

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS DE ARAGUAÍNA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL**

**ANA KASSIA RIBEIRO DE OLIVEIRA**

**MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA SOBRE O COMPORTAMENTO  
PRODUTIVO DO CAPIM MOMBAÇA**

ARAGUAÍNA-TO  
2019

ANA KASSIA RIBEIRO DE OLIVEIRA

**MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA SOBRE O COMPORTAMENTO  
PRODUTIVO DO CAPIM MOMBAÇA**

UFT  
2019

**ANA KASSIA RIBEIRO DE OLIVEIRA**

**MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA SOBRE O COMPORTAMENTO  
PRODUTIVO DO CAPIM MOMBAÇA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre, junto ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins.

Área de concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Emerson Alexandrino

ARAGUAÍNA  
2019

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

R484m Ribeiro de Oliveira, Ana Kassia.

Manejo da adubação nitrogenada sobre o comportamento produtivo do capim Mombaça. / Ana Kassia Ribeiro de Oliveira. – Araguaína, TO, 2019.

64 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ciência Animal Tropical, 2019.

Orientador: Emerson Alexandrino

1. Eficiência agrônômica. 2. Redução de aplicações de N. 3. Ureia protegida. 4. Ureia. I. Título

**CDD 636.089**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

**MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA SOBRE O COMPORTAMENTO  
PRODUTIVO DO CAPIM MOMBAÇA**

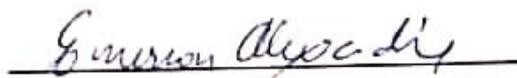
Por

Ana Kassia Ribeiro de Oliveira

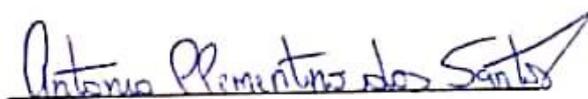
Dissertação apresentada para obtenção do título  
de Mestre, junto ao Programa de Pós-graduação  
em Ciência Animal Tropical da Universidade  
Federal do Tocantins.

Araguaína, 08 de fevereiro de 2019.

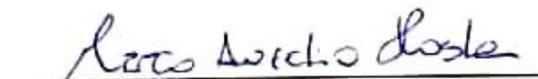
Banca examinadora,



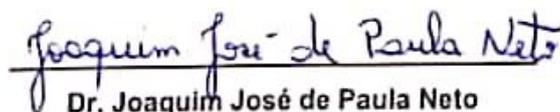
Dr. Emerson Alexandrino (Orientador)



Dr. Antônio Clementino dos Santos



Dr. Marco Aurélio Teixeira Costa



Dr. Joaquim José de Paula Neto

## DEDICATÓRIA

À memória do meu avô Leonardo Ribeiro por todas as contribuições em minha formação. Meu avô foi e é meu exemplo de coragem, humildade, fé, pai, avô e esposo, são poucas qualidades aqui listadas diante do ser humano que foi em vida, com ele aprendi o significado de ser eterno.

Mesmo diante de tantas dificuldades levou a vida com muita gratidão e amor que tanto contagiou toda nossa família. Obrigada pelos incentivos a minha educação. Mesmo não tendo muitos recursos e estudo sempre foi entusiasmado com a educação. Não irei esquecer de quando me pedia para pegar livros na biblioteca para que eu lesse, do livro “Meu pé de laranja lima” “minha filha que história bonita”. Não irei esquecer da imagem de que nunca é tarde para aprender, quando o via indo para a escolinha de idosos, das tarefinhas que tanto esforçava para cumpri-las.

Me orgulho de ter convivido cada dia com ser ético que foi, me educou sendo exemplo. Me orgulho das coisas que me ensinou, da oração antes de dormir, a contar bananas (uma dúzia) e de tantas outras que aprendi.

As minhas avós Deusdina Amorim e Francisca Oliveira, e minha mãe Maria de Jesus Ribeiro da Silva, por serem meu exemplo de mulher forte, mães, avós, guerreiras. Trago no meu peito muito amor e gratidão por cada gesto de carinho. Obrigada as minhas avós por tanto apoiarem minha mãe e de me acolherem. Obrigada pelo incentivo a minha educação e por sempre me lembrarem que conquistas vem seguidas de muito trabalho e dedicação. Obrigada vó Francisca por me ensinar ser pé no chão, “não dê passos maiores que as pernas”, “se esforce mais” “tem que ser melhor”. Obrigada vó Deusdina por me ensinar a ouvir mais. Obrigada mamãe por me ensinar a ser confiante.

Aos meus irmãos Adriana Ribeiro, Hawanderson Silva e Thaynara Silva, por me apoiarem nos meus projetos e também pelo carinho. Amo vocês.

Dedico também a tantos outros avós que ajudaram tantas mães a criarem seus filhos.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical e a Universidade Federal do Tocantins-UFT, por contribuírem com minha formação acadêmica e profissional. Agradeço também aos professores do programa que foram de suma importância para minha capacitação.

Ao meu Orientador Emerson Alexandrino, por ter idealizado e ser líder do Núcleo de Estudos em Produção de Ruminantes da Amazônia Legal- NEPRAL. Esse grupo além de produzir trabalhos que contribuem para a sociedade, também é responsável por desenvolver amor a pesquisa e capacitar profissionais. Deixo aqui, minha gratidão por todas as oportunidades que foram me dadas durante a graduação e mestrado, sou muito grata e orgulhosa de ser parte da história desse grupo, que irá e tem muito potencial para crescer.

Agradeço também todos os integrantes do grupo NEPRAL, em especial as pessoas que me iniciaram no grupo, Jonahtan Melo e Joaquim José de Paula Neto, a minha amiga e parceira de trabalho Denise Vieira da Silva. Gostaria também de agradecer a todos integrantes com quem trabalhei durante esses anos de NEPRAL. Não irei citar os nomes porque a equipe cresceu bastante, mas sem exceção pude aprender muito com todos. Muito obrigada!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Antônio Clementino dos Santos, por aceitar compor a banca e também por ser um profissional admirável e querido.

À banca e ao professor Marco Aurélio Teixeira da Costa, por contribuições no trabalho.

## RESUMO

### **Manejo da adubação nitrogenada sobre o comportamento produtivo do capim Mombaça**

Para realizar adubação nitrogenada em pastagens é procurado fontes minerais que proporcionam redução de custo e apresentem melhorias nas respostas biológicas em pastagens, entretanto para uso de fontes nitrogenadas como a ureia é necessário maior planejamento do protocolo e manejo das aplicações nitrogenadas, nesse sentido, afim de proporcionar maior eficiência de uso do nitrogênio aplicado no solo e promover flexibilidades nas divisões das aplicações, objetivou-se estudar e compreender como fontes nitrogenadas combinadas a números de aplicações (divisão da adubação nitrogenada) modificam as características morfogênicas, estruturais, produtivas, eficiência agronômica e status nutricional de nitrogênio em plantas de capim Mombaça, durante a estação de crescimento 24-11-2018 a 12-06-2019, compreendendo 200 dias de período experimental. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizados, em esquema fatorial [(3x2) +1], sendo avaliadas três fontes nitrogenadas (sulfato de amônio, ureia e ureia protegida) e duas divisões das aplicações de nitrogênio (parcelada em duas ou seis aplicações), com adição de um tratamento testemunha (sem aplicação de nitrogênio), com quatro repetições por tratamento, composta de área de 9m<sup>2</sup> cada. Foram realizadas avaliações morfogênicas, para obter variáveis morfogênicas e estruturais, densidade populacional de perfilhos (DPP), agronômica, eficiência agronômica e status nutricional da planta com aparelho CCM-200 Plus. As variáveis apresentadas nesse experimento demonstraram que as fontes nitrogenadas mantiveram maior efeito nas respostas observadas, onde verificou que o sulfato de amônio proporcionou menores taxas de senescência, e também respondeu com maior incremento na taxa de acúmulo líquido de forragem com superioridade em 28,36% e 11,16% em relação a ureia e ureia protegida respectivamente. Em relação a produção de forragem foi verificado que o sulfato de amônio promoveu maior produção e eficiência agronômica, no qual foi observado 60,98 kg MS/kg de N aplicado. A ureia protegida demonstrou maior similaridade com a ureia comum, podendo esse efeito ser decorrente do momento da aplicação dessas fontes em condições ambientais semelhantes e por isso puderam responder em eficiências de utilização do nitrogênio de forma igual. A menor divisão das aplicações demonstrou melhoria no status nutricional da planta, apresentando valores médios de 14,38 e 11,16 para duas e seis aplicações de nitrogênio. Com base nos resultados apresentados, o sulfato de amônio ainda demonstra ser mais eficiente que a ureia comum e protegida, e as aplicações nitrogenadas demonstraram maior flexibilidade, permitindo a redução das aplicações nitrogenadas.

**Palavras-chave:** Eficiência agronômica. Redução de aplicações de N. Ureia protegida. Ureia.

## ABSTRACT

### Management of nitrogen fertilization on the productive behavior of the Mombaça grass

In order to perform nitrogen fertilization in pastures, mineral resources are sought that provide cost reduction and improve biological responses in pastures. However, for the use of nitrogen sources such as urea, greater protocol planning and management of nitrogen applications are required. provide greater soil applied nitrogen use efficiency and promote flexibility in divisions of applications aimed to study and understand how nitrogen sources combined applications numbers (division of nitrogen fertilization) modify the morphogenesis structural productive, agronomic efficiency and Nitrogen nutritional status in plants of Mombasa grass, during the growing season 24-11-2018 to 12-06-2019, comprising 200 days of experimental period. We used a completely randomized design in a factorial [(3x2) +1] and evaluated three nitrogen source (ammonium sulfate, urea and urea protected) and two divisions of nitrogen applications (splitted into two or six applications), with addition of a control treatment (without application of nitrogen), with four replicates per treatment, composed of an area of 9m<sup>2</sup> each. Morphogenic evaluations were performed to obtain morphogenic and structural variables, population density of tillers (DPP), agronomic efficiency, agronomic efficiency and nutritional status of the plant with CCM-200 Plus apparatus. The variables presented in this experiment demonstrated that the nitrogen sources maintained a greater effect on the observed responses, where it was verified that ammonium sulfate provided lower senescence rates, and also responded with a greater increase in the rate of liquid forage accumulation with superiority in 28.36% and 11.16% relative to protected urea and urea respectively. In relation to forage production, it was verified that ammonium sulphate promoted higher production and agronomic efficiency, in which 60.98 kg DM / kg of N applied. Protected urea showed greater similarity with common urea, and this effect may be due to the time of application of these sources under similar environmental conditions and therefore could respond in nitrogen utilization efficiencies equally. The smaller division of the applications showed an improvement in the nutritional status of the plant, presenting average values of 14.38 and 11.16 for two and six nitrogen applications. Based on the results presented, the ammonium sulfate still shows to be more efficient than the common and protected urea, and the nitrogen applications demonstrated greater flexibility, allowing the reduction of the nitrogen applications.

**Keywords:** Agronomic efficiency. Reduction of applications N. Urea protected. Urea applications. Urea.

## LISTA DE FIGURA

<b>Figura 1</b> - Precipitação e temperatura mensurada durante o período experimental de novembro de 2017 a junho de 2018, na estação meteorológica do INMET no município de Araguaína-TO. Fonte: INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). .....	18
<b>Figura 2</b> - Valores descritivos de perfilhos avaliados na morfogênese em estágio vegetativo e reprodutivo. ....	24
<b>Figura 3</b> - Valores médios descritivos do período de descanso (PD) do capim Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações. ....	24
<b>Figura 4</b> - Valores descritivos do período de descanso dos cortes realizados no capim Mombaça.....	25
<b>Figura 5</b> - valores descritivos da densidade populacional de perfilhos do capim Mombaça ao longo do experimento. ....	31
<b>Figura 6</b> -Precipitação e temperatura mensurada durante o período experimental de novembro de 2017 a junho de 2018, na estação meteorológica do INMET no município de Araguaína-TO. Fonte: INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). ....	41
<b>Figura 7</b> - Valores médios descritivos do período de descanso (PD) do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações. ....	48
<b>Figura 8</b> - Valores descritivos do período de descanso dos cortes realizados no capim-Mombaça.....	49
<b>Figura 9</b> - Experimento realizado no laboratório NEPRAL. ....	62
<b>Figura 10</b> - Área formada de capim-Mombaça. ....	62
<b>Figura 11</b> - Sulfato de amônio, ureia protegida e ureia.....	62

<b>Figura 12-</b> Contagem de folhas aparecidas no perfilho. ....	63
<b>Figura 13-</b> Avaliação morfogênica .....	63
<b>Figura 14-</b> Leitura SPAD e coleta agronômica, com quadro retangular de 0,6 m <sup>2</sup> . ..	64
<b>Figura 15-</b> Contagem de perfilhos em um quadro retangular de 0,25 m <sup>2</sup> .....	64

## LISTA DE TABELA

<b>Tabela 1-</b> Análise química do solo da área experimental em pastos de capim Mombaça.....	19
<b>Tabela 2-</b> Datas das adubações de N e K <sub>2</sub> O.....	20
<b>Tabela 3</b> - Precipitação pluviométrica do momento e posterior à aplicação de nitrogênio.....	21
<b>Tabela 4</b> - Altura (cm), do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações. ....	23
<b>Tabela 5-</b> Taxa de aparecimento foliar (TApF), filocrono (FILO), taxa de alongamento foliar (TAIF), taxa de alongamento de colmo (TAIC), e Taxa de senescência foliar (TSF) do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações. ....	27
<b>Tabela 6</b> - Número de folhas vivas (NFV), duração de vida das folhas (DVF), comprimento médio de lâmina foliar (CMLF) e comprimento médio de bainha (CMB), do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações. ...	29
<b>Tabela 7-</b> Densidade populacional de perfilhos (DPP), do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações. ....	30
<b>Tabela 8-</b> Taxa de acúmulo líquido de forragem (TAF), do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações. ....	32
<b>Tabela 9-</b> Análise química do solo da área experimental formada de capim Mombaça. ....	42
<b>Tabela 10-</b> Datas que foram realizadas as adubações de N e K <sub>2</sub> O. ....	43

<b>Tabela 11-</b> Precipitação pluviométrica do momento e posterior à aplicação de nitrogênio.....	44
<b>Tabela 12-</b> Altura (cm) do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações. ....	47
<b>Tabela 13 -</b> Densidade volumétrica de forragem (DVFo) do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações. ....	48
<b>Tabela 14-</b> Índice de área foliar (IAF), do capim Mombaça, sobre efeito de fontes de nitrogênio e aplicações nitrogenadas. ....	50
<b>Tabela 15-</b> Valores médios 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 sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações. ....	51
<b>Tabela 16 -</b> Valor descritivo médio de massa seca de inflorescência (MSINFLO), do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações. ....	51
<b>Tabela 17-</b> Produção de forragem total (PFT), produção de lâmina foliar (PLF), produção de colmo (MSCO), produção de material morto (PMM), do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações.....	53
<b>Tabela 18-</b> Valores descritivos médios da produção de inflorescência (PINFLO), do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações. ....	53
<b>Tabela 19-</b> Eficiência agrônômica (EA), do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações.....	55
<b>Tabela 20-</b> Taxa de crescimento cultural (TCC) do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações. ....	56

<b>Tabela 21-</b> Índice SPAD (status nutricional) do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações.....	57
---	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	10
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	13
<b>2 CAPÍTULO 1</b> .....	14
<b>Fontes nitrogenadas e manejo das aplicações de nitrogênio sobre as características morfogênicas, estruturais e de acúmulo do capim Mombaça ..</b>	14
<b>2.1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2.2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	18
<b>2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	23
<b>2.4 CONCLUSÃO</b> .....	34
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	35
<b>3 CAPÍTULO 2</b> .....	37
<b>Eficiência de fontes nitrogenadas sobre manejo das aplicações de nitrogênio e respostas produtivas do capim Mombaça .....</b>	37
<b>3 INTRODUÇÃO</b> .....	39
<b>3.1 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	41
<b>3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	47
<b>3.3 CONCLUSÃO</b> .....	58
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	59
<b>ANEXOS</b> .....	62

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O nitrogênio da ureia está na forma amídica [CO (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>], essa fonte possui como benefício maior concentração de N (45%), menor custo por unidade de N, transporte, armazenagem e aplicação, sendo seu uso economicamente viável na adubação de pastagens. Por outro lado, a ureia possui características de alta mobilidade no solo, maior capacidade de absorver a umidade do ar atmosférico e, por isso é mais susceptível às perdas de nitrogênio quando aplicada na superfície do solo (FONTOURA; BAYER et al., 2010; MARTHA JÚNIOR et al., 2004).

O sulfato de amônio possui 20% de nitrogênio (NH<sub>4</sub>) e 24% de enxofre (SO<sub>4</sub>), e proporciona maior suprimento de enxofre e redução de perdas por volatilização da amônia, pois essa fonte possui propriedades que não aumentam o pH próximo ao grânulo, e a presença de ânions SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> favorecem a movimentação do amônio para regiões do solo com menor pH, isso proporciona maior estabilidade do NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e, por fim menores perdas (FONTOURA; BAYER et al., 2010).

Manejos da aplicação da adubação nitrogenada são realizados para aumentar a eficiência de uso de nitrogênio pelas plantas e também permitir usar fontes com menores custos por unidade de N. O momento da realização da adubação nitrogenada aliada com as condições ambientais, são determinantes na redução de perdas de nitrogênio por processo de volatilização da amônia ou mesmo por lixiviação (CANTARELLA et al., 2008; DOMINGHETTI et al., 2016).

A redução de perdas de nitrogênio é minimizada pela incorporação de nitrogênio no solo, onde esse manejo é realizado de forma mecânica com uso de implementos agrícolas, por protocolo do momento da aplicação de nitrogênio e uso da irrigação. Dentre esses manejos, o uso de protocolo e irrigação são mais aplicáveis para adubação em pastagens pelo fato de serem perenes. Na definição da aplicação de nitrogênio, a adubação após chuva pode minimizar perdas de nitrogênio, entretanto, o sucesso desse manejo depende de quantidades de chuvas ideais para incorporação do nitrogênio no solo (FONTOURA; BAYER et al., 2010; VIERO et al., 2015).

As perdas de N são condicionadas pela velocidade da hidrólise de fertilizantes nitrogenados, sendo determinadas pela atividade da enzima urease. Quando os adubos se dissolvem rapidamente no solo e, posteriormente ocorre aumento da temperatura, pH e umidade do solo, favorece a ação dessa enzima e ocasiona rápida

liberação da amônia e, por fim, pode acarretar maior perda desse nutriente liberado no solo por volatilização e lixiviação, que ocorre mediante altas temperaturas e precipitações pluviométricas posterior a aplicação de nitrogênio (CANTARELLA et al., 2008; DOMINGHETTI et al., 2016; MARTHA JÚNIOR et al., 2004).

Do ponto de vista prático, a realização e definição do momento da aplicação de nitrogênio é uma atividade de maior dificuldade ao adubar a pastagem, pois é dependente da logística das atividades da fazenda. No sentido de flexibilizar o momento da aplicação e divisão da adubação nitrogenada, foram desenvolvidas fontes nitrogenadas de características distintas da ureia e sulfato de amônio, afim de reduzir perdas de nitrogênio, facilitar a aplicação de adubos nitrogenados e manter concentrações de N semelhante à ureia convencional.

Na indústria de fertilizantes foram desenvolvidas ureias caracterizadas como inibidoras da enzima urease, onde essa ação é promovida pela proteção do grânulo da ureia por moléculas ou micro-minerais (Cu e B), que agem na estrutura química da enzima urease retardando sua atividade. Além das fontes citadas, possuem outras variedades de ureia com suas distinções físicas e químicas que promove liberação lenta de nitrogênio no solo (CANTARELLA et al., 2018).

A ureia protegida por Cu e B, teoricamente tem potencial para reduzir perdas e, conseqüentemente esse comportamento promoveria maior eficiência de uso da unidade de N aplicada no solo, mas, isso não é totalmente elucidado na literatura, pois não é compreendido como essa fonte responde em ambiente não controlado e resultados quanto a morfogênese, estrutura, produção de massa de forragem e eficiência agrônômica em pastagens. Dessa forma, o estudo de manejo da aplicação e fontes nitrogenadas é de suma importância para tomada de decisões quanto a divisão e momento da aplicação de nitrogênio no solo.

A ureia com ação inibitória realizada pela molécula NBPT (N-(n-butyl) thiophosphoric triamide), não mostrou diferenças da ureia convencional na produção de matéria seca e densidade populacional de perfilhos, isso provavelmente está relacionada as condições ambientais que desfavorece perdas de N no momento e posterior a aplicação de nitrogênio, não justificando a substituição da ureia (LIMA et al., 2016). Sendo observado isso, foi gerado questionamentos, se fontes com distinções físicas e químicas quando aplicadas em condições ideais para reduzir perdas de nitrogênio ainda sim promoveriam maiores eficiências que a ureia e, poderiam assim reduzir as aplicações de nitrogênio na adubação de pastagens.

Conforme exposto, objetivou-se estudar e compreender o comportamento de fontes nitrogenadas sujeitas a manejos de aplicações de nitrogênio, avaliar e compreender as modificações morfogênicas, estruturais, agronômicas e de eficiência do N-aplicado, com pastagem de capim Mombaça em solos arenosos, localizados na região de Araguaína-Tocantins.

## REFERÊNCIAS

- CANTARELLA, H.; OTTO, R.; SOARES, J. R.; SILVA, A. G. B. Agronomic Efficiency of NBPT as a Urease Inhibitor: A review. **Journal of Advanced Research**, Cairo, v. 13, n. 1, p. 19-27, september. 2018.
- CANTARRELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; CONTIN, T. L. M.; DIAS, F. L. F.; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBRA, R. B.; QUAGGIO, J. A. Ammonia volatilisation from uréase inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 397-401, july. 2008.
- DOMINGHETTI, A. W.; GUELFY, D. R.; GUIMARÃES, R. J.; CAPUTO, A. L. C.; SPEHAR, C. R.; FRANQUIN, V. Nitrogen loss by volatilization of nitrogen fertilizers applied to coffee orchard. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 40, n. 2, p. 173-183, março. 2016.
- 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.
- 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.
- LIMA, J. E. S.; NASCENTE, A. S.; LEANDRO, W. M.; SILVEIRA, P. M. Urochloa ruiziensis responses to sources and doses of urea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campinas, v. 20, n. 5, p. 401-407, abril. 2016.
- VIERO, F.; BAYER, C.; RENAM, C. B. V.; CARNIEL, E. Management of Irrigation and Nitrogen Fertilizers to Reduce Ammonia Volatilization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 1737-1743, junho. 2015.

## 2 CAPÍTULO 1

### RESUMO

#### **Fontes nitrogenadas e manejo das aplicações de nitrogênio sobre as características morfogênicas, estruturais e de acúmulo do capim Mombaça**

Na adubação nitrogenada em pastagem é utilizada como principal fonte nitrogenada a ureia, entretanto, essa fonte necessita de maiores cuidados ao dividir e aplica-la ao solo, devido as altas perdas de N-fertilizante, principalmente por processo de volatilização, em virtude disso, objetivou-se estudar fontes de nitrogênio combinadas a divisões das adubações nitrogenadas e respostas quanto as modificações nas características morfogênicas, estruturais e de acúmulo do capim Mombaça, durante a estação de crescimento 24-11-2018/12-06-2019. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizados, em esquema fatorial [(3x2) +1], sendo avaliadas três fontes nitrogenadas (sulfato de amônio, ureia e ureia protegida) e duas divisões da aplicação nitrogenada (parcelada em duas e seis aplicações), com adição de um tratamento testemunha (sem aplicação de nitrogênio), composta de 4 repetições com área de 9m<sup>2</sup> cada. Foram realizadas, avaliação morfogênica, densidade populacional de perfilhos e agronômica para obtenção da taxa de acúmulo líquido de forragem. O manejo das aplicações não mostrou efeito sobre as fontes de nitrogênio, sendo verificado que as fontes tiveram maior efeito nas variáveis estudadas. O sulfato de amônio demonstrou maior efeito no crescimento, estrutura e taxa de acúmulo de forragem. Assim, essa fonte aponta maior eficiência do uso N-fertilizante que as demais fontes nitrogenadas estudadas. A menor divisão das aplicações de nitrogênio pode ser favorável para minimizar custos com a adubação.

**Palavras-chave:** Redução de aplicações. Sulfato de amônio. Ureia. Ureia protegida.

## ABSTRAT

### **Nitrogen sources and management of nitrogen applications on the morphogenic, structural and accumulation characteristics of the Mombasa grass**

In nitrogen fertilization on pasture, urea is used as the main nitrogen source, however, this source needs greater care when dividing and applying it to the soil, due to the high losses of N-fertilizer, mainly due to volatilization process, the objective of this study was to study nitrogen sources combined with nitrogen fertilization and responses regarding changes in the morphogenic, structural and accumulation characteristics of the Mombasa grass during the growing season 24-11-2018 / 12-06-2019. A completely randomized design was used in a factorial scheme (3x2) +1], and three nitrogen sources (ammonium sulfate, urea and protected urea) and two divisions of the nitrogen application (divided into two and six applications) were evaluated. addition of a control treatment (without application of nitrogen), composed of 4 replicates with an area of 9m<sup>2</sup> each. Morphogenic evaluation, population density of tillers and agronomic were performed to obtain the rate of liquid forage accumulation. The management of the applications had no effect on the nitrogen sources, being verified that the sources had a greater effect on the studied variables. The ammonium sulphate showed greater effect on the growth, structure and rate of forage accumulation. Thus, this source indicates higher N-fertilizer efficiency than the other nitrogen sources studied. The smaller division of the nitrogen applications can be favorable to minimize costs with fertilization.

**Key words:** Ammonium sulfate. Urea. Protected urea. Reduction of applications.

## 2.1 INTRODUÇÃO

O suprimento de nitrogênio constitui o fator de maior impacto sobre a produtividade de plantas forrageiras (MONTEIRO, 2010). A produtividade das espécies forrageiras está relacionada às características morfogênicas, estruturais e genéticas da planta, às condições climáticas regionais e o adequado fornecimento de nutrientes essenciais (LEMAIRE; CHAPIMAN, 1996).

A utilização de espécies forrageiras mais produtivas e o aumento da taxa de lotação nos sistemas pastoris, tem demandado maior atenção dos técnicos e produtores no que diz respeito ao suprimento adequado de nutrientes às forragens e reposição de nutrientes no solo para obtenção de um sistema de produção sustentável ao longo dos anos.

A resposta produtiva das pastagens de gramíneas forrageiras é expressiva em doses de até  $180 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , porém a eficiência de conversão do N-fertilizante em massa seca de forragem ( $\text{kg MS kg N}^{-1}$ ) reduz de forma acentuada a partir de  $60 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  (MARTHA JUNIOR et al., 2004). Esta redução da eficiência ocorre pela perda do nitrogênio no solo (MARTHA JUNIOR et al., 2007) ou pela imobilização do N-fertilizante em formas orgânicas não disponíveis às plantas (CANTARELLA; MONTEZANO, 2010).

A perda de nitrogênio no solo ocorre devido processos de lixiviação, desnitrificação e volatilização. Meisinger et al. (2008) afirmam que as perdas por lixiviação representam entre 10% e 30% do nitrogênio adicionado ao solo. As perdas por lixiviação são maiores em solos arenosos, em culturas com sistema radicular pouco desenvolvido e quando as doses aplicadas superam a necessidade das plantas (CANTARELLA; MONTEZANO, 2010). As perdas por desnitrificação em solos bem drenados são, em geral, medidas com alto grau de incerteza, variando entre 5% a 25% do nitrogênio adicionado (MEISINGER et al., 2008).

Por sua vez, as perdas por volatilização de amônia estão mais relacionadas às formas como o nitrogênio está presente nas fontes de fertilizantes nitrogenados comerciais. No caso do Brasil, onde ocorre a predominância de solos ácidos, o foco é a uréia que pode perder até 70% do nitrogênio adicionado quando o fertilizante é aplicado na superfície do solo (CANTARELLA; MONTEZANO, 2010). A magnitude das perdas depende das características do solo (pH), umidade, presença de resíduos orgânicos (ação da uréase) e condições climáticas (temperatura).

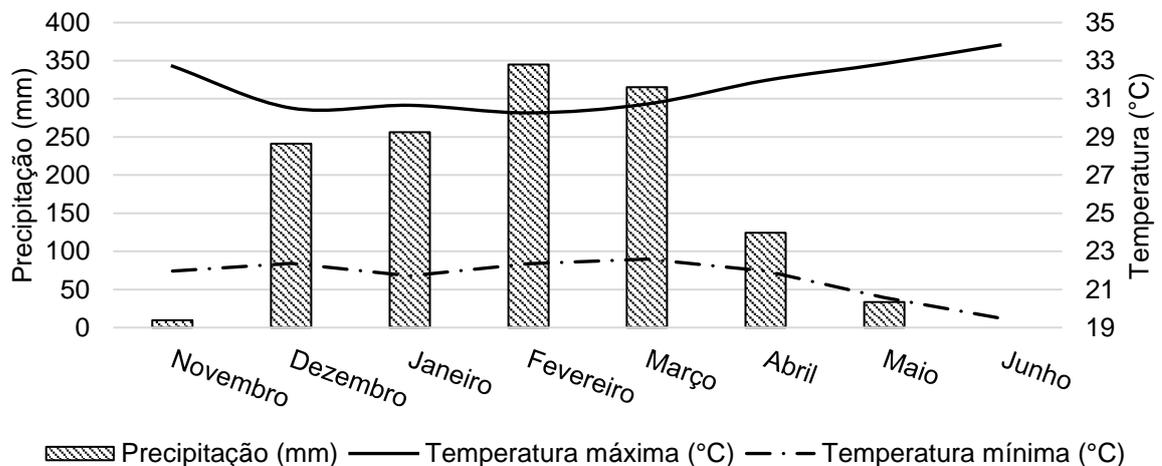
Na adubação de pastagens a aplicação de nitrogênio requer cuidados no momento de aplicação quando é utilizado a ureia como fonte nitrogenada, e no sentido de flexibilizar o momento da realização das aplicações e divisões da dose total estipulada para o período de produção da forragem, foram desenvolvidas ureias com ação inibitória que agem na estrutura química da enzima urease retardando a liberação de nitrogênio no solo. Dentre as fontes desenvolvidas, a ureia protegida com inibidores de urease (Cu + B), demonstra potencial na redução de perdas (DOMINGHETTI et al., 2016), mas ainda não é compreendido o comportamento dessa fonte na adubação de pastagens, sendo necessário seu estudo.

Conforme exposto, objetivou-se avaliar como fontes de nitrogênio (sulfato de amônio, ureia e ureia protegida) associadas a distintas divisões das aplicações de nitrogênio (duas e seis aplicações) agem no crescimento, estrutura e acúmulo de forragem do capim Mombaça, durante a estação de crescimento da região de Araguaia-Tocantins.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Tocantins-UFT, Campus Universitário de Araguaína -TO, no Núcleo de Estudos em Produção de Ruminantes na Amazônia Legal – Nepral, localizado a 07°12'28", Latitude Sul e 48°12'26", Longitude Oeste, e altitude de 228,52 m. O pasto de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça foi estabelecida em 2012, e o período experimental teve início em 24 de novembro de 2017, com término em 12 de junho de 2018.

O clima da região segundo a classificação de Köppen (1948) é AW – Tropical de verão úmido com estação seca e chuvosa definida, com período de estiagem no inverno. Ao longo do ano apresenta a média de umidade relativa do ar de 76%, precipitação de 1.800,4 mm e temperatura máxima e mínima de 40 e 18°C, respectivamente. Durante o experimento as variáveis meteorológicas foram coletadas na estação meteorológica do INMET instalada no Campus (Figura 1).



**Figura 1** - Precipitação e temperatura mensurada durante o período experimental de novembro de 2017 a junho de 2018, na estação meteorológica do INMET no município de Araguaína-TO. Fonte: INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

O solo da área é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico Típico (EMBRAPA, 2013). O solo foi amostrado na camada de 0-20 cm, utilizando trado tipo caneco, onde foram coletadas duas amostras de solo por unidade experimental para formar uma composta, totalizando-se em 28 amostras que posteriormente foram encaminhadas para análises químicas e físicas do solo no laboratório de solos da UFT, e os dados são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1-** Análise química do solo da área experimental em pastos de capim Mombaça.

pH	MO	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>	SB	CTC	V	Areia	Silte	Argila
CaCl <sub>2</sub>	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	----- cmolc dm <sup>-3</sup> -----				%	-----dag kg <sup>-1</sup> -----					
6,09	3,38	6,37	0,01	1,23	0,03	1,52	0,0	1,27	2,79	45,51	89,35	0,65	10,00

MO= matéria orgânica; P= fósforo; K= potássio; Ca= cálcio; Mg= magnésio; H= hidrogênio; Al= alumínio; SB= soma de bases; CTC= capacidade de troca de catiônica.

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizados, com quatro repetições em esquema de arranjo fatorial com adição de um tratamento testemunha [(3 x 2) + 1]. Assim, os tratamentos consistiram da combinação de três fontes nitrogenadas (sulfato de amônio, ureia e ureia protegida) e distintas divisões das aplicações de nitrogênio (parcelado em duas e seis aplicações) e um tratamento testemunha (sem aplicação de nitrogênio).

A área experimental, formada de capim Mombaça, foi submetida ao corte de uniformização, sendo rebaixado a 17 cm de altura, na data de 24 de novembro de 2017. A uniformização da pastagem foi realizada com o objetivo de controlar o alongamento de haste e estimular o perfilhamento.

A área total utilizada pelo experimento foi de 252 m<sup>2</sup>, dividida em 28 parcelas de 9 m<sup>2</sup> (3 x 3) cada. Após o corte de uniformização foi realizada caracterização da área, utilizando dados de densidade populacional de perfilhos (DPP), com um quadro de 0,25 m<sup>2</sup> (1 x 0,25). Posteriormente, os tratamentos foram sorteados para manterem densidade populacional de perfilhos aproximadas de 386,85 perfilhos m<sup>2</sup> com desvio padrão de 2,60. Essa metodologia foi adotada com objetivo de manter uniformidade das unidades experimentais, devido ao histórico de manejo da área, que acarretou perfilhamento desuniforme e baixas densidades populacionais de perfilho.

A correção do solo e adubação fosfatada foram realizadas concomitantemente, e em dose única anterior ao corte de uniformização (10/11/2017). Foram aplicadas 1500 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT de 100%) e 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> via superfosfato simples (21% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 10% de S e 17% de Ca). Durante o período experimental, os tratamentos receberam 180 kg de N ha<sup>-1</sup> utilizando as fontes de N de acordo com seus respectivos tratamentos, e 70% desse valor de K<sub>2</sub>O via cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O). As fontes de N continham distintas composições químicas, assim descritas: sulfato de amônio (20% de NH<sub>4</sub> e 24% de SO<sub>4</sub>), ureia (45% de

[CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]) e ureia protegida (44,6% de [CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>], 0,15% de Cu e 0,40% de B). Para avaliar as fontes, nenhuma correção de enxofre ou micronutrientes foi realizada.

A adubação nitrogenada foi dividida de acordo com o número de aplicações dos tratamentos e realizada concomitantemente com o K<sub>2</sub>O. Nos tratamentos de duas aplicações as adubações foram realizadas em doses iguais de 90 kg de N ha<sup>-1</sup>, sendo realizada a primeira aplicação em novembro e a segunda em fevereiro, e os tratamentos com seis aplicações foi programado para realizar uma aplicação de 30 kg de N ha<sup>-1</sup> por período de rebrota, entretanto, a baixa precipitação no período final do experimento acarretou um total de cinco cortes e, portanto foi necessário a realização de duas aplicações no quinto corte, para as fontes ureia e ureia protegida. A adubação de K<sub>2</sub>O foi parcelada em três aplicações para os tratamentos com seis aplicações e testemunha, com dose de 42 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, e para os tratamentos com duas aplicações foi dividida em duas doses de 63 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. As datas das aplicações são apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2-** Datas das adubações de N e K<sub>2</sub>O.

Adubação de N							
Nº Aplicações	T	ureia 2	ureia 6	sulfato Am.2	sulfato Am.6	ureia P2	ureia P6
1		29/11/17	29/11/17	29/11/17	29/11/17	29/11/17	29/11/17
2		09/02/18	12/01/18	02/02/18	05/01/18	09/02/18	12/01/18
3			20/02/18		09/02/18		20/02/18
4			19/03/18		06/03/18		16/03/18
5			16/04/18		05/04/18		16/04/18
6			08/05/18		08/05/18		08/05/18
Adubação de K <sub>2</sub> O							
Nº Aplicações	T	ureia 2	ureia 6	sulfato Am.2	sulfato Am.6	ureia P2	ureia P6
1	29/11/17	29/11/17	29/11/17	29/11/17	29/11/17	29/11/17	29/11/17
2	06/03/17	09/02/18	20/02/18	02/02/17	09/02/18	09/02/18	20/02/17
3	25/04/17		16/04/18		05/04/18		16/04/17

As adubações nitrogenadas foram programadas para serem realizadas com intervalo de 3 a 5 dias após efetuado o corte, isso proporcionou realizar a aplicação de nitrogênio após a ocorrência de chuvas e nas horas mais frias do dia, afim de favorecer condições ótimas para minimizações de perdas de nitrogênio no solo. Foi coletado dados da precipitação pluviométrica do dia e posterior as aplicações de nitrogênio, na estação INMET, e os dados são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3** - Precipitação pluviométrica do momento e posterior à aplicação de nitrogênio.

Precipitação no dia da aplicação de N (mm)						
Aplicações	ureia 2	ureia 6	sulfato Am.2	sulfato Am.6	ureia P2	ureia P6
1	0	0	0	0	0	0
2	37,6	2,0	14,6	12,13	37,6	2,0
3		1,2		37,6		1,2
4		13,4		0		3,1
5		1,2		1,4		1,4
6		0		0		0
Precipitação posterior à aplicação de N (mm)						
Nº Aplicações	ureia 2	ureia 6	sulfato Am.2	sulfato Am.6	ureia P2	ureia P6
1	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
2	40,3	27,0	74,1	12,9	40,3	27,0
3		41,7		40,3		41,7
4		21,1		5,9		51,2
5		1,4		21,5		1,4
6		0,9		0,9		0,9

\*Precipitação posterior à aplicação de N: valor acumulado da precipitação do primeiro ao terceiro dia posterior a aplicação de nitrogênio.

O manejo da desfolhação foi realizado em função do tempo necessário para a expansão de duas novas folhas aparecidas por perfilho, após o corte. Para definir o momento da desfolhação, foram escolhidos dez perfilhos por unidade experimental para contagem de folhas aparecidas, e gerado uma média. O número de folhas aparecidas utilizada para o capim Mombaça no presente experimento foi inferior ao avaliado na literatura, com objetivo de controlar haste (CÂNDIDO et al., 2005). Para determinar o primeiro período de descanso foi utilizado também o comprimento médio de lâmina foliar de 400 mm, devido à baixa altura de uniformização da área, que estimulou rápido aparecimento de folhas.

A medição da altura foi realizada após identificação do momento da desfolha, utilizando uma régua graduada em sete pontos por parcela. Após serem realizadas às avaliações, a pastagem era roçada de forma mecânica, deixando um resíduo com 30 cm de altura, sendo essa a recomendação de manejo de resíduo para o capim Mombaça (SILVA et al., 2009). A altura residual representou em média 54% da altura pré-corte observada no experimento.

Para mensuração das características morfogênicas foi utilizado a técnica de perfilhos marcados (DAVIES, 1993), onde foram avaliados 40 perfilhos por tratamento, após aplicação da adubação nitrogenada. Para a escolha dos perfilhos, usou-se como

critério aqueles que foram roçados, e com auxílio de fitas coloridas os mesmos foram demarcados e, acompanhou-se desta forma o aparecimento, crescimento e senescência de folhas e alongamento da bainha. Assim, com a avaliação desses perfilhos foi possível estimar a taxa de aparecimento foliar (TApF, folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), filocrono (FILO, dias folha<sup>-1</sup>), taxa de alongamento foliar (TALF, mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), taxa de alongamento de colmo (TalC, mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), taxa de senescência foliar (TSF, mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), duração da vida da folha (DVF, dias) e características estruturais como, número de folhas vivas por perfilho (NFV, folhas perfilho<sup>-1</sup>), comprimento médio de lâmina foliar (CMLF, mm) e comprimento médio de bainha (CMB, mm).

A altura média do dossel foi utilizada como critério para a escolha do ponto de contagem dos perfilhos, na área de um quadro de 0,25 m<sup>2</sup> (1 x 0,25), onde a densidade populacional de perfilhos (DPP) foi expressa em perfilhos m<sup>2</sup>.

Foi realizada avaliação agrônômica para determinar a taxa de acúmulo líquido de forragem (TAF), para isso utilizou um quadro com área de 0,6 m<sup>2</sup> (1 x 0,6) e escolheu-se o ponto da amostragem usando como critério a altura média do dossel, a forragem coletada foi pesada e separou-se uma alíquota com aproximadamente 200 g, para a separação e obtenção da massa seca dos componentes morfológicos e massa seca de forragem total, com a obtenção das massas secas foram calculadas as taxas de crescimento cultural e material morto. A taxa de acúmulo líquido de forragem (TAF) foi calculada através da diferença da taxa de crescimento cultural (kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) e taxa de crescimento do material morto (Kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>).

Os dados foram submetidos à análise de variância em delineamento inteiramente casualizados em esquema de arranjo fatorial, com adição de um tratamento testemunha [(3 x 2) + 1]. Os cortes foram agrupados para que fossem possíveis analisar as variáveis por média.

Para comparação dos tratamentos os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o pacote ExpDes (*Experimental Design*) versão 1.2.0 (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2010), com o software Rstudio. As médias dos fatoriais foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância, e, para a testemunha utilizou-se o teste Dunnett a 5% de significância, onde calculou-se a DMS considerando a QME da análise fatorial vs tratamento adicional (VAZ, 2013). As variáveis também foram submetidas ao teste de normalidade Shapiro-Wilk a 5% de probabilidade, e foram consideradas normais.

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura da forragem não foi alterada pelas fontes nitrogenadas ou aplicações de nitrogênio (Tabela 4). A ausência de diferença entre os tratamentos foi decorrente da estratégia de manejo utilizada para a desfolhação do capim Mombaça, definida no momento que os perfilhos apresentaram duas folhas expandidas.

**Tabela 4** - Altura (cm), do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações.

Nº Aplicações	Fontes				Pr>F	CV%
	Sulfato Am.	Ureia	Ureia P.	Média		
<b>Altura (cm)</b>						
2	55,78	52,48	57,04	55,10 A	0,200 <sup>I</sup>	5,74
6	55,78	56,38	57,82	56,66 A	0,248 <sup>II</sup>	
Média	55,78 a	54,43 a	57,43 a	55,88	0,455 <sup>III</sup>	
Média testemunha	49,29	7,12 <sup>DMS</sup>			0,002 <sup>*</sup>	

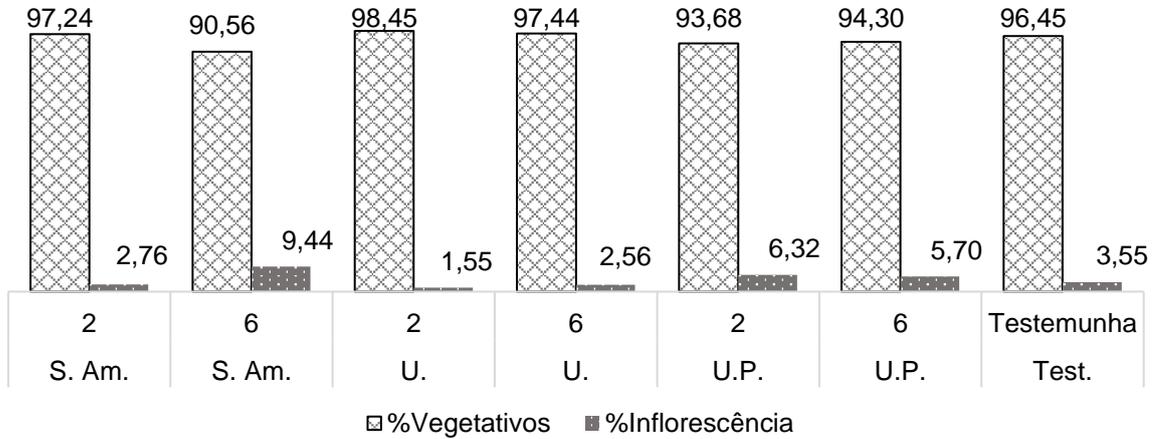
Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Diferença entre médias dos tratamentos fatoriais e testemunha maior que a DMS calculada, diferem pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. Valores de Pr>F: I - fontes; II – Nº aplicações; III – fonte vs Nº aplicações e \*fatorial vs testemunha.

A altura média atingida pelo capim antes do corte foi de 55,88 cm, inferior à altura preconizada por Silva et al. (2009) que definiram a altura de 90 cm como adequada no pré-pastejo para o capim Mombaça. Estratégia de manejo da desfolhação do capim Mombaça utilizando como critério folhas expandidas foram avaliadas por Cândido et al. (2005), onde observaram que a utilização de 2,5 folhas expandida como ferramenta para definição do momento de pastejo foi que exerceu maior controle no alongamento de haste resultando em altura média de 69 cm.

A redução do prolongamento de haste em ambientes pastejados é importante para incrementar a relação folha colmo no pré-pastejo e estabilizar a altura do resíduo no decorrer dos ciclos de pastejo (CÂNDIDO et al., 2005), melhorando a qualidade da forragem ofertada e o acesso dos animais à forragem pela redução da presença de hastes secas.

Durante a condução do experimento, foi observado aparecimento de inflorescência no mês de março de 2018 do capim Mombaça (Figura 2), isso possivelmente foi um efeito do fotoperíodo, pois foi observado plantas reprodutivas somente em um mês ao longo do período experimental, além disso, verificou-se que

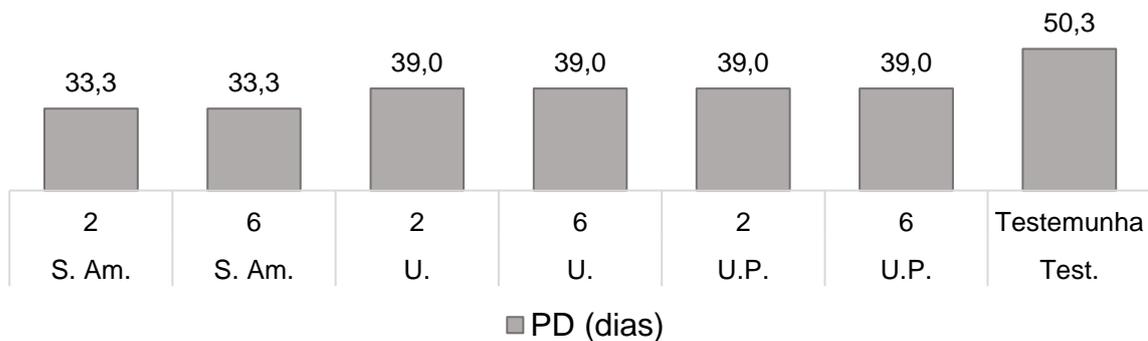
os valores encontrados nesse período não excederam 9% dos perfilhos avaliados na morfogênese.



**Figura 2** - Valores descritivos de perfilhos avaliados na morfogênese em estágio vegetativo e reprodutivo.  
 \*Para realização da porcentagem, foi considerado apenas os perfilhos com crescimento.

Esses resultados corroboraram para afirmar que o manejo da desfolhação realizada foi eficiente para garantir estrutura semelhante das plantas não só, nos diferentes tratamentos, mas também nos distintos ciclos de crescimento da planta ao longo do período de avaliação. Essa garantia dá homogeneidade da estrutura da planta foi importante para garantir que as possíveis diferenças encontradas entre as médias das variáveis avaliadas fossem decorrentes dos efeitos dos tratamentos.

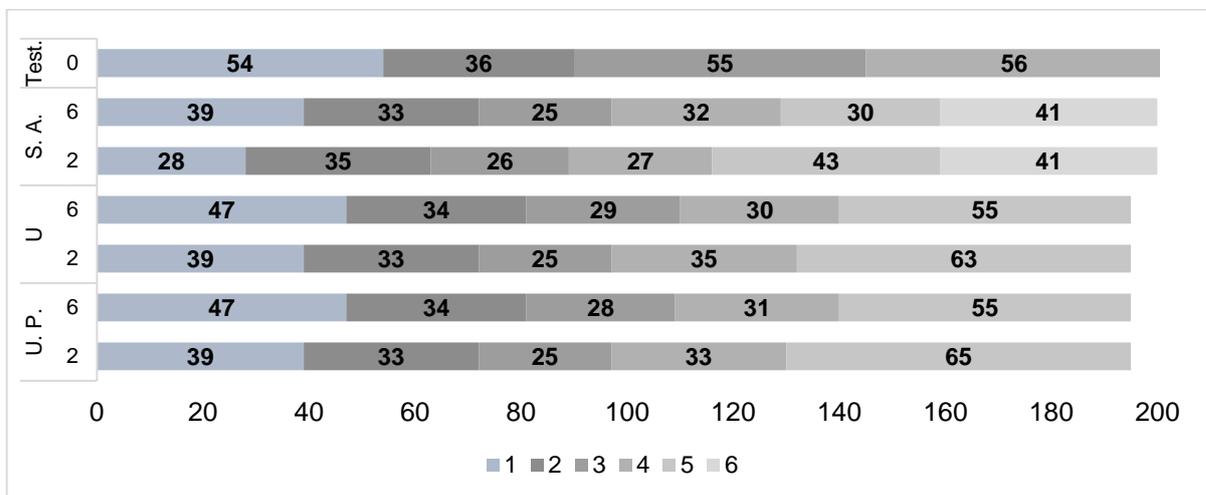
Nos dados descritivos do período de descanso o efeito da adubação nitrogenada demonstrou notório aumento da velocidade de crescimento do capim Mombaça, que reduziu de forma expressiva o período de descanso da forragem em relação ao tratamento testemunha (Figura 3).



**Figura 3** - Valores médios descritivos do período de descanso (PD) do capim Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações.

A adubação com uréia comum e protegida reduziu o período de descanso em 11 dias enquanto a utilização do sulfato de amônio foi responsável pela redução de 17 dias no período de descanso em relação a testemunha (Figura 3). Na comparação entre as fontes de nitrogênio testadas, observa-se que, a utilização do sulfato de amônio reduziu o período de descanso em pelo menos 6 dias em relação aos fertilizantes que tinham a ureia como fonte de nitrogênio, além disso, observou-se que o manejo das aplicações de nitrogênio não impactou na média do período de descanso.

A maior velocidade de rebrota da planta decorrente da adubação nitrogenada permitiu aumentar o número de cortes ao longo do período de avaliação (Figura 4). O tratamento testemunha demonstrou maior período de descanso no decorrer dos cortes avaliados, onde o último se estendeu por um período de 56 dias, mesmo assim, não proporcionou atender o critério de corte estabelecido de duas folhas expandidas. Além disso, entre os tratamentos que receberam adubação nitrogenada o sulfato de amônio permitiu um corte a mais em relação aos tratamentos fertilizados com ureia e acréscimo de dois cortes da testemunha.



**Figura 4** - Valores descritivos do período de descanso dos cortes realizados no capim Mombaça.

Do ponto de vista de produção animal, o aumento do número do ciclo de pastejo dentro de uma estação favorável ao crescimento da forragem pode contribuir com o ganho de peso por área desde que, a oferta de forragem entre os tratamentos adubados e não adubados seja mantida e a produtividade do pasto por ciclo de pastejo não impacte drasticamente sobre a taxa de lotação animal.

O sulfato de amônio proporcionou maior crescimento da planta até o quarto corte, embora isso, no quinto e sexto houve diminuição do crescimento da planta e surgimento de folhas, que acarretou maiores períodos de descanso (Figura 4). A baixa precipitação pluviométrica ocorridas nos meses de abril, maio e junho proporcionou condições inadequadas para o crescimento da planta, que influenciou diretamente no surgimento de folhas leniente, dessa forma foi necessário maior período para atingir o critério de desfolhação estabelecido. No último corte ficou mais evidente o baixo crescimento da planta, pois observou-se período de descanso de 41 dias e, mesmo assim não foi possível alcançar as duas folhas expandidas.

Os tratamentos com ureia comum e protegida ao longo do experimento apresentaram mesmo padrão na rebrota. Os maiores períodos de descanso verificado nas fontes ureia comum e protegida comprometeu a realização de uma aplicação nitrogenada por ciclo, para o manejo de seis aplicações, ocasionando a quinta e sexta aplicação no mesmo período de crescimento do capim (Tabela 2).

A dificuldade de finalizar o experimento com duas folhas completas para todos os tratamentos no último corte, foi em detrimento à baixa precipitação pluviométrica verificada nos meses de abril, maio e junho que interferiu também na redução da precipitação acumulada ao comparar com a média anual de chuvas, sendo observado 1.300,00 mm durante o período experimental.

A adubação nitrogenada proporcionou maiores impactos benéficos nas características morfogênicas que o tratamento testemunha, com efeitos no incremento de 54% das taxas de aparecimento foliar, 75% de alongamento foliar e 125% no alongamento de colmo, e efeito na redução em 26% do filocrono e 24% da taxa de senescência foliar, Tabela 5.

Em relação as características morfogênicas, não foi observado efeito das fontes nitrogenadas na maioria das variáveis, e o manejo das aplicações nitrogenadas não influenciaram em nenhuma dessas características (Tabela 5).

**Tabela 5-** Taxa de aparecimento foliar (TApF), filocrono (FILO), taxa de alongamento foliar (TAIF), taxa de alongamento de colmo (TAIC), e Taxa de senescência foliar (TSF) do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações.

Nº Aplicações	Fontes			Média	pr>F	CV%
	Sulfato Am.	Ureia	Ureia P.			
<b>TApF (folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>)</b>						
2	0,0902	0,0926	0,0900	0,0909 A	0,470 <sup>I</sup>	6,36
6	0,0880	0,0805	0,0899	0,0861 A	0,052 <sup>II</sup>	
Média	0,0891 a	0,0866 a	0,0900 a	0,0885	0,101 <sup>III</sup>	
Média testemunha	0,0574	0,010 <sup>DMS</sup>			0,000*	
<b>FILO (dias folha<sup>-1</sup>)</b>						
2	15,19	14,40	16,75	15,44 A	0,252 <sup>I</sup>	7,61
6	14,34	15,21	14,53	14,69 A	0,125 <sup>II</sup>	
Média	14,76 a	14,80 a	15,64 a	15,07	0,051 <sup>III</sup>	
Média testemunha	21,25	2,15 <sup>DMS</sup>			0,000*	
<b>TAIF (mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>)</b>						
2	42,05	44,67	48,60	45,11 A	0,421 <sup>I</sup>	10,4
6	48,91	44,78	47,04	46,91 A	0,368 <sup>II</sup>	
Média	45,48 a	44,73 a	47,82 a	46,01	0,204 <sup>III</sup>	
Média testemunha	26,24	9,08 <sup>DMS</sup>			0,000*	
<b>TAIC (mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>)</b>						
2	2,31	1,59	2,64	2,18 A	0,023 <sup>I</sup>	23,31
6	2,73	2,14	2,62	2,50 A	0,173 <sup>II</sup>	
Média	2,52 ab	1,86 b	2,63 a	2,34	0,564 <sup>III</sup>	
Média testemunha	1,04	1,01 <sup>DMS</sup>			0,000*	
<b>TSF (mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>)</b>						
2	12,67	15,24	15,08	14,33 A	0,003 <sup>I</sup>	11,5
6	12,47	16,14	14,72	14,44 A	0,873 <sup>II</sup>	
Média	12,57 b	15,69 a	14,90 a	14,39	0,715 <sup>III</sup>	
Média testemunha	18,99	3,25 <sup>DMS</sup>			0,000*	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Diferença entre médias dos tratamentos fatoriais e testemunha maior que a DMS calculada, diferem pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. Valores de Pr>F: I - fontes; II – Nº aplicações; III – fonte vs Nº aplicações e \*fatorial vs testemunha.

A taxa de aparecimento foliar e filocrono não foram influenciadas pelas fontes nitrogenadas (Tabela 5). Foi observado para o sulfato de amônio menor média do período de descanso (Figura 3), mesmo assim, essa fonte nitrogenada não proporcionou maior taxa de aparecimento foliar e redução do filocrono, essa resposta pode ser explicada pelas condições ambientais que desfavoreceu o ritmo da recomposição dos tecidos foliares nos últimos cortes, e devido a isso, ocasionou semelhança do sulfato de amônio na taxa de aparecimento de folhas e filocrono com as demais fontes nitrogenadas.

A taxa de alongamento foliar não foi significativa para fontes nitrogenadas (Tabela 5), essa característica é influenciada diretamente pela taxa de aparecimento

foliar, sendo justificável esse efeito, já que também não foi observado mudanças na taxa de aparecimento foliar.

Foi observado ao longo do experimento maior morte e redução do crescimento de perfilhos marcados na morfogênese nos períodos finais de avaliação, isso favoreceu para menor aparecimento de folhas, pois esses indivíduos estavam sem crescimento, por tanto, a maior ocorrência de mortalidade de perfilhos impactou na média dos resultados encontrados para a taxa de aparecimento foliar e filocrono.

A taxa de alongamento de colmo foi maior para a ureia protegida, mostrando maior distância de resposta das fontes ureia e sulfato de amônio (Tabela 5). A fonte ureia protegida pode ter proporcionado maior direcionamento de nitrogênio para o crescimento do perfilho, justificando a maior taxa de alongamento de colmo. Em contraste a ureia protegida, a fonte ureia comum influenciou em menores taxas de alongamento de colmo, podendo esta resposta está associada as perdas de nitrogênio no solo, que permitiu menor participação de nitrogênio na planta, pois foi verificada semelhança na resposta da ureia duas aplicações com a testemunha.

A taxa de senescência foliar foi mais expressiva para as fontes ureia comum e protegida, onde demonstraram aumento percentual em relação ao sulfato de amônio de 24,92% e 18,63%, respectivamente, além disso a ureia seis aplicações mostrou semelhança a testemunha, isso explica a maior distância de resposta dessa fonte com o sulfato de amônio (Tabela 5). A menor taxa de senescência da fonte de sulfato de amônio pode ser relacionada com a possível minimização de perdas gasosas de N, e, deste modo, contribuiu com maior participação de N nas folhas corroborando para a manutenção da taxa fotossintética do dossel reduzindo a taxa de senescência de folhas.

Em relação as características estruturais e a duração de vida das folhas, observou-se na prática que o manejo das aplicações nitrogenadas não mostrou efeito sobre a maioria das variáveis, onde as fontes nitrogenadas responderam com maior impacto nos resultados (Tabela 6).

A adubação nitrogenada proporcionou maior número de folhas vivas, maior duração de vida das folhas, maior comprimento médio da lâmina foliar e de maneira geral maior comprimento médio da bainha, com exceção para o sulfato de amônio com duas aplicações nitrogenadas, que não diferiu da testemunha (Tabela 6).

**Tabela 6** - Número de folhas vivas (NFV), duração de vida das folhas (DVF), comprimento médio de lâmina foliar (CMLF) e comprimento médio de bainha (CMB), do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações.

Nº Aplicações	Fontes				Pr>F	CV%
	Sulfato Am.	Ureia	Ureia P.	Média		
<b>NFV (folhas perfilho<sup>-1</sup>)</b>						
2	3,84	3,38	3,40	3,54 A	0,001 <sup>I</sup>	5,16
6	3,71	3,42	3,55	3,56 A	0,780 <sup>II</sup>	
Média	3,78 a	3,40 b	3,48 b	3,55	0,329 <sup>III</sup>	
Média testemunha	2,62	1,13 <sup>DMS</sup>			0,000*	
<b>DVF (dias)</b>						
2	48,08	42,04	43,47	44,54 A	0,036 <sup>I</sup>	8,43
6	49,21	45,80	44,47	46,49 A	0,227 <sup>II</sup>	
Média	48,64 a	43,92 b	43,97 b	45,51	0,722 <sup>III</sup>	
Média testemunha	49,37	8,01 <sup>DMS</sup>			0,093 <sup>ns</sup>	
<b>CMLF (mm folha<sup>-1</sup>)</b>						
2	428,28 Bb	487,27 Ba	505,04 Aa	473,53	0,000 <sup>I</sup>	4,51
6	487,43 Ab	529,75 Aa	489,84 Ab	502,34	0,004 <sup>II</sup>	
Média	457,85	508,51	497,44	487,93	0,008 <sup>III</sup>	
Média testemunha	520,47	44,09 <sup>DMS</sup>			0,013*	
<b>CMB (mm perfilho<sup>-1</sup>)</b>						
2	258,64	268,97	306,41	306,41 B	0,025 <sup>I</sup>	6,19
6	298,42	296,95	304,10	304,10 A	0,001 <sup>II</sup>	
Média	298,42 b	296,95 ab	306,41 a	270,74	0,182 <sup>III</sup>	
Média testemunha	227,77	31,52 <sup>DMS</sup>			0,000*	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Diferença entre médias dos tratamentos fatoriais e testemunha maior que a DMS calculada, diferem pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. Valores de Pr>F: I - fontes; II – Nº aplicações; III – fonte vs Nº aplicações e \*fatorial vs testemunha.

Na comparação entre as fontes de adubos nitrogenados, o sulfato de amônio apresentou maior número de folhas vivas por perfilho e obteve maior duração de vida das folhas em relação aos tratamentos adubados com uréia comum e protegida. Esses dados corroboram com a menor taxa de senescência foliar observada para essa fonte (Tabela 5). O prolongamento da vida da folha pode estar associado a baixa remobilização do N das folhas mais velhas para as mais jovens e maior participação de nitrogênio no fluxo de tecidos (NETO et al., 2002). Assim, as folhas com maior longevidade contribuem com baixa taxa de senescência acarretando para maior número de folhas vivas por perfilho.

O manejo das aplicações de nitrogênio teve efeito sobre as fontes nitrogenadas, no comprimento médio de lâmina foliar (Tabela 6). Observou-se, que dentre as fontes nitrogenadas o sulfato de amônio resultou em menor comprimento de lâmina foliar com duas aplicações nitrogenadas, sendo observada semelhança do

sulfato de amônio com a ureia protegida ao realizar maiores números de aplicações de nitrogênio.

As fontes nitrogenadas avaliadas demonstraram distinta flexibilização quanto a resposta de comprimento médio de lâmina foliar, onde a ureia protegida demonstra maior possibilidade de reduzir ou aumentar as aplicações de nitrogênio. As demais fontes avaliadas mostraram que a redução das aplicações possibilita aumentos no comprimento médio de lâmina foliar.

De forma similar ao que ocorreu com o comprimento médio de lâminas foliares, o tratamento adubado com sulfato de amônio obteve menor comprimento médio da bainha e foi observado semelhança com a ureia comum, além disso, a redução das aplicações nitrogenadas contribuíram para menor comprimento médio de bainha (Tabela 6). A redução do tamanho da bainha observado foi ocasionado pela maior remoção da área foliar ao longo do período experimental, que acarretou efeito direto no controle do alongamento de haste e na menor competição de luz dos perfilhos no dossel, como medida adaptativa a planta manteve-se com menor tamanho de folhas, pois nessa condição a estrutura da planta condiciona maior absorção de luz (DIFANTE et al., 2011).

O perfilhamento foi estimulado pela adubação nitrogenada, pois observou-se que a média geral da densidade populacional de perfilhos dos tratamentos adubados com nitrogênio foi duas vezes maior quando comparada ao tratamento testemunha (Tabela 7). A densidade populacional de perfilhos foi maior em relação a testemunha não adubada em todos os tratamentos independente da fonte de adubo nitrogenado utilizada ou das aplicações de nitrogênio.

**Tabela 7-** Densidade populacional de perfilhos (DPP), do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações.

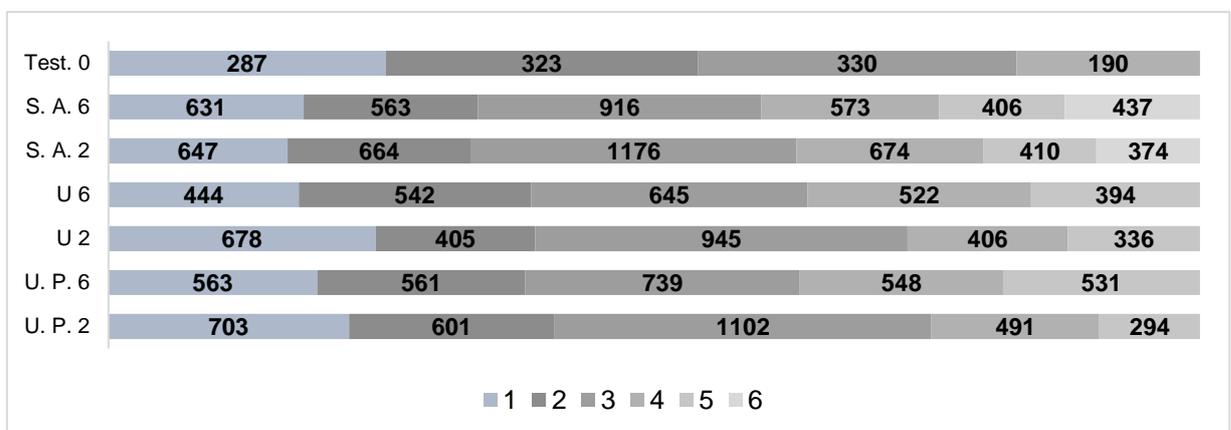
Nº Aplicações	Fontes			Média	Pr>F	CV%
	Sulfato Am.	Ureia	Ureia P.			
	<b>DPP (Perfilhos m<sup>2</sup>)</b>					
2	657,50	554,00	638,20	616,57 A	0,012 <sup>I</sup>	
6	587,67	509,40	588,40	561,82 B	0,037 <sup>II</sup>	10,12
Média	622,58 a	531,70 b	613,30 a	589,19	0,905 <sup>III</sup>	
Média testemunha	282,50	107,93 <sup>DMS</sup>			0,00 <sup>*</sup>	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Diferença entre médias dos tratamentos fatoriais e testemunha maior que a DMS calculada, diferem pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. Valores de Pr>F: I - fontes; II – Nº aplicações; III – fonte vs Nº aplicações e \*fatorial vs testemunha.

Na comparação entre as fontes de adubos nitrogenados os maiores valores foram obtidos quando utilizou-se o sulfato de amônio ou a ureia protegida (Tabela 7). Os menores valores observados para ureia podem ter ocorrido devido a menor eficiência dessa fonte de adubo nitrogenado. O nitrogênio presente na uréia encontra-se na forma de amina que devido a ação da urease presente no solo pode estar mais sujeita a perdas por volatilização de amônia (MARTHA JÚNIOR et al., 2004; FONTOURA; BAYER, 2010). No caso da uréia protegida, a presença de cobre e boro funcionam como agentes inibidores da urease reduzindo as possíveis perdas por volatilização, podendo melhorar a eficiência dessa fonte em relação a uréia comum.

A possível melhoria de eficiência de uso do nitrogênio aplicado, com a fonte sulfato de amônio pode ter favorecido no maior perfilhamento. As características químicas dessa fonte permitem menores perdas de nitrogênio na superfície dos solos, sendo uma delas, dada pela capacidade do sulfato de amônio não aumentar o pH nas proximidades do grânulo e, com isso manter o amônio estável (FONTOURA; BAYER, 2010).

Foi observada para a densidade populacional de perfilhos, incremento de 9,7% dessa resposta ao reduzir as aplicações de nitrogênio (Tabela 7). O aumento da média da densidade populacional de perfilhos com duas aplicações de nitrogênio, foi em detrimento do maior perfilhamento observado no terceiro corte (Figura 5), que coincidiu com maior precipitação pluviométrica no dia, antecedendo a realização das aplicações nitrogenadas (Tabela 3). Assim, a segunda aplicação de nitrogênio com dose de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N aliada as condições climáticas favoreceram para maior geração de perfilhos e, por fim tem impacto na densidade populacional de perfilhos.



**Figura 5** - valores descritivos da densidade populacional de perfilhos do capim Mombaça ao longo do experimento.

Em relação a taxa de acúmulo líquido de forragem, observou-se que as fontes nitrogenadas exerceram efeito para essa resposta (Tabela 8). As aplicações nitrogenadas não impactaram no acúmulo líquido de forragem, mesmo sendo observado maiores perfilhamentos ao reduzir as aplicações de nitrogênio (Tabela 7). Esse efeito pode ser devido a maior participação de área foliar de perfilhos jovens, que no geral são perfilhos com folhas menores.

O sulfato de amônio foi que estabeleceu maiores taxas de acúmulo líquido de forragem do que as demais fontes nitrogenadas (Tabela 8), podendo esse efeito ser resultado da menor taxa de perda de forragem, pois foi observado menor taxa de senescência para essa fonte (Tabela 5). A taxa de acúmulo de forragem do sulfato de amônio incrementou 28,36% e 11,16% em relação a ureia e ureia protegida.

**Tabela 8-** Taxa de acúmulo líquido de forragem (TAF), do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações.

Nº Aplicações	Fontes			Média	Pr>F	CV%
	Sulfato Am.	Ureia	Ureia P.			
	<b>TAF (kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>)</b>					
2	90,96	73,95	90,31	85,44 A	0,000 <sup>I</sup>	
6	98,74	73,82	80,35	85,20 A	0,796 <sup>II</sup>	8,54
Média	94,85 a	73,89 c	85,33 b	79,27	0,074 <sup>III</sup>	
Média testemunha	30,84	5,22 <sup>DMS</sup>			0,000*	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Diferença entre médias dos tratamentos fatoriais e testemunha maior que a DMS calculada, diferem pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. Valores de Pr>F: I - fontes; II – Nº aplicações; III – fonte vs Nº aplicações e \*fatorial vs testemunha.

As taxas de acúmulo líquido de forragem mostraram efeito entre os tratamentos adubados com nitrogênio em relação a testemunha, onde representou aumento de 157,03%. Como foi observado, os tratamentos adubados com nitrogênio demonstraram alto impacto na taxa de acúmulo líquido de forragem, onde o manejo das aplicações de nitrogênio associadas a fontes nitrogenadas não comprometeu os resultados de acúmulo de forragem.

Ao considerar desempenho de animais criados em pastagem de capim Mombaça, com ganho médio diário de 844 g e peso vivo médio de 348,8 kg, (ALEXANDRINO et al., 2005), consumo de matéria seca e oferta de forragem de 2%, foi possível simular as taxas de lotação de animais por hectare com as taxas de acúmulo líquido de forragem observadas das fontes nitrogenadas. Com base na simulação, observou-se taxas de lotação (animais/ha) de 6,80, 5,30, 6,12 e 2,21 para

o sulfato de amônio, ureia, ureia protegida e testemunha, respectivamente. Assim, a taxa de lotação em animais por hectare ao adubar com o sulfato de amônio demonstra potencial em ganho adicional na lotação de animais por área, entretanto, o sulfato de amônio dispõe de maior custo por unidade de N em relação a ureia comum. A ureia protegida não demonstra possibilidades de variações significativas, pois não promoveu acréscimo maior que uma animal por hectare.

## 2.4 CONCLUSÃO

As fontes nitrogenadas estabeleceram maior impacto nas características morfogênicas, estruturais e de acúmulo de forragem, que as distintas divisões das aplicações nitrogenadas.

A redução das aplicações pode ser favorável para reduzir custos com a adubação.

A ureia mostrou resultados inferiores às demais fontes nitrogenadas, nesse sentido a redução das aplicações promoveria maiores benefícios para planta utilizando o sulfato de amônio.

## REFERÊNCIAS

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**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2174-2184, novembro. 2005.

CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE M. A. C.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE A. J.; PEREIRA, W. E. Morfofisiologia do dossel de Panicum maximum cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 406-415, outubro. 2005.

CANTARELLA, H.; MONTEZANO, Z. F. Nitrogênio e Enxofre. In: In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R (Ed). **Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes**. V2. Piracicaba: IPNI – Brasil, 2010. p. 05 – 65.

DAVIES, A. Tissue turnover in the sward. In: DAVIES, A.; BAKER, R.D.; GRANT, S.A. et al. (Eds.) **Sward measurement handbook** . Reading: The British Grassland Society, 1993. p.183-216.

DIFANTE, G. S.; JÚnior, D. N.; Da SILVA, S. C.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; SILVEIRA, M. C. T., PENA, K. S. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n. 5, p. 955-963, maio. 2011.

DOMINGHETTI, A. W.; GUELFY, D. R.; GUIMARÃES, R. J.; CAPUTO, A. L. C.; SPEHAR, C. R.; FRAQUIN, V. Nitrogen loss by volatilization of nitrogen fertilizers applied to coffee orchard. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 40, n. 2, p. 173–183, mar/apr, abril. 2016.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p. Informação tecnológica.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. Experimental Designs: Um pacote R para análises de experimentos. **Revista estatística da UFOP**, Ouro Preto, v. 1 n. p. 1-9, novembro. 2010.

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. Julho, 2010.

Instituto Nacional de Meteorologia- INMET. [Internet] 2016, [Acesso Março 2016]. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>.

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

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D.F. Tissue flows in grazed communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed). **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p. 3 – 7.

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 pastagem de capim-tanzânia adubada com ureia no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2240-247, novembro. 2004.

MARTHA JUNIOR, G. B.; VILELA, L.; SOUZA, D. M. G. Adubação Nitrogenada. In: Martinhão Gomes de. (Ed) **Cerrado: Uso de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. 117 – 144.

MARTHA JUNIOR, Geraldo Bueno et al. O Manejo da adubação nitrogenada em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba, SP. **Anais**. Piracicaba, SP: Fundação de Estudos Agrários “Luis de Queiroz”, 2004. p. 155 – 215.

MEISINGER, J. J.; CALDERÓN, F. J.; JENKINSON, D. S. Soil nitrogen budgets. In: SCHEPERS, J. S.; RAUN, W. R. (Ed). **Nitrogen in agriculture systems**. Madison: American Society of Agronomy, 2008. p. 505 – 562.

MONTEIRO, F.A. Pastagens. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R (Ed). **Boas práticas para o uso eficiente de fertilizantes**. V3. Piracicaba: IPNI – Brasil, 2010. p. 231 – 285.

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.

SILVA, S. C; BUENO, A. A. O; CARNEVALLI, R. A; UEBELE, M. C; BUENO, F. O.; HODGSON, J.; MATTHEW, C; GREG, C. A; MORAIS, J. P. G. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, n. 1, p. 8-19, fevereiro. 2009.

VAZ, Marcos André Braz. **Estudo de delineamentos experimentais no esquema fatorial duplo com um tratamento adicional**. 2013. 103f. Dissertação (Mestrado em ciências :estatística e experimentação agrônômica) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 2013.

### 3 CAPÍTULO 2

#### RESUMO

##### **Eficiência de fontes nitrogenadas sobre manejo das aplicações de nitrogênio e respostas produtivas do capim Mombaça**

Com a finalidade de flexibilizar o manejo das aplicações de nitrogênio e promover uso mais eficiente de fertilizantes nitrogenados, objetivou-se estudar e compreender como fontes nitrogenadas combinadas a distintas divisões das aplicações de nitrogênio modificam as características estruturais, produtivas, eficiência e status nutricional do capim Mombaça, durante a estação de crescimento 24-11-2018 a 12-06-2019. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizados, em esquema fatorial [(3x2) +1], sendo avaliadas três fontes nitrogenadas (sulfato de amônio, ureia e ureia protegida) e distintas divisões das aplicações nitrogenadas (parcelado em duas e seis aplicações), com adição de um tratamento testemunha (sem aplicação de nitrogênio), composta de 4 repetições com área de 9m<sup>2</sup>. Foram realizadas, avaliação agronômica, SPAD e altura, para obtenção das variáveis. Em relação a produção de forragem, foi observado que as fontes nitrogenadas exerceram maior impacto, onde o sulfato de amônio demonstrou maior produção de forragem total, de lâmina foliar e colmo. A ureia protegida respondeu de forma similar a ureia para maioria das variáveis, sendo verificado que a ureia protegida acarretou na mesma eficiência agronômica que a ureia comum, e o sulfato mostrou maior eficiência, com valor de 60,98 kg MS/ kg N. As fontes de nitrogênio estabeleceram maior impacto na produção de forragem e eficiência agronômica, que as aplicações, podendo ser reduzidas as aplicações de nitrogênio. A ureia protegida não permite aumento de eficiência, que a ureia comum e o sulfato de amônio.

**Palavras-chave:** Ureia protegida. sulfato de amônio. redução de aplicações nitrogenadas.

## ABSTRAT

### **Efficiency of nitrogen sources on the management of nitrogen applications and productive responses of the Mombaça grass**

With the purpose of making nitrogen management more flexible and promoting a more efficient use of nitrogen fertilizers, the objective was to study and understand how nitrogen sources combined with different divisions of nitrogen applications modify the structural, productive, efficiency and nutritional status of the grass Mombaça, during the growing season 24-11-2018 to 12-06-2019. A completely randomized design was used in a factorial scheme (3x2 +1], and three nitrogen sources (ammonium sulfate, urea and protected urea) and different divisions of nitrogen applications (divided in two and six applications) were evaluated. addition of a control treatment (without application of nitrogen), composed of 4 replicates with area of 9m<sup>2</sup>. Agronomic evaluation, SPAD and height were performed to obtain the variables. In relation to the forage production, it was observed that the nitrogen sources exerted greater impact, where the ammonium sulfate showed higher production of total forage, leaf blade and stem. The protected urea responded similarly to urea for most of the variables. It was verified that protected urea had the same agronomic efficiency as common urea, and sulphate showed higher efficiency, with a value of 60.98 kg DM / kg N. Nitrogen sources established a greater impact on forage production and agronomic efficiency than the applications, and nitrogen applications could be reduced. Protected urea does not allow for an increase in efficiency than ordinary urea and ammonium sulfate.

**Key words:** Ammonium sulfate. Protected urea. Reduction of nitrogen applications.

### 3 INTRODUÇÃO

As fontes nitrogenadas possuem específicas características físicas e químicas, onde respondem de forma distinta a eficiência de utilização do nitrogênio aplicado e, desta forma, necessitam de manejos de aplicações de nitrogênio específico para cada fonte nitrogenada. Devido as problemáticas relacionadas a perdas de nitrogênio no solo, são desenvolvidos protocolos para adubação de pastagem, visando reduzir perdas de nitrogênio e utilizar fontes com menor custo por unidade de N, entretanto, realizar essa tarefa nas adubações de pastagens é um grande desafio, pois na maioria das vezes a adubação nitrogenada depende da logística de outras atividades na fazenda.

A ureia possui como benefício maior concentração de N (45%) na forma amídica [ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ], e por isso, possui menor custo por unidade de N. Por outro lado, a ureia possui características de alta mobilidade no solo, maior capacidade de absorver a umidade do ar atmosférico e, por isso é mais susceptível às perdas de nitrogênio quando aplicada na superfície do solo (FONTOURA; BAYER et al., 2010; MARTHA JÚNIOR et al., 2004). Assim, para utilizar fontes com menores custos é necessário planejar um protocolo da realização das aplicações da adubação nitrogenada, colocando em questionamento o momento certo para realização das aplicações, qual fonte capaz de proporcionar maior eficiência de respostas biológicas das gramíneas e como realizar a divisão das adubações nitrogenadas.

O sulfato de amônio possui 20% de nitrogênio ( $\text{NH}_4$ ) e 24% de enxofre ( $\text{SO}_4$ ), e proporciona maior suprimento de enxofre e redução de perdas por volatilização da amônia (FONTOURA; BAYER et al., 2010). Devido essas características, o sulfato de amônio é utilizado principalmente quando necessita de reduzir perdas, pois já é verificado que essa fonte possui maiores incrementos de matéria seca em relação a ureia, até mesmo em condições de baixa precipitação pluviométrica e altas temperaturas (COSTA et al., 2013; SILVA et al., 2013).

No sentido de flexibilizar o momento de realização das aplicações nitrogenadas, ou do parcelamento da dose estipulada para o período de crescimento da planta, foram desenvolvidas ureias com ação inibitória que agem na estrutura química da enzima uréase, liberando de forma gradativa o nitrogênio presente no fertilizante. Dentre as fontes desenvolvidas, a ureia protegida com inibidores de urease (Cu + B), demonstra potencial na redução de perdas gasosas de nitrogênio

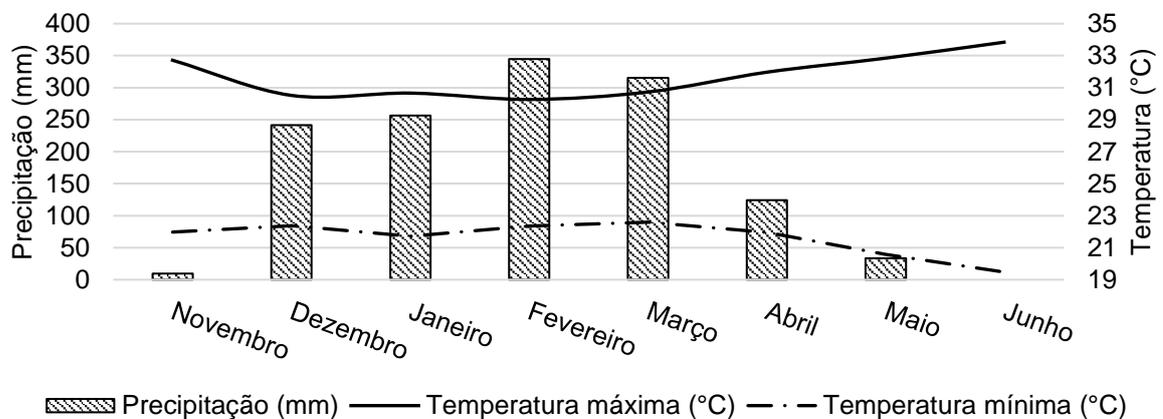
(DOMINGHETTI et al., 2016), mas ainda não é compreendido como elas comportam-se na adubação de pastagens, sendo necessário seu estudo.

Conforme exposto, objetivou-se avaliar como fontes de nitrogênio (sulfato de amônio, ureia e ureia protegida) associadas a distintas divisões das aplicações de nitrogênio (duas e seis aplicações) agem na estrutura, produção de forragem, eficiência e status nutricional da planta do capim Mombaça, durante a estação de crescimento na região de Araguaína, Tocantins.

### 3.1 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Tocantins-UFT, Campus Universitário de Araguaína-TO, no Núcleo de Estudos em Produção de Ruminantes na Amazônia Legal – Nepral, localizado a 07°12'28", Latitude Sul e 48°12'26", Longitude Oeste, e altitude de 228,52 m. A pastagem de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça foi estabelecida em 2012, e o período experimental teve início em 24 de novembro de 2017, com término em 12 de junho de 2018.

O clima da região segundo a classificação de Köppen (1948) é AW – Tropical de verão úmido com estação seca e chuvosa definida, com período de estiagem no inverno, e ao longo do ano apresenta a média de umidade relativa do ar de 76%, precipitação de 1.800,4 mm e temperatura máxima e mínima de 40 e 18°C, respectivamente. Durante o experimento as variáveis ambientais foram coletadas na estação meteorológica do INMET instalada no Campus, e os dados apresentados na Figura 6.



**Figura 6** -Precipitação e temperatura mensurada durante o período experimental de novembro de 2017 a junho de 2018, na estação meteorológica do INMET no município de Araguaína-TO. Fonte: INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

O solo da área é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico Típico (EMBRAPA, 2013). O solo foi amostrado na camada de 0-20 cm, utilizando trado tipo caneco, onde foram coletadas duas amostras de solo por unidade experimental para formar uma composta, totalizando-se em 28 amostras que posteriormente foram encaminhadas para análises químicas e físicas do solo no laboratório de Solos da UFT, e os dados são apresentados na Tabela 9.

**Tabela 9-** Análise química do solo da área experimental formada de capim Mombaça.

pH	MO	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	H <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>	SB	CTC	V	Areia	Silte	Argila
CaCl <sub>2</sub>	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>3</sup>	-----cmolc dm <sup>-3</sup> -----					%	-----dag kg <sup>-1</sup> -----				
6,09	3,38	6,3	0,01	1,23	0,03	1,52	0,0	1,27	2,79	45,51	89,35	0,65	10,00

MO= matéria orgânica; P= fósforo; K= potássio; Ca= cálcio; Mg= magnésio; H= hidrogênio; Al= alumínio; SB= soma de bases; CTC= capacidade de troca de catiônica.

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizados, com quatro repetições em esquema de arranjo fatorial com adição de um tratamento testemunha [(3 x 2) + 1]. Assim, os tratamentos consistiram da combinação de três fontes nitrogenadas (sulfato de amônio, ureia e ureia protegida) e distintas divisões das aplicações de nitrogênio (parcelado em duas e seis aplicações) e um tratamento testemunha (sem aplicação de nitrogênio).

A área experimental, formada de capim Mombaça foi submetida ao corte de uniformização, sendo rebaixado a 17 cm de altura, na data de 24 de novembro de 2017. A uniformização da pastagem foi realizada com o objetivo de controlar alongamento de haste e estimular o perfilhamento.

A área experimental total utilizada foi de 252 m<sup>2</sup>, dividida em 28 parcelas de 9 m<sup>2</sup> (3 x 3) cada. Antecedendo o sorteio das unidades experimentais foi realizada a caracterização da área após corte de uniformização, utilizando dados de densidade populacional de perfilhos (DPP), com um quadro de 0,25 m<sup>2</sup> (1 x 0,25), nesse sentido, os tratamentos foram sorteados para manterem densidade populacional de perfilhos aproximadas de 386,85 perfilhos m<sup>2</sup> com desvio padrão de 2,60. Essa metodologia foi adotada com objetivo de manter uniformidade das unidades experimentais, devido ao histórico de manejo da área, que acarretou perfilhamento desuniforme e baixas densidades populacionais de perfilho.

A correção do solo e adubação fosfatada foram realizadas concomitantemente, e em dose única anterior ao corte de uniformização (10/11/2017). Foram aplicadas 1500 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT de 100%) e 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> via superfosfato simples (21% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 10% de S e 17% de Ca). Durante o período experimental, os tratamentos receberam 180 kg de N ha<sup>-1</sup> utilizando as fontes de N de acordo com seus respectivos tratamentos, e 70% desse valor de K<sub>2</sub>O via cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O). As fontes de N continham distintas composições químicas, assim descritas: sulfato de amônio (20% de NH<sub>4</sub> e 24% de SO<sub>4</sub>), ureia (45% de

[CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]) e ureia protegida (44,6% de [CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>], 0,15% de Cu e 0,40% de B). Para avaliar as fontes, nenhuma correção de enxofre ou micronutrientes foi realizada.

A adubação nitrogenada foi dividida de acordo com o número de aplicações dos tratamentos e realizada concomitantemente com o K<sub>2</sub>O. No duas aplicações as adubações foram realizadas em doses iguais de 90 kg ha<sup>-1</sup>, sendo realizada a primeira aplicação em novembro e a segunda em fevereiro, e os tratamentos com seis aplicações foi programado para realizar uma aplicação de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N por período de rebrota, entretanto, a baixa precipitação no período final do experimento acarretou na realização de duas aplicações no quinto corte para as fontes ureia e ureia protegida. A adubação de K<sub>2</sub>O foi parcelada em três aplicações para os tratamentos com seis aplicações e testemunha, com dose de 42 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, e para os tratamentos com duas aplicações foi dividida em doses de 63 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. As datas das aplicações são apresentadas na Tabela 10.

**Tabela 10-** Datas que foram realizadas as adubações de N e K<sub>2</sub>O.

Adubação de N							
Nº Aplicações	T	ureia 2	ureia 6	sulfato Am.2	sulfato Am.6	ureia P2	ureia P6
1		29/11/17	29/11/17	29/11/17	29/11/17	29/11/17	29/11/17
2		09/02/18	12/01/18	02/02/18	05/01/18	09/02/18	12/01/18
3			20/02/18		09/02/18		20/02/18
4			19/03/18		06/03/18		16/03/18
5			16/04/18		05/04/18		16/04/18
6			08/05/18		08/05/18		08/05/18

Adubação de k <sub>2</sub> O							
Nº Aplicações	T	ureia 2	ureia 6	sulfato Am.2	sulfato Am.6	ureia P2	ureia P6
1	29/11/17	29/11/17	29/11/17	29/11/17	29/11/17	29/11/17	29/11/17
2	06/03/17	09/02/18	20/02/18	02/02/17	09/02/18	09/02/18	20/02/17
3	25/04/17		16/04/18		05/04/18		16/04/17

A realização das adubações nitrogenadas foi programada para ser realizada com intervalo de 3 a 5 dias após efetuado o corte, isso proporcionou realizar a aplicação de nitrogênio após a ocorrência de chuvas e nas horas mais frias do dia, afim de favorecer condições ótimas para minimizações de perdas de nitrogênio no solo. Foi coletado dados da precipitação pluviométrica do dia e posterior as aplicações de nitrogênio, na estação INMET, e os dados são apresentados na Tabela 11.

**Tabela 11-** Precipitação pluviométrica do momento e posterior à aplicação de nitrogênio.

Precipitação no dia da aplicação de N (mm)						
Aplicações	ureia 2	ureia 6	sulfato Am.2	sulfato Am.6	ureia P2	ureia P6
1	0	0	0	0	0	0
2	37,6	2,0	14,6	12,13	37,6	2,0
3		1,2		37,6		1,2
4		13,4		0		3,1
5		1,2		1,4		1,4
6		0		0		0
Precipitação posterior a aplicação de N (mm)						
Nº Aplicações	ureia 2	ureia 6	sulfato Am.2	sulfato Am.6	ureia P2	ureia P6
1	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
2	40,3	27,0	74,1	12,9	40,3	27,0
3		41,7		40,3		41,7
4		21,1		5,9		51,2
5		1,4		21,5		1,4
6		0,9		0,9		0,9

\*Precipitação posterior a aplicação de N: valor acumulado da precipitação do primeiro ao quarto dia posterior a aplicação de nitrogênio.

O manejo da desfolhação foi realizado em função do tempo necessário para a expansão de duas novas folhas aparecidas por perfilho, após o corte. Para definir o momento da desfolhação, foram escolhidos dez perfilhos por unidade experimental para contagem de folhas aparecidas, e gerado uma média. O número de folhas aparecidas utilizada para o capim Mombaça no presente experimento foi inferior ao avaliado na literatura, com objetivo de controlar haste (CÂNDIDO et al., 2005). Para determinar o primeiro período de descanso foi utilizado também o comprimento médio de lâmina foliar de 400 mm, devido à baixa altura de uniformização da área, que estimulou rápido aparecimento de folhas.

A medição da altura era realizada após identificação do momento da desfolha, e com uma régua graduada foi medida a altura do capim perfazendo sete pontos de medições por parcela. Após serem realizadas às avaliações, a pastagem era roçada de forma mecânica, deixando um resíduo com 30 cm de altura, sendo essa a recomendação de manejo de resíduo do capim Mombaça (SILVA et al., 2009). A altura residual representou em média 54% da altura pré-corte observada no experimento.

A agrônômica foi realizada no ponto representativo a altura média do dossel, utilizando um quadro de dimensão 1 x 0,6 m (0,6 m<sup>2</sup>), onde a forragem foi colhida a 30 cm de distância do solo, posteriormente as amostras foram encaminhadas ao

laboratório para serem pesadas em balança semi-analítica, e, em seguida retirou-se uma alíquota de aproximadamente 200 g para a separação dos componentes morfológicos 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 (MSC), massa seca de inflorescência (MSINFLO) e massa seca de material morto (MSMM). As massas obtidas foram somadas pela duração do período total de avaliação, e obteve os valores de produção de forragem total (PFT), produção de lâmina foliar (PLF), produção de colmo (PCO), produção de inflorescência (PINFLO) e produção de material morto (PMM).

Para o cálculo do índice de área foliar (IAF), utilizou a alíquota da lâmina foliar obtida na avaliação da agrônômica. Para isso as lâminas foliares foram cortadas em 80 segmentos de 100 mm de comprimento, o qual foi pesado e multiplicado pela área foliar desses segmentos, para a obtenção da área foliar específica e, multiplicada pela massa da lâmina contida em 1m<sup>2</sup> de solo.

A densidade volumétrica de forragem (kg ha<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>), foi resultante da razão de MSFT (kg ha<sup>-1</sup>) e altura média encontrada descontando-se 30 cm do resíduo. A taxa de crescimento cultural (kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) foi calculada pela razão de PFT (kg ha<sup>-1</sup>) e 200 dias de período experimental.

A eficiência Agrônômica do N Aplicado (EA) foi calculada pela razão: [(produção de forragem total com adubação – produção de forragem total sem adubação) / dose total de N aplicado], expresso em kg de MS/ kg de N aplicado.

O status nutricional da planta foi medido através do aparelho CCM-200 Plus, para isso, utilizou-se a última folha completamente expandida realizando a leitura na base e no ápice da folha, perfazendo avaliação em 60 perfilhos por tratamento.

Os dados foram submetidos à análise de variância em delineamento inteiramente casualizados em esquema de arranjo fatorial, com adição de um tratamento testemunha [(3 x 2) + 1]. Os cortes foram agrupados para que fossem possíveis analisar as variáveis por média.

Para comparação dos tratamentos os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o pacote ExpDes (*Experimental Design*) versão 1.2.0 (FERREIRA; CAVALCANTI; NOGUEIRA, 2010), com o software Rstudio. As médias dos fatoriais foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância, e, para a testemunha utilizou-se o teste Dunnett a 5% de significância, onde calculou-se a DMS

considerando a QME da análise fatorial vs tratamento adicional (VAZ, 2013). As variáveis também foram submetidas ao teste de normalidade shapiro-Wilk a 5% de probabilidade, e foram consideradas normais.

### 3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura não foi afetada pelas fontes e aplicações nitrogenadas (Tabela 12). Essa resposta é parâmetro para justificar o critério utilizado no experimento para a realização da desfolhação, sendo utilizado duas folhas expandidas para o capim Mombaça. Assim, pressupõem-se que a altura e o número de folhas exprimem alta relação e, por isso as alturas não foram alteradas.

**Tabela 12-** Altura (cm) do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações.

Nº Aplicações	Fontes			Média	Pr>F	CV%
	Sulfato Am.	Ureia	Ureia P.			
<b>Altura (cm)</b>						
2	55,78	52,48	57,04	55,10 A	0,200 <sup>I</sup>	5,74
6	55,78	56,38	57,82	56,66 A	0,248 <sup>II</sup>	
Média	55,78 a	54,43 a	57,43 a	55,88	0,455 <sup>III</sup>	
Média testemunha	49,29	7,12 <sup>DMS</sup>			0,002 <sup>*</sup>	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Diferença entre médias dos tratamentos fatoriais e testemunha maior que a DMS calculada, diferem pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. Valores de Pr>F: I - fontes; II – Nº aplicações; III – fonte vs Nº aplicações e \*fatorial vs testemunha.

A média geral da altura verificada foi de 55,88 cm, sendo inferior a recomendação da altura encontrada com IAF crítico atingido a 95% da RFA, onde foi observado, valor médio de 90 cm (SILA et al., 2009). Outro estudo com manejo da desfolhação com o capim Mombaça, foi verificado altura média de 69 cm com 2,5 folhas expandidas (CÂNDIDO et al., 2005). Nesse sentido, pode ser que dentro da flexibilidade de manejos da desfolhação do capim Mombaça, usar o critério de duas folhas expandidas pode exercer maior controle do alongamento de haste.

Os tratamentos adubados com nitrogênio representaram superioridade de 13,36% na média geral em relação a testemunha (Tabela 12). A menor altura da testemunha, pode estar relacionada como medida adaptativa da planta para permitir manutenção e sobrevivência do perfilho e sustentar a recomposição de folhas necessárias para formação do *pool* de assimilados, pois não foi fornecido nitrogênio de uma fonte mineral e isso, influenciou em um crescimento leniente da planta.

A densidade volumétrica de forragem respondeu com distinção na média dos tratamentos adubados com fontes nitrogenadas da testemunha, embora isso, ao comparar de forma isolada os tratamentos adubados com fontes nitrogenadas observou-se, que apenas o sulfato de amônio com seis aplicações e ureia com duas

aplicações demonstraram diferença da testemunha (Tabela 13). A semelhança nesses resultados é devido a menor participação de massa seca de colmo no extrato acima da altura de resíduo, sendo resultado do controle e do baixo alongamento de haste.

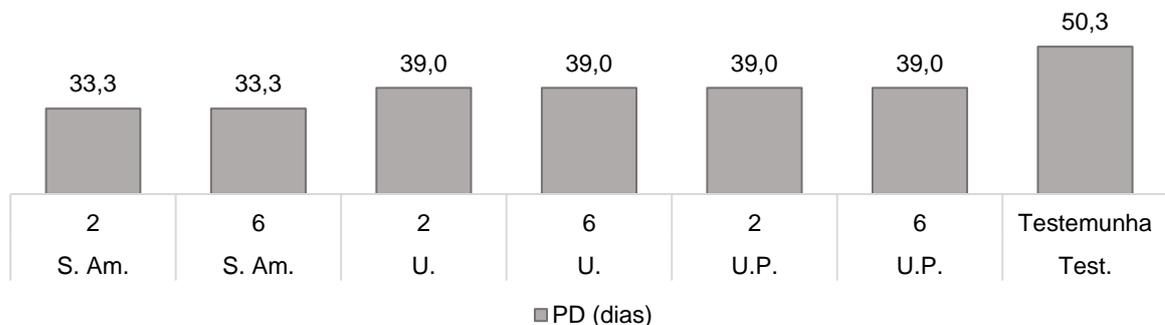
A densidade volumétrica de forragem não resultou efeito em relação as fontes e manejo das aplicações nitrogenadas (Tabela 13). Os valores médios encontrados não foram alterados possivelmente, devido as fontes nitrogenadas manterem altura e participação de lâminas foliares semelhantes no extrato acima da altura do resíduo.

**Tabela 13** - Densidade volumétrica de forragem (DVFo) do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações.

Nº Aplicações	Fontes				Pr>F	CV%
	Sulfato Am.	Ureia	Ureia P	Média		
<b>DVFo (kg ha<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>)</b>						
2	121,86	128,42	119,80	123,36 A	0,194 <sup>I</sup>	12,75
6	141,03	113,27	114,41	122,91 A	0,943 <sup>II</sup>	
Média	131,45 a	120,85 a	117,11 a	123,13	0,107 <sup>III</sup>	
Média testemunha	92,82	33,65 <sup>DMS</sup>			0,003 <sup>*</sup>	

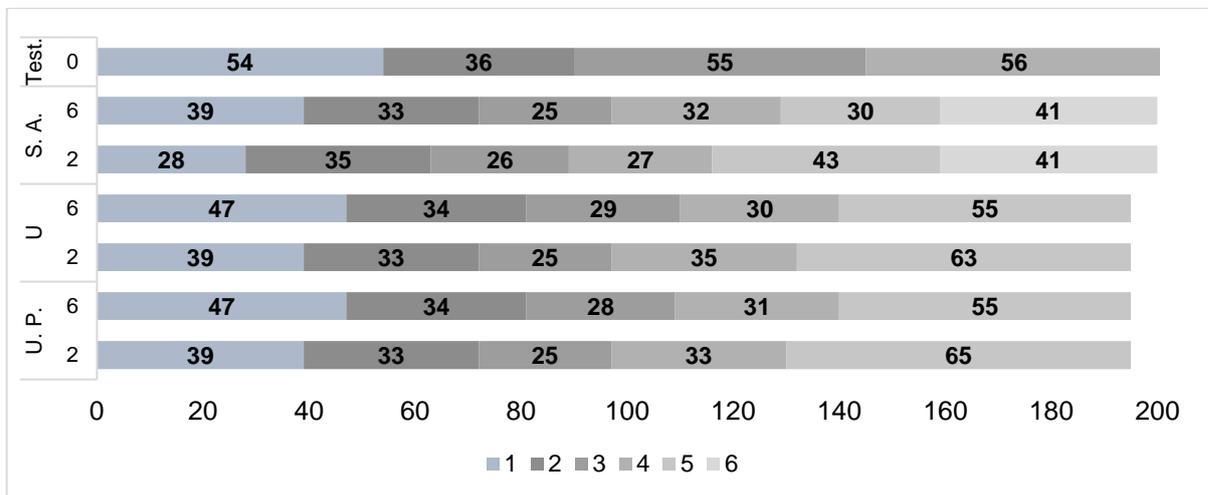
Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Diferença entre médias dos tratamentos fatoriais e testemunha maior que a DMS calculada, diferem pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. Valores de Pr>F: I - fontes; II – Nº aplicações; III – fonte vs Nº aplicações e \*fatorial vs testemunha.

Dados descritivos do período de descanso, apontam que as fontes nitrogenadas estabeleceram maior diferença para o período de crescimento da planta (Figura 7). Dentre as fontes nitrogenadas, o sulfato de amônio demonstrou menor média no período de descanso e, acarretou redução de 17 dias em relação a testemunha. Para a ureia comum e protegida, foi observado o mesmo padrão nos resultados do período de descanso.



**Figura 7**- Valores médios descritivos do período de descanso (PD) do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações.

O menor período de descanso do sulfato de amônio é justificado pela maior frequência de cortes realizados ao longo do período de crescimento do capim Mombaça (Figura 8). A maior velocidade na recomposição de folhas está relacionada às precipitações ocorridas nos meses de novembro a abril (Figura 6), que permitiu períodos de crescimento com menores intervalos em dias, que a ureia comum e protegida. Apesar disso, o sulfato de amônio no último corte necessitou de maior período de descanso, e mesmo assim não foi possível realizar a desfolhação com duas folhas completas. O tratamento testemunha também necessitou realizar a desfolhação antecipadamente, para permitir finalizar o experimento com datas semelhantes dos tratamentos testados.



**Figura 8** - Valores descritivos do período de descanso dos cortes realizados no capim- Mombaça.

O índice de área foliar representou acréscimos de 112,18% dos tratamentos adubados com fontes nitrogenadas relativo à testemunha (Tabela 14). O aumento da participação de nitrogênio na planta, contribui para maiores taxas de alongamento foliar, perfilhamento, e por fim, maior participação de área foliar (CABRAL et al., 2012; SILVA et al., 2013), nesse sentido o fornecimento de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, via sulfato de amônio, ureia comum e protegida demonstram notório efeito na mudança estrutural do capim Mombaça.

As fontes nitrogenadas mostraram efeito no índice de área foliar (Tabela 14), onde observou-se, que o sulfato de amônio e ureia protegida obtiveram semelhança nos resultados e, a ureia apresentou maior distância dos valores encontrados das demais fontes nitrogenadas. O aumento do índice de área foliar para o sulfato de

amônio e ureia protegida, pode ser um indicativo de maior eficiência de utilização de nitrogênio para essas fontes.

**Tabela 14-** Índice de área foliar (IAF), do capim Mombaça, sobre efeito de fontes de nitrogênio e aplicações nitrogenadas.

Nº Aplicações	Fontes				Pr>F	CV%
	Sulfato Am.	Ureia	Ureia P.	Média		
<b>IAF (m<sup>2</sup> área de lâmina/ m<sup>2</sup> de solo)</b>						
2	6,35	5,39	6,62	6,12 a	0,003 <sup>I</sup>	10,49
6	6,43	5,02	5,69	5,71 a	0,124 <sup>II</sup>	
Média	6,39 A	5,21 B	6,16 A	5,92	0,293 <sup>III</sup>	
Média testemunha	2,79	1,30 <sup>DMS</sup>			0,00*	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Diferença entre médias dos tratamentos fatoriais e testemunha maior que a DMS calculada, diferem pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. Valores de Pr>F: I - fontes; II – Nº aplicações; III – fonte vs Nº aplicações e \*fatorial vs testemunha.

A adubação nitrogenada proporcionou maiores impactos benéficos nas médias gerais de massa seca, que à testemunha, com efeitos no incremento de 54,57% na massa seca de forragem total, 78,52% de lâmina foliar e 125% de colmo, e efeito na redução em 85,49% do material morto (Tabela 15).

Em relação as características agrônômicas, observou-se que as fontes nitrogenadas demonstraram efeito na massa seca de colmo, material morto e massa seca de forragem total, e as aplicações nitrogenadas não exerceram efeito sobre nenhuma das variáveis (Tabela 15).

Nos dados descritivos a respeito da massa seca de inflorescência (Tabela 16) foi observado que dentre os componentes morfológicos do perfilho, a inflorescência foi que acarretou menor participação na massa seca de forragem total, onde foi observado a presença pontual de perfilhos reprodutivos que contribuíram na massa seca de inflorescência no mês de março, que contribuíram para baixos valores desse resultado.

**Tabela 15-** Valores médios 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 sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações.

Nº Aplicações	Fontes				Pr>F	CV%
	Sulfato Am.	Ureia	Ureia P	Média		
<b>MSFT (kg ha<sup>-1</sup>)</b>						
2	2.944,30	2.794,59	3.197,13	2.978,67 A	0,032 <sup>I</sup>	8,18
6	3.326,07	2.846,38	3.056,17	3.076,21 A	0,347 <sup>II</sup>	
Média	3.135,19 a	2.820,49 b	3.126,65 a	3.027,44	0,131 <sup>III</sup>	
Média testemunha	1.958,50	583,69 <sup>DMS</sup>			0,000*	
<b>MSLF (kg ha<sup>-1</sup>)</b>						
2	2.512,46	2.368,53	2.764,01	2.548,33 A	0,050 <sup>I</sup>	10,08
6	2.890,70	2.440,46	2.663,23	2.664,80 A	0,291 <sup>II</sup>	
Média	2.701,58 a	2.404,49 a	2.713,62 a	2.606,56	0,209 <sup>III</sup>	
Média testemunha	1.460,04	567,57 <sup>DMS</sup>			0,000*	
<b>MSCO (kg ha<sup>-1</sup>)</b>						
2	191,54	103,59	169,19	154,77 A	0,023 <sup>I</sup>	42,99
6	221,44	111,07	118,28	150,26 A	0,868 <sup>II</sup>	
Média	206,49 a	107,33 b	143,74 ab	152,26	0,460 <sup>III</sup>	
Média testemunha	42,11	120,13 <sup>DMS</sup>			0,003	
<b>MSMM (kg ha<sup>-1</sup>)</b>						
2	205,48	305,84	248,22	253,18 A	0,000 <sup>I</sup>	18,61
6	159,81	285,92	255,39	233,71 A	0,306 <sup>II</sup>	
Média	182,65 b	295,88 a	251,81 a	243,44	0,518 <sup>III</sup>	
Média testemunha	451,56	117,58 <sup>DMS</sup>			0,000*	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Diferença entre médias dos tratamentos fatoriais e testemunha maior que a DMS calculada, diferem pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. Valores de Pr>F: I - fontes; II – Nº aplicações; III – fonte vs Nº aplicações e \*fatorial vs testemunha.

Nos dados descritivos a respeito da massa seca de inflorescência (Tabela 16) foi observado que dentre os componentes morfológicos do perfilho, a inflorescência foi que acarretou menor participação na massa seca de forragem total, onde foi observado a presença pontual de perfilhos reprodutivos que contribuíram na massa seca de inflorescência no mês de março, que contribuíram para baixos valores desse resultado.

**Tabela 16** - Valor descritivo médio de massa seca de inflorescência (MSINFLO), do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações.

Números de aplicações	Fontes			
	Sulfato Am.	Ureia	Ureia P	Média
<b>MSINFLO (kg ha<sup>-1</sup>)</b>				
2	34,82	16,62	15,71	22,38
6	54,11	8,93	19,26	27,43
Média	44,47	12,78	17,48	24,91
Média testemunha	4,78			

Em relação as massas secas observadas na Tabela 15, verificou-se que houve uma possível mudança no crescimento da planta, pois foi observado que a diferença entre as fontes na média de massa seca de forragem total, foi ocasionada pela participação de colmo e material morto, pois a média da massa seca de lâmina foliar manteve semelhante para o sulfato de amônio, ureia comum e protegida.

A massa seca de panículas do capim Mombaça é aumenta de forma crescente quando aumenta o suprimento de nitrogênio para a planta (BARTH NETO et., 2010). Assim, a maior presença de colmo e inflorescência no sulfato de amônio, pode estar relacionada com maior participação de nitrogênio no tecido da planta, adubada com essa fonte. A presença de inflorescência (Tabela 16) apesar de ter sido baixa pode ter acarretado maior alongamento de haste e menor comprimento de lâmina foliar, podendo justificar a possível mudança da translocação de assimilados para o alongamento da haste e inflorescência, não sendo priorizado para a folha.

A massa seca de material morto compreendeu maior valor nas fontes ureia comum e protegida. De modo, que ao fornecer sulfato de amônio pode ter favorecido para maior participação do N no fluxo dos tecidos contribuindo para que a folha mantivesse maior duração de vida e capacidade fotossintética, refletindo em baixas taxas de senescência e conseqüentemente menor massa seca de material morto (NETO et al. 2002; YASUOKA et al., 2018).

Não observou-se, efeito nas produções de forragem para as aplicações de nitrogênio, sendo observada modificações nas respostas apenas para as fontes de nitrogênio (Tabela 17). Além disso, foi observado que os tratamentos adubados com nitrogênio obtiveram notório incremento de produção de forragem total e dos componentes morfológicos da planta em relação à testemunha (Tabela 17).

**Tabela 17-** Produção de forragem total (PFT), produção de lâmina foliar (PLF), produção de colmo (MSCO), produção de material morto (PMM), do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações.

Nº Aplicações	Fontes				Pr>F	CV%
	Sulfato Am.	Ureia	Ureia P.	Média		
<b>PFT (kg ha<sup>-1</sup>)</b>						
2	17.665,78	13.972,95	15.985,65	15.874,80 A	0,000 <sup>I</sup>	8,27
6	19.956,43	14.231,91	15.280,86	16.489,73 A	0,275 <sup>II</sup>	
Média	18.811,11 a	14.102,43 b	15.633,26 b	16.182,26	0,101 <sup>III</sup>	
Média testemunha	7.834,00	583,69 <sup>DMS</sup>			0,000 <sup>*</sup>	
<b>PLF (kg ha<sup>-1</sup>)</b>						
2	15.074,75	11.842,63	13.820,05	13.579,14 A	0,000 <sup>I</sup>	10,35
6	17.344,19	12.202,29	13.316,16	14.287,55 A	0,244 <sup>II</sup>	
Média	16.209,47 a	12.022,46 b	13.568,11 b	13.933,34	0,173 <sup>III</sup>	
Média testemunha	5.840,16	567,57 <sup>DMS</sup>			0,000 <sup>*</sup>	
<b>PCO (kg ha<sup>-1</sup>)</b>						
2	1.149,24	517,97	845,97	837,72 A	0,004 <sup>I</sup>	45,71
6	1.328,67	555,38	591,43	825,16 A	0,936 <sup>II</sup>	
Média	1.238,96 a	536,67 b	718,70 b	831,44	0,520 <sup>III</sup>	
Média testemunha	168,43	120,13 <sup>DMS</sup>			0,002 <sup>*</sup>	
<b>PMM (kg ha<sup>-1</sup>)</b>						
2	1.232,87	1.529,23	1.241,09	1.334,40 A	0,016 <sup>I</sup>	18,64
6	958,87	1.429,59	1.276,97	1.221,81 A	0,262 <sup>II</sup>	
Média	1.095,87 b	1.479,41 a	1.259,03 ab	1.278,10	0,443 <sup>III</sup>	
Média testemunha	1.806,26	117,58 <sup>DMS</sup>			0,002 <sup>*</sup>	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Diferença entre médias dos tratamentos fatoriais e testemunha maior que a DMS calculada, diferem pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. Valores de Pr>F: I - fontes; II – Nº aplicações; III – fonte vs Nº aplicações e \*fatorial vs testemunha.

A produção de inflorescência mostrou maiores valores para o sulfato de amônio, seguido da ureia protegida, ureia e testemunha (Tabela 18). Foi observado que esse componente morfológico, seguiu o mesmo padrão de resposta da produção média de inflorescência (Tabela 16).

**Tabela 18-** Valores descritivos médios da produção de inflorescência (PINFLO), do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações.

Nº Aplicações	Fontes			
	Sulfato Am.	Ureia	Ureia P.	Média
<b>PINFLO (kg ha<sup>-1</sup>)</b>				
2	208,91	83,12	78,53	123,52
6	324,68	44,63	96,29	155,20
Média	266,80	63,88	87,41	139,36
Média testemunha	19,15			

O sulfato de amônio respondeu com superioridade para a produção de forragem total, lâmina e colmo (Tabela 17). A maior resposta com a fonte sulfato de amônio, foi devido ao maior ritmo de crescimento do capim Mombaça durante a estação de crescimento, isso favoreceu a maior frequência de corte observada (Figura 8), e conseqüentemente proporcionou maior acúmulo de massa de forragem ao longo do período. Para as fontes ureia e ureia protegida foi observado semelhança para a produção de forragem total, lâmina foliar, colmo e material morto, sendo a igualdade nos resultados dessas fontes verificado também no período de descanso médio (Figura 7).

Um estudo realizado com o sulfato de amônio também foi observado maior massa seca de lâminas foliares que a ureia (SILVA et al., 2013). Dentre as causas do resultado do sulfato de amônio no incremento da produção de forragem é o notório efeito na eficiência em reduzir perdas de nitrogênio dessa fonte (FONTOURA, BAYER 2010). O sulfato de amônio também proporciona redução do pH e aumento de enxofre na camada superficial do solo (HEINRICHS et al., 2012), sendo essas características importantes para determinar a maior utilização do nitrogênio aplicado pela planta e por fim, a produção de forragem.

A semelhança dos resultados da ureia e ureia protegida foi também observada no estudo de ureia com molécula inibitória (NBPT (N-(n-butyl) thiophosphoric triamide), onde foi verificado semelhança nos resultados das fontes nitrogenadas na produção de matéria seca do capim *Urochloa ruziziensis* (LIMA et al, 2016). A ureia tratada com Agrotain também não foi capaz de obter diferença da ureia comum, na produção de matéria seca durante três anos de avaliação com o capim *Paspalum notatum* Fugge (SILVEIRA et al., 2013).

As fontes de nitrogênio estabeleceram maior impacto na resposta da eficiência agrônômica (Tabela 19), de modo, que o sulfato de amônio possibilitou aumento percentual de eficiência agrônômica de 75,12 e 40,73% para ureia e ureia protegida respectivamente.

O manejo das divisões das aplicações não demonstraram nenhum efeito sobre a eficiência agrônômica (Tabela 19), sendo um indicativo que a redução das divisões das aplicações nitrogenadas não comprometem a produção de forragem e eficiência de utilização de nitrogênio, mas esse efeito também possivelmente foi ocasionado também pelo o critério de realização das aplicações das adubações nitrogenadas em condições ótimas para desfavorecer as perdas de nitrogênio no solo.

**Tabela 19-** Eficiência agrônômica (EA), do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações.

Nº Aplicações	Fontes			Média	Pr>F	CV%
	Sulfato Am.	Ureia	Ureia P.			
<b>EA (kg MS/ kg N aplicado)</b>						
2	54,62	34,11	45,29	44,67 A	0,000 <sup>I</sup>	16,04
6	67,35	35,54	41,37	48,09 A	0,275 <sup>II</sup>	
Média	60,98 a	34,82 b	43,33 b	46,38	0,101 <sup>III</sup>	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Valor de P: I - fontes; II – Nº aplicações; III – interação: fonte vs Nº aplicações. CV%= coeficiente de variação.

A maior eficiência agrônômica verificada quando adicionado sulfato de amônio no solo, pode ser devido ao maior rendimento de massa nos períodos que houveram maiores precipitações pluviométricas e estabilidade de massa nos períodos de restrições de chuva, dado que a eficiência agrônômica é resultado da razão da massa acumulada e quantidade de N aplicado. Costa et al. (2013) constataram que o sulfato de amônio resultou maiores rendimentos de matéria seca tanto nas estações que obtiveram maiores precipitações pluviométricas como nas que se encontravam com déficit hídrico.

Ao adubar utilizando as fontes ureia e ureia protegida observamos que ao longo do experimento ambas mostraram comportamentos similares na maioria das variáveis. Isso ficou bem evidente na produção de forragem, e por fim, na eficiência agrônômica da fonte nitrogenada, deste modo, é muito provável que a semelhança nessas respostas da ureia comum e protegida esteja relacionada com as chuvas ocorridas no período experimental.

Foi observado no decorrer do experimento que devido a ureia comum e protegida mostrar comportamento de rebrota semelhantes, isso proporcionou a realização das aplicações de nitrogênio na maioria das vezes nas mesmas condições de precipitação pluviométrica, onde foi observado que as aplicações de nitrogênio dessas fontes foram realizadas na maioria das aplicações após ocorrência de chuvas, também foi verificado que na segunda, terceira e quarta aplicação ocorreram precipitações maiores que 20 mm (Tabela 11).

A ocorrência de chuvas após aplicações nitrogenadas, ao invés de ter efeito de incorporação do adubo no solo, pode também ocorrer perdas de nitrogênio devido a quantidades de chuvas não ideais posteriores as aplicações (CANTARELLA et al., 2008; FONTOURA; BAYER, 2010; MARTINS et al., 2014). Assim, esse efeito de

chuva similar na antecedência e posterior aplicação da adubação nitrogenada pode ter contribuído para igualdade de resposta da ureia comum e protegida.

O manejo das aplicações nitrogenadas não mostrou efeito sobre as fontes de nitrogênio em resposta à taxa de crescimento cultural, sendo observado efeito apenas para as fontes de nitrogênio (Tabela 20). O sulfato de amônio foi superior a ureia comum e protegida em 33,38% e 20,33% respectivamente. Também foi observado, que as adubações com fontes nitrogenadas promoveram incremento médio da taxa de crescimento cultural de 106% em relação à testemunha.

**Tabela 20-** Taxa de crescimento cultural (TCC) do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações.

Nº Aplicações	Fontes			Pr>F	CV%
	Sulfato Am.	Ureia	Ureia P		
<b>TCC (kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>)</b>					
2	88,33	69,86	79,93	79,37 A	0,000 <sup>I</sup>
6	99,78	71,16	76,40	82,45 A	0,275 <sup>II</sup>
Média	94,05 a	70,51 b	78,16 b	80,91	0,101 <sup>III</sup>
Testemunha	39,17	14,28 <sup>DMS</sup>			0,000 <sup>*</sup>

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Diferença entre médias dos tratamentos fatoriais e testemunha maior que a DMS calculada, diferem pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. Valores de Pr>F: I - fontes; II – Nº aplicações; III – fonte vs Nº aplicações e \*fatorial vs testemunha.

Ao considerar desempenho de animais criados em pastagem de capim Mombaça, com ganho médio diário de 844 g e peso vivo médio de 348,8 kg, (ALEXANDRINO et al 2005), consumo de matéria seca e oferta de forragem de 2%, foi possível simular as taxas de lotação de animais/ha, com as taxas de crescimento cultural observadas das fontes nitrogenadas. Com base nessas informações foi encontrado taxas de lotação de 7, 5 e 5 animais/ha, para o sulfato de amônio, ureia comum e protegida respectivamente, deste modo, é notado que as diferenças encontradas na taxa de crescimento cultural do sulfato de amônio, permite acomodar maior quantidade de animais do que a ureia comum e protegida.

O sulfato de amônio provoca aumento no custo em relação a ureia comum devido ao maior valor unitário de nitrogênio, pois detém de 20% de N em sua composição, apesar disso, o sulfato de amônio promove maior eficiência agrônômica (Tabela 19) maior taxa de crescimento cultural e com isso foi a única fonte que demonstrou possibilidades de aumentos nas taxas de lotação de animais por área, sendo verificado um acréscimo de dois animais por hectare em relação a ureia comum

e protegida, podendo ser indicativo que possa obter melhor viabilidade econômica ao utilizar essa fonte nitrogenada.

O status nutricional da testemunha mostrou distinção dos encontrados nos tratamentos adubados com fontes nitrogenadas (Tabela 21), sendo observado claramente que adubação nitrogenada acarreta grandes efeitos no status nutricional da planta, pois foi observado um aumento médio de 40,15% ao realizar aplicação com 180 kg ha<sup>-1</sup> de N utilizando distintas fontes nitrogenadas.

O SPAD demonstrou efeito para as fontes e manejo das aplicações de nitrogênio (Tabela 21). O sulfato de amônio e ureia protegida foram similares e a menor divisão das aplicações nitrogenadas contribuíram com melhoria no status nutricional da planta.

O aumento do status nutricional do capim Mombaça ao reduzir as aplicações nitrogenadas, pode ser devido a dose utilizada por aplicação, aliado a eficiência das fontes, embora isso, foi observado ao longo do experimento, que ao reduzir as aplicações promoveram aumentos de picos do índice SPAD no período de realização das aplicações nitrogenadas e, no ciclo posterior manteve com valores mais estáveis, mas ao passar de mais de um ciclo sem realizar uma nova aplicação ocorreu redução do índice, nesse sentido, apesar da redução das aplicações mostrarem melhoria do status nutricional da planta, não foi observado a mesma constância dos resultados ao longo do período de avaliação.

**Tabela 21-** Índice SPAD (status nutricional) do capim-Mombaça sob efeito de fontes de nitrogênio e números de aplicações.

Nº aplicações	Fontes				Pr>F	CV%
	Sulfato Am.	Ureia	Ureia P.	Média		
<b>SPAD (status nutricional)</b>						
2	15,68	12,94	14,53	14,38 A	0,000 <sup>I</sup>	
6	13,03	10,50	12,54	12,02 B	0,000 <sup>II</sup>	8,69
Média	14,35 a	11,72 b	13,53 a	13,20	0,837 <sup>III</sup>	
Média	7,90	2,21 <sup>DMS</sup>			0,000 <sup>*</sup>	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha e maiúsculas na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Diferença entre médias dos tratamentos fatoriais e testemunha maior que a DMS calculada, diferem pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade. Valores de Pr>F: I - fontes; II – Nº aplicações; III – fonte vs Nº aplicações e \*fatorial vs testemunha.

### **3.3 CONCLUSÃO**

As fontes de nitrogênio estabeleceram maior impacto na produção de forragem e eficiência agronômica, que as aplicações nitrogenadas, tornando possível a redução das aplicações de nitrogênio.

A ureia protegida não permite aumento de eficiência agronômica, que a ureia comum e o sulfato de amônio.

Dentre as fontes estudadas, recomenda-se a utilização do sulfato de amônio e ureia comum para a adubação de pastagens.

## REFERÊNCIAS

- 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**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2174-2184, novembro. 2005.
- BARTH NETO, A.; BOLETA, V.S.; JÚNIOR PANCERA, E.J.; ALMEIDA, G.M.; CANTO, M.W; GASPARINO, E.; BALTAZAR, L.F. Nitrogênio e época de colheita nos componentes da produtividade de forragem e sementes de capim-mombaça. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.45, n.11, p.1312-1320, novembro. 2010.
- CABRAL, W. B.; SOUZA, A. L.; ALEXANDRINO, E.; TORAL, F. L. B.; DOS ANTOS, J. N; CARVALHO, M.V. P. Características estruturais e agrônômicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 4, p. 846–855, novembro. 2012.
- CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE M. A. C.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE A. J.; PEREIRA, W. E. Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 406-415, outubro. 2005.
- CANTARRELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; CONTIN, T. L. M.; DIAS, F. L. F; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBRA, R. B.; QUAGGIO, J. A. Ammonia volatilisation from uréase inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 397-401, july. 2008.
- COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; SILVA, F. G; BORGES, E. F., EPIFÂNIO, P. S., GUIMARÃES, K. C. Doses and sources of nitrogen on yield and bromatological composition of Xaraés grass. **Ciência animal brasileira**, Goiânia, v. 14, n. 3, p. 288-298, setembro. 2013.
- DOMINGHETTI, A. W.; GUELFY, D. R.; GUIMARÃES, R. J.; CAPUTO, A. L. C.; SPEHAR, C. R.; FRAQUIN, V. Nitrogen loss by volatilization of nitrogen fertilizers applied to coffee orchard. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 40, n. 2, p. 173–183, abril. 2016.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed.** Brasília: Embrapa, 2013. 353 p. Informação tecnológica.
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. Experimental Designs: Um pacote R para análises de experimentos. **Revista estatística da UFOP**, Ouro Preto, v. 1 n. p. 1-9, 2010.
- 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, julho. 2010.

HEINRICH, R.; FILHO, C. V. S.; CROCIOLLI, C. A.; FIGUEIREDO, P. A. M.; FRUCHI, V. M.; KODEL, F. J.; RODRIGUES, T. A. Doses and sources of nitrogen fertilizer and their effects on soil chemical properties and forage yield of *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1745-1754, outubro. 2012.

Instituto Nacional de Meteorologia- INMET. [Internet] 2016, [Acesso Março 2016]. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>.

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

LIMA, J. E. S.; NASCENTE, A. S.; LEANDRO, W. M.; SILVEIRA, P. M. *Urochloa ruziziensis* responses to sources and doses of urea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campinas, v. 20, n. 5, p. 401–407, maio. 2016.

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 pastagem de capim-tanzânia adubada com ureia no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 2240-247, novembro, 2004.

MARTINS, I. S.; CAZETTA, J. O.; FUKUDA, A. J. F. Condições, modos de aplicação e doses de ureia revestida por polímeros na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n.3, p. 271-279, setembro. 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.

SILVA, D. R. G.; COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; DE OLIVEIRA, I. P.; BERNARDES, T. F. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 184–191, março. 2013.

SILVA, S. C; BUENO, A. A. O; CARNEVALLI, R. A; UEBELE, M. C; BUENO, F. O.; HODGSON, J.; MATTHEW, C; GREG, C. A; MORAIS, J. P. G. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, n. 1, p. 8-19. Fevereiro, 2009.

SILVEIRA, M. L.; VENDRAMINI, J. M. B.; SELLEES, B.; MONTEIRO, F. A.; ARTUR, A. G.; DUPAS, E. Bahiagrass response and N loss from selected N fertilizer sources. **Grass and Forage Science**, European Grassland Federation, v. 70, n. 1, p. 154–160. Junho, 2015.

VAZ, Marcos André Braz. **Estudo de delineamentos experimentais no esquema fatorial duplo com um tratamento adicional**. 2013. 103f. Dissertação (Mestrado

em ciências :estatística e experimentação agrônômica) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 2013.

YASUOKA, J. I. et al. Canopy height and N affect herbage accumulation and the relative contribution of leaf categories to photosynthesis of grazed brachiaria grass pastures. **Grass and Forage Science**, European Grassland Federation, v. 73, n. 1, p. 183-192, maio. 2018.

## ANEXOS



**Figura 9-** Experimento realizado no laboratório NEPRAL.



**Figura 10-** Área formada de capim-Mombaça.



**Figura 11-** Sulfato de amônio, ureia protegida e ureia.



**Figura 12-** Contagem de folhas aparecidas no perfilho.



**Figura 13-** Avaliação morfogênica



**Figura 14-** Leitura SPAD e coleta agrônômica, com quadro retangular de 0,6 m<sup>2</sup>.



**Figura 15-** Contagem de perfilhos em um quadro retangular de 0,25 m<sup>2</sup>.