicaba: **Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz**, p. 21-64, 2000.

JANK, L.; MARTUSCELLO, J. A.; EUCLIDES, V. P. B.; VALLE, C. B.; RESENDE, R. M. S. *Panicum maximum*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. Plantas Forrageiras. **Universidade Federal de Viçosa – MG**: Ed. UFV, 2010.

JANK, L.; SAVIDAN, Y.; SOUZA, M.T. et al. Avaliação de germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da África. 1. Produção forrageira. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 23, n. 3, p. 433-440, 1994.

KÖPPEN, W. Climatologia: conunestudio de los climas de latierra. **Fundo de Cultura Econômica**. México. P. 479, 1948.

- LANA, R. P. **Respostas de animais e plantas aos nutrientes**. 2. Ed. Viçosa: Editora UFV, p. 171, 2015.
- LIRA, M. A.; FARIAS, I.; FERNANDES, A. P. M. Estabilidade de resposta do capim Braquiária (*Brachiariadecumbens*) sob níveis crescentes de nitrogênio e fósforo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 8, p. 1151-1157, 1994.
- MACEDO, C. H. O; ALEXANDRINO, E; JAKELAITIS, A; VAZ, R. G. M. V; REIS, R. H. P; VENDRUSCULO, J. Características agronômicas, morfogênicas e estruturais do capim *Panicum maximum* cv. Mombaça sob desfolhação intermitente. *Revista Brasileira Saúde e Produção Animal*, v. 11, n. 4, p. 941-952 out/dez, 2010.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 2006. 638p
- MARTUSCELLO, J. A. DA SILVA. L. P.; CUNHA, D. N. F. V.; BATISTA, A. C.S.; 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, jan/mar. 2015.
- MARTUSCELLO, J.A; FONSECA, D. M; NASCIMENTO, D; SANTOS, P. M; RIBEIRO J. I; CUNHA, D. N. F. G. 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.
- Mello, S. Q. S.; França, A. F. S; Lanna, A. C.; Bergamaschine, A. F.; Klimann, H. J.; Rios, L. C. Adubação nitrogenada em capim-mombaça: Produção, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. *Ciência Animal Brasileira*, v. 9(4), p. 935-947, 2007.
- MELO, J. C.; ALEXANDRINO, E.; PAULA, J. J. N.; REZENDE, J. M.; SILVA, A. A. M.; SILVA, D. V.; OLIVEIRA, A. K. R. Comportamento ingestivo de bovinos em capim-piatã sob lotação intermitente em resposta a distintas altura de entrada. *Revista Brasileira Saúde e Produção Animal, Salvador*, v. 17, n. 3, p. 385-400 jul/set, 2016.
- MESQUITA, E. E.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R. Teores críticos de fosforo no solo e características morfogênicas de *Panicum maximum* cultivares Mombaça e Tanzânia-1 e *Brachiaria* híbrida mulato sob aplicação de fósforo. *Revista Brasileira Saúde e Produção Animal*, v. 11, n. 2, p. 292-302 abr/jun, 2010.
- OLIVEIRA, A. B.; PIRES, A. J. V.; NETO, U. M.; CARVALHO, G. P.; VELOSO, C. M.; SILVA, F. F. Morfogênese do capim-tanzânia submetido a adubações e intensidades de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 4, p. 1006-1013, 2007.
- OLIVEIRA, W. L.; RODRIGUES, R. C.; PARENTE, H. N.; GALVÃO, C. M. L.; CARDOSO, S. S. S.; ARAÚJO, I. G. R.; SILVA JÚNIOR, A. L. Agronomic traits, morphogenetic and structural xaraés grass fertilized with diferente amounts of phosphorus. *Revista Brasileira de Agropecuária sustentável*, v. 3 n. 2, p. 45-51 ref 11, 2013.

- PALHANO, A. L.; CARVALHO, P. C. F.; CITTRICH, J. R.; MORAES, A.; BARRETO, M. Z.; SANTOS, M. C. F. Estrutura da pastagem e padrões de desfolhação em capim-mombaça em diferentes alturas do dossel forrageiro. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1860-1870, 2005.
- RESENDE, A. V.; NETO, A. E. F.; ALVES, M. C.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; SANTOS, J. Z. L. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do Cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 453-466, 2006.
- REZENDE, R.; HELBEL JUNIOR, C.; SOUZA, R.S.; ANTUNES, F.M.; FRIZZONE, J.A. Crescimento inicial de duas cultivares de cafeeiros em diferentes regimes hídricos e dosagens de fertirrigação. *Engenharia Agrícola*, v. 30, p. 447-458, 2010.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG, 1999.
- RODRIGUES, O. D. R.; SANTOS, A. C.; RODRIGUES, M. O. D.; SILVA, R. R.; JUNIOR, O. S. Morphogenesis and structure of mombassa grass over different growth periods. *Semana: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 38, n. 5, p. 3271-3282, set./out, 2017.
- SHIPONENI, N. D. N.; CARRICK, P. J.; HOFFMAN, N. A. M. Effects of root competition and soils on seedling establishment at the ecotone between an arid grassland and succulent shrubland in South Africa. *Journal of Vegetation Science*, v. 25, p. 402-410, 2014.
- SILVA, A. B.; JUNIOR, M. A. L.; DUBEUX, J. C. B.; FIGUEIREDO, M. V. B.; VICENTIN, R. P. Estoque de serapilheira e fertilidade do solo em pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* após implantação de leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37:502-511. 2013.
- SILVA, S. A.; LIMA, J. S. S.; J. M. Variabilidade espacial de atributos químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado em plantio direto. *Revista Ciência Agronômica*, v. 44, n. 1, p. 16-23, 2013.
- TEIXEIRA, F. A.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; FRIES, D. D.; REZENDE, C. P.; COSTA, A. C. P. R.; SANTOS, C. S.; NASCIMENTO, P. V. N. Estratégias de adubação nitrogenada, características morfogênicas e estruturais em pastos de *Brachiaria decumbens* diferidos por 95 dias. *Ciências Agrárias*, v. 35, n. 2, p. 987-998, 2014.
- UEBELE, M.C. **Padrões demográficos de perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.