



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
CURSO DE ZOOTECNIA

ANE CAROLINE ARAÚJO CAVALCANTE

**AVALIAÇÃO BIOECONÔMICA DE FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO EM
CAPIM MOMBAÇA (*Megathyrsus maximus*)**

ARAGUAÍNA (TO)

2020

ANE CAROLINE ARAÚJO CAVALCANTE

**AVALIAÇÃO BIOECONÔMICA DE FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO EM
CAPIM MOMBAÇA (*Megathyrsus maximus*)**

Monografia apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Araguaína para a obtenção do título de Bacharel em Zootecnia, sob orientação da Profª Drª Ana Cláudia Gomes Rodrigues Neiva.

Orientadora: Profª Drª Ana Cláudia Gomes Rodrigues Neiva

ARAGUAÍNA (TO)

2020

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

C376a Cavalcante, Ane Caroline Araújo .
AVALIAÇÃO BIOECONÔMICA DE FONTES E DOSES DE
NITROGÊNIO EM CAPIM MOMBAÇA (*Megathyrsus maximus*). / Ane
Caroline Araújo Cavalcante. – Araguaína, TO, 2020.
34 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Araguaína - Curso de Zootecnia, 2020.

Orientadora : Ana Cláudia Gomes Rodrigues Neiva

1. Adubação nitrogenada. 2. Fontes e doses. 3. Custo de produção . 4.
Capim Mombaça. I. Título

CDD 636

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).**

ANE CAROLINE ARAÚJO CAVALCANTE

AVALIAÇÃO BIOECONÔMICA DE FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO EM CAPIM
MOMBAÇA (*Megathyrus maximus*)

Monografia apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Araguaína, Curso de Zootecnia foi avaliado para a obtenção do título de Bacharel em Zootecnia e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de Aprovação 18/12/2020

Banca examinadora:



Profa. Dra., Ana Cláudia Gomes Rodrigues Neiva, Orientadora, UFT



Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva, Examinador, UFT



Msc. José Helder Andrade de Moura, Examinador, UFT

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente à Deus que é quem governa meus caminhos e me dá saúde e proteção.

Aos meus pais e toda minha família que mesmo distante estão sempre comigo me apoiando nas minhas escolhas.

Aos meus companheiros de experimento Leandro Roberto, Lucas Inocêncio e Samuel Gomes.

Aos meus amigos de graduação, Ana Carla, Giovana Akemi, Douglas Souza, Bárbara Pércia, João Pedro, Bruno Possatto e Álex Pereira.

Aos meus amigos da pós-graduação, Rafael de Oliveira, Ithalo Barros, José Helder, Amanda Reis, Mariana Viega e Adriano.

Aos meus orientadores, professor Dr. José Neuman Miranda Neiva e professora Dra. Ana Cláudia Gomes Rodrigues Neiva, pelas correções e incentivos que estiveram presentes desde o meu ingresso no curso. Todo o meu respeito e admiração.

Ao professor Dr. Luciano Fernandes Sousa, que cedeu um espaço do seu tempo para fazer a análise estatística dos meus dados e tirar dúvidas.

A Universidade Federal do Tocantins, que me proporcionou esta oportunidade única de crescimento profissional.

Ao Programa de Educação Tutorial – PET Zootecnia, por ter contribuído com o meu aprendizado e desenvolvimento pessoal.

A empresa Yara Brasil, pela confiança e apoio neste trabalho.

A minha banca examinadora professora Dra. Ana Cláudia Gomes Rodrigues Neiva, professor Dr. José Neuman Miranda Neiva e Msc. José Helder Andrade de Moura.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

Objetivou-se analisar a viabilidade econômica da utilização de diferentes fontes e doses de nitrogênio no capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*). O delineamento foi em blocos casualizados com arranjo fatorial 2x4, sendo duas fontes de nitrogênio (ureia e nitrato de amônio) com quatro doses de nitrogênio (0; 25; 50 e 75 kg/ha) por ciclo totalizando oito tratamentos e quatro repetições, distribuídos em 32 parcelas de 9m² cada. Foram aplicados 50 kg/ha de P₂O₅ na forma de superfosfato simples e 50 kg/ha de K₂O na forma de cloreto de potássio em toda a área experimental, inclusive nos tratamentos que não receberam nitrogênio. Os cortes aconteceram em intervalos fixos de 28 dias. Utilizou-se uma moldura de 1,25m x 1,25m com área de 1,56 m² para avaliar a produção da forragem que foi colhida a 10cm de altura em relação ao solo. Utilizando os dados de massa seca da forragem realizou-se as avaliações de viabilidade econômica para o uso da fonte de nitrogênio e sua adubação otimizada conforme apresentado pelas diferentes dosagens oferecidas em parcelas, e também da fonte e dose de nitrogênio associado à adubação fosfórica e potássica. Não houve interação (P>0,05) das doses e fontes de nitrogênio para nenhuma das variáveis analisadas. Independentemente das doses aplicadas, as fontes utilizadas não influenciaram significativamente nos custos de produção (P>0,05). O custo do kg para PMSF e PMST com adubação nitrogenada ajustaram-se de maneira linear positiva (P<0,05) às doses aplicadas. Não foi observado efeito (P>0,05) das doses de nitrogênio no custo do kg para a PMSF com a adubação de N+P+K. Em relação ao custo do kg de PMST sendo a soma dos custos de N+P+K, apresentou comportamento quadrático (P<0,05). A adubação nitrogenada é imprescindível para a manutenção da produtividade de pastagens, pois resulta em aumento da produção de massa vegetal. Assim, a decisão sobre a fonte a ser aplicada dependerá do custo unitário do nitrogênio visando uma maior viabilidade bioeconômica.

Palavras-chave: adubação, custos, fertilizantes, pastagem.

ABSTRACT

The objective was to analyze the economic viability of using different sources and doses of nitrogen in Mombaça grass (*Megathyrsus maximus*). The design was in randomized blocks with a 2x4 factorial arrangement, with two sources of nitrogen (urea and ammonium nitrate) with four nitrogen doses (0; 25; 50 and 75 kg / ha) per cycle totaling eight treatments and four repetitions, distributed in 32 plots of 9m² each. 50 kg / ha of P₂O₅ were applied in the form of simple superphosphate and 50 kg / ha of K₂O in the form of potassium chloride throughout the experimental area, including treatments that did not receive nitrogen. The cuts took place at fixed intervals of 28 days. A 1.25m x 1.25m frame with an area of 1.56 m² was used to evaluate the production of forage that was harvested at a height of 10 cm in relation to the soil. Using forage dry mass data, economic viability assessments were performed for the use of the nitrogen source and its optimized fertilization as presented by the different dosages offered in plots, and also of the nitrogen source and dose associated with phosphoric and potassium fertilization. There was no interaction ($P > 0,05$) between doses and nitrogen sources for any of the variables analyzed. Regardless of the doses applied, the sources used did not significantly influence production costs ($P > 0,05$). The kg cost for PMSF and PMST with nitrogen fertilization adjusted in a positive linear way ($P < 0,05$) to the applied doses. There was no effect ($P > 0,05$) of nitrogen doses on the cost of kg for PMSF with N + P + K fertilization. In relation to the cost of kg of PMST being the sum of the costs of N + P + K, it presented a quadratic behavior ($P < 0,05$). Nitrogen fertilization is essential for maintaining pasture productivity, as it results in increased production of vegetable mass. Thus, the decision on the source to be applied will depend on the unit cost of nitrogen aiming at greater bioeconomic viability.

Keywords: fertilization, costs, fertilizers, pasture

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Área experimental (2020). Universidade Federal do Tocantins – EMVZ..... 19
- Figura 2. Valores médios de precipitação e temperatura durante o período experimental..... 20
- Figura 3. Custo (R\$) kg de PMS folha com nitrogênio, (b) Custo (R\$) kg de PMST com nitrogênio e (c) Custo (R\$) kg de PMST com (N+P+K). 24

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Produção de massa seca de folha/ha (PMSF) e produção de massa seca de forragem total/ha (PMST) média de capim Mombaça (*Megathyrus maximus*) das fontes (Nitrato de amônio e Ureia) com doses de Nitrogênio 0; 25; 50 e 75 kg N/ha..... 21
- Tabela 2. Custo da adubação com Nitrogênio, fósforo e potássio com as fontes Nitrato de amônio e Ureia associado aos tratamentos..... 21
- Tabela 3. Custo da adubação kg de PMSF com Nitrogênio, Custo kg de PMSF com Nitrogênio + (Fósforo e Potássio), Custo kg de PMST com Nitrogênio e Custo kg de PMST com Nitrogênio + (Fósforo e Potássio) com as fontes (Nitrato de amônio e Ureia) e doses de nitrogênio (0; 25; 50 e 75 kg N/ha)..... 23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Importância do nitrogênio.....	13
2.2 Aplicação nitrato de amônio e ureia em pastagens.....	14
2.3 Eficiência do nitrogênio.....	16
2.4 Importância da avaliação bioeconômica.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5 CONCLUSÃO.....	28
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

Em função das condições climáticas favoráveis e à grande disponibilidade de terras, o Brasil se destaca como um dos maiores produtores de carne do mundo (Fernandes et al., 2015). Segundo dados do IBGE (2019), o país possui o maior rebanho comercial bovino do mundo com cerca de 213,5 milhões de cabeças. No entanto, apesar da maior produção de carne ocorrer em sistemas de pastagens, o que torna a produção mais barata quando comparada a sistemas confinados, estas áreas são afetadas pela deficiência de nutrientes e variação de temperatura, precipitação, luminosidade que influenciam na sazonalidade da produção durante todo o ano (EUCLIDES et al., 2007).

De acordo com Dias-Filho (2014) cerca de 70% do total das áreas de pastagem no Brasil são pastagens degradadas ou em processo de degradação, localizadas principalmente nas regiões Norte, Centro Oeste e Nordeste, consideradas regiões de fronteira agrícola. Assim, é necessário investimento em tecnologia e insumos na formação e manejo das pastagens para se obter uma pecuária mais eficiente. Dentre as tecnologias que devem ser utilizadas em áreas de pastagens tem-se a adubação. Nesse sentido, diversos estudos apontam a importância da reposição e manutenção da fertilidade dos solos sob pastagens para promover a sustentabilidade e a produtividade da planta forrageira (MARTHA JÚNIOR; VILELA, 2002).

A adubação deve fornecer nutrientes minerais à cultura atendendo a critérios econômicos e ambientais (ar, água, solo), tendo em vista o elemento, a quantidade, época de aplicação, localização, o efeito na qualidade, o efeito no ambiente e se há um retorno viável da utilização (MALAVOLTA, 2008). A adubação nitrogenada tem grande atuação nos padrões de alocação de biomassa aérea e radicular das forrageiras (MARTUSCELLO et al., 2018). O nitrogênio atua diretamente no processo de fotossíntese em razão da sua atribuição na molécula de clorofila sendo constituinte da estrutura das proteínas como nutriente essencial para a planta (ALEXANDRINO et al., 2010).

É comum o uso de gramíneas forrageiras *Megathyrsus maximus* em sistemas intensivos de pastejo, devido a sua alta produtividade e qualidade, que apesar de apresentar alta exigência em fertilidade, proporcionam consideráveis aumentos no acúmulo de forragem se bem manejados (CASTRO et al., 2016). Com aplicação de nitrogênio, o capim Mombaça aumenta a produção de matéria verde e seca, a taxa de acúmulo de matéria seca, a altura do dossel e o número de perfilhos (CASTAGNARA et al., 2011).

Entretanto, incertezas nos preços dos adubos, nos preços dos bovinos, dentre outras variáveis podem afetar a viabilidade de sistemas de produção que usam adubo nas pastagens (EUCLIDES et al., 2007). Assim, é de suma importância o conhecimento das doses de aplicação, a dinâmica da fonte e as formas de parcelamento do nitrogênio a ser aplicado (SANTOS, 2008). O conhecimento das respostas da planta forrageira a esse tipo de manejo, pode ser um determinante ao produtor diminuindo os custos do seu sistema de produção (GURGEL et al., 2018).

O uso descontrolado do nitrogênio além de elevar o custo de produção, causa danos ao meio ambiente (SANTOS, 2008). De acordo com Euclides et al. (2007) o equilíbrio da adubação nitrogenada com outros nutrientes em pastagens, aliada a escolha adequada da categoria animal, pode ser alternativa bioeconomicamente viável para a produção sustentável de carne bovina.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade econômica da utilização de diferentes fontes e doses de nitrogênio no capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância do nitrogênio

Os tecidos vegetais são compostos por elementos essenciais que participam tanto de sua estrutura quanto do seu metabolismo e sua ausência pode causar anormalidades severas no crescimento, desenvolvimento ou reprodução (TAIZ et al., 2017). Dentre os elementos essenciais encontrados em maiores quantidades na planta estão o hidrogênio, carbono, oxigênio e o nitrogênio que é considerado o quarto elemento essencial (TAIZ et al., 2017; LOPES; LIMA., 2015).

O nitrogênio é o elemento que mais limita os rendimentos forrageiros, sendo exigido em maior quantidade que qualquer outro macronutriente, pois é de suma importância para o crescimento das gramíneas forrageiras com a elevação da taxa fotossintética das folhas, perfilhamento, produção e capacidade de suporte das pastagens (FERNANDES et al., 2015; HEINRICHS; FILHO., 2014;). Segundo Bredemeier et al. (2000) em função de sua importância, o nitrogênio vem sendo intensamente estudado afim de maximizar a eficiência do seu uso procurando diminuir as perdas do nitrogênio no solo, bem como melhorar a absorção e a metabolização do nitrogênio no interior da planta.

Existe uma grande quantidade de N_2 na atmosfera, mas os vegetais não podem utilizá-lo diretamente. Os microrganismos que fazem a fixação biológica (simbióticos ou em associação) são responsáveis por maior parte das reservas de nitrogênio no solo e a fixação não biológica ocorre via fertilizantes que contribuem para essa reserva (LOPES; LIMA., 2015). Ocorrendo em uma variedade de formas no solo, o nitrogênio pode ser absorvido em diferentes formas pelas plantas em crescimento, sendo transformado por vários processos químicos e biológicos (REETZ, 2017). A assimilação do nitrogênio na planta ocorre via reações bioquímicas formando ligações covalentes com o carbono criando assim, compostos orgânicos como clorofila, aminoácidos, ácidos nucleicos, amidas, proteínas, nucleotídeos, coenzimas, hexoaminas, etc; (TAIZ et al., 2017).

As proteínas tem uma diversidade de funções e controlam praticamente todos os processos que ocorrem em uma célula. Há um fluido em torno dos tilacóides, o estroma, onde localiza-se a proteína mais abundante do planeta, a Rubisco, envolvida na conversão do carbono do dióxido de carbono em ácidos orgânicos durante a fotossíntese. A rubisco constitui quase

50% da proteína solúvel nos cloroplastos e provavelmente seja uma das enzimas mais abundantes na biosfera. Os cloroplastos são organelas envolvidas por membranas onde se encontram as clorofilas (a e b) e carotenóides (pigmentos acessórios) que estão envolvidos nos processos fotossintéticos, nos tilacóides, as clorofilas são pigmentos verdes com estruturas policíclicas que possuem quatro átomos de nitrogênio na sua estrutura, consideradas os pigmentos absorvedores de luz mais importantes nas membranas tilacóides e sua diminuição ocorre devido à deficiência de nitrogênio causando a clorose foliar (NELSON; COX., 2014; TAIZ et al., 2017; HEINRICHS; FILHO., 2014).

A taxa e a quantidade de nitrogênio assimilado pelas plantas durante o seu ciclo são dependentes da atividade das enzimas envolvidas no ciclo do nitrogênio e da disponibilidade de energia necessária para os processos de assimilação (BREDEMEIER et al., 2000). Ao se aumentar as doses de nitrogênio aumenta-se também a disponibilidade de nitrogênio à gramínea forrageira, resultando no aumento da absorção e nos teores de N em parte aérea e conseqüentemente, o acúmulo deste nutriente na superfície foliar (GALINDO et al., 2018). Assim, as folhas aumentam sua superfície fotossintética pela síntese de aminoácidos e proteínas do nitrogênio absorvido através da fixação do ar (menor quantidade) ou da solução do solo sendo o nitrato (NO_3^-) a principal forma de N disponível no solo (HEINRICHS; FILHO., 2014). A assimilação do N compreende os processos de redução do nitrato à amônia e a incorporação do amônio em aminoácidos. Portanto, o conhecimento e a manipulação dos transportadores de nitrato e amônio abre uma perspectiva de atuar-se diretamente no processo de absorção do nitrogênio pela planta aumentando a eficiência na utilização de nitrogênio (BREDEMEIER et al., 2000).

2.2 Aplicação nitrato de amônio e ureia em pastagens

Tendo em vista que nitrogênio via fertilizante pode vir de várias fontes artificiais de adubos como a ureia, sulfato de amônia e nitratos, ao determinar a fonte a ser utilizada, deve-se avaliar o custo do quilo de nitrogênio (SILVA, 2016). As fontes de nitrogênio mais comuns em pastagens são a ureia (44 a 46% N), o sulfato de amônio (20 a 21% N) e o nitrato de amônio (32 a 33% N) (COSTA et al., 2006). A utilização do 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, mas o sulfato de amônio promove maior eficiência agrônômica enquanto que ureia protegida não permite aumento da eficiência (OLIVEIRA, 2019).

A ureia é um fertilizante com a maior concentração de nitrogênio e menor relação custo por unidade de nutriente (GALINDO et al., 2017). A fonte mais usada de N é a ureia, por ter mais N por quilograma de produto, no entanto, é a fonte que pode ser mais facilmente perdida pela volatilização da amônia (NH_3) (FERNANDES et al., 2015). Para facilitar a aplicação de adubos nitrogenados, manter concentrações de nitrogênio semelhante à ureia convencional e reduzir as perdas de nitrogênio, foram desenvolvidas fontes nitrogenadas com características distintas da ureia e sulfato de amônio, visando a redução das perdas de nitrogênio e proporcionando ao produtor maior flexibilidade na escolha do momento da aplicação do fertilizante (OLIVEIRA., 2019).

Galindo et al. (2017), utilizando nitrato de amônio e ureia com doses de 0; 50; 100; 150 e 200 kg/ha/corte, verificaram que o rendimento de matéria seca, eficiência no uso de nitrogênio, e eficiência fisiológica foram semelhantes para fontes de nitrogênio, mas o nitrato de amônio proporcionou maior recuperação de nitrogênio aplicado que ureia, tanto em período seco quanto chuvoso. Corrêa et al. (2007), utilizando as fontes de nitrogênio ureia e nitrato de amônio e cinco doses de 0; 25; 50; 100; 200 kg N/há/corte, observaram diferenças significativas entre as fontes com superioridade do nitrato de amônio e também verificaram que independentemente do número de cortes e do ano, a adubação nitrogenada em capim-coastcross até a dose de 200 kg N/ha aumentou significativamente a produção de massa seca de forragem.

Conceição et al. (2015), tendo duas fontes de nitrogênio ureia e o nitrato de amônio, utilizando cinco doses para cada fonte 0; 50; 100; 150 e 200 kg ha⁻¹/corte, observaram que o aumento das doses de nitrogênio propiciou aumento na concentração de nitrogênio na parte aérea do capim mombaça e não houve diferença estatística entre as fontes. Galindo et al. (2018a), observaram que as fontes de nitrogênio sulfammo® e sulfonitrato de amônio propiciaram maior produtividade de matéria seca, índice de clorofila foliar e proteína bruta na maioria dos cortes em comparação a ureia, nitrato de amônio e sulfato de amônio, e afirmaram que possivelmente a presença de enxofre como componentes destes fertilizantes influenciou, além da capacidade de liberação lenta do nitrogênio, minimizando as perdas de nitrogênio. Primavesi et al. (2006), avaliando os nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio sendo aplicadas três doses de nitrogênio, 50; 100 e 200 kg/ha/corte, nas formas de ureia e de nitrato de amônio, concluíram que a recuperação média de nitrogênio fornecido pela ureia é inferior a de nitrogênio do nitrato de amônio quando se utiliza pastagem de capim-marandu.

2.3 Eficiência do nitrogênio

A adubação nitrogenada é um fator determinante na produção de forragem (LOPES et al., 2013). Assim, ao se buscar máxima eficiência e melhor disponibilidade de nutrientes, a principal preocupação é o manejo do fertilizante em solo, corrigindo a acidez afim de evitar perdas (HEINRICHS; FILHO., 2014; CARVALHO; ZABOT., 2012). A eficiência bioeconômica em pastagens, refere-se ao kg de massa seca produzida/kg de nitrogênio aplicado incluída a massa de forragem consumida, que pode variar entre 0 a 80% da massa produzida, dependente apenas da eficiência de colheita pelo animal e conversão em produto animal, obtendo-se kg de peso corporal/kg de N (HEINRICHS; FILHO 2014). Porém, essa eficiência acaba sendo subestimada devido ao efeito residual não ser levado em conta, sendo expressa em porcentagem de aproveitamento do adubo ou do elemento aplicado, que nunca é 100% devido às perdas por volatilização, lixiviação, fixação, irreversíveis ou parcialmente reversíveis (MALAVOLTA, 2008).

Segundo Euclides et al. (2007) as vantagens da adubação nitrogenada vão além do aumento da capacidade de suporte devido a quantidade de forragem produzida, há também diversos benefícios de difícil quantificação monetária, como a melhoria das propriedades químicas e físicas do solo e da própria pastagem. Reetz (2017), aponta que quando a aplicação do fertilizante é ajustada para um nível ligeiramente abaixo do nível de produtividade máxima, o lucro máximo é usualmente alcançado. Tal nível é também chamado de produtividade máxima econômica com o uso mais eficiente do solo, água, recursos de trabalho, além de produzir um retorno ótimo dos investimentos em insumos como os fertilizantes.

Delevatti et al. (2019) chama atenção para o fato de que em função dos altos preços dos fertilizantes nitrogenados no Brasil, a aplicação de 270 kg N ha⁻¹ pode não resultar em maiores lucros para os agricultores. Os autores ressaltam ainda que o rendimento diminuiu por unidade de fertilizante adicionada, pois quando 90 kg N ha⁻¹ foi aplicado, a taxa de acumulação de forragem foi aumentado em um fator de 2,32, enquanto que após 180 kg N ha⁻¹, aumentou 1,25 vezes, e com um aumento de 270 kg N ha⁻¹, aumentou em um fator de 1,18.

O fracionamento da quantidade de adubo aplicado no período mais propício para o desenvolvimento da pastagem (período chuvoso) previne perdas no momento da aplicação, melhor recuperação do adubo, além de possibilitar maior distribuição do valor nutritivo e

produção de forragem (HEINRICHS; FILHO., 2014). Para evitar estresse de deficiência e perdas econômicas, a dose deve ser ajustada para ajudar o balanço no suprimento de nutrientes em função da remoção pelas culturas, durante todo o ciclo (REETZ., 2017). São necessárias alternativas viáveis para aumentar a eficiência e utilização da fertilização por nitrogênio, para permitir a redução do uso de N no sistema de produção sem diminuir a produção ou a qualidade da pastagem, e maximizar a produção de matéria seca de forragem durante o ano (GALINDO et al., 2018b).

2.4 Importância da avaliação bioeconômica

O Brasil é altamente dependente da importação de fertilizantes, o que gera volatilidade na economia já que o país fica à mercê do mercado externo e câmbio além de queda na balança comercial por ter 70% de importações no setor (COSTA et al., 2018). O uso de fertilizantes é a ferramenta tecnológica mais questionada por produtores rurais quanto à sua viabilidade econômica (SANTOS et al., 2008).

De acordo com Euclides et al. (2007), a viabilidade de sistemas de produção, que usam adubo nas pastagens, está sujeita a incertezas devido a diversas variáveis, dentre elas, os preços dos bovinos e preços dos adubos. Estes últimos são altamente dependentes do câmbio, uma vez que mudanças na política cambial podem desvalorizar o real influenciar os preços de forma drástica e reduzir os ganhos da adubação. Além disso, os autores ressaltam que diferentes categorias animais apresentam diferentes respostas à adubação das pastagens.

A forma correta de traduzir a resposta do animal a uma espécie forrageira é através do rendimento animal em pastagem, determinada através do ganho médio diário que depende da qualidade do pasto e a capacidade produtiva do pasto que depende do suporte maior ou menor da pastagem (HEINRICHS; SOARES FILHO, 2014).

Nesse contexto, Gameiro (2009) afirma que um determinado processo produtivo é mais eficiente tecnicamente em comparação a outros quando se tem a obtenção da mesma quantidade de produto com a utilização de menor quantidade de pelo menos um fator de produção, assim, mantendo a quantidade dos demais fatores constantes. Já o processo mais eficiente economicamente é aquele que obtém a mesma quantidade de produto ao menor custo possível. Desse modo, o referido autor resalta ainda que máxima eficiência técnica não implica, necessariamente, máxima eficiência econômica.

Uma estratégia para diminuir os custos com a adubação seria a redução do número de aplicações destes fertilizantes (OLIVEIRA, 2019). Nesse sentido, Galindo et al. (2018) ressaltam que é de grande relevância que se façam mais estudos com a avaliação do aproveitamento de adubos nitrogenados aplicados em várias épocas, pois estes resultam em maior conhecimento sobre a utilização do insumo pelas culturas, viabilizando seu uso econômico. Doses excessivas de fertilizantes podem conduzir a ineficiência do seu uso, perdas econômicas e problemas ambientais como a toxidez para as culturas (REETZ, 2017). Galindo et al. (2018a) apontam que para manejar adequadamente a forragem de capim Mombaça produzida, tanto em qualidade quanto em quantidade, necessita-se de estudos que esclareçam de forma objetiva qual a fonte e a dose mais indicadas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), município de Araguaína - TO, localizada a 07°06'20'' de Latitude Sul, e 48°11'44'' de Longitude Oeste. O período experimental foi de 16 de novembro de 2019 a 12 de fevereiro de 2020, totalizando 84 dias destinados à coleta de dados.

Figura 1. Área experimental (2020). Universidade Federal do Tocantins – EMVZ.



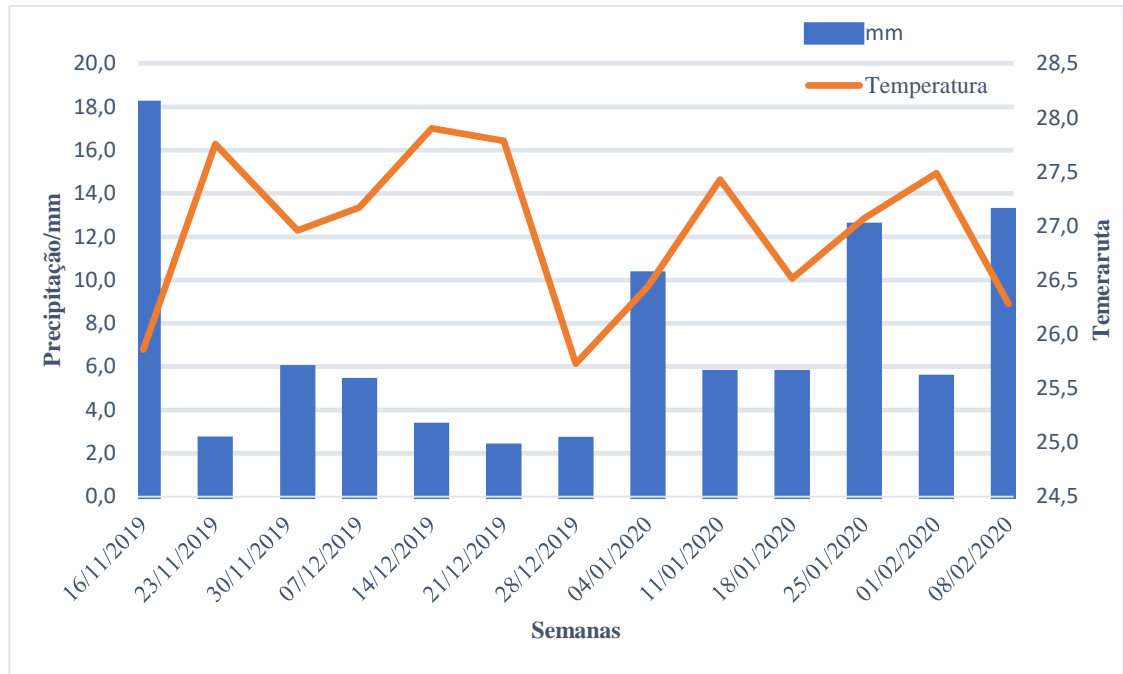
Fonte: Arquivo pessoal.

A forragem utilizada foi o capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*). O delineamento foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2x4, sendo duas fontes de nitrogênio (ureia e nitrato de amônio) com quatro doses de nitrogênio (0; 25; 50 e 75 kg N/ha) por ciclo totalizando oito tratamentos e quatro repetições, distribuídos em 32 parcelas de 9m² cada. Foram aplicados 50 kg/ha de P₂O₅ na forma de superfosfato simples e 50 kg/ha de K₂O na forma de cloreto de potássio em toda a área experimental, inclusive nos tratamentos que não receberam nitrogênio (T1). A adubação com fósforo e potássio foi realizada no início do experimento e a adubação com nitrogênio foi realizada a cada corte, totalizando os três cortes para avaliação dos tratamentos.

Antes do experimento, foi realizada uma roçada para uniformização da altura da pastagem. O solo da localidade na qual a pastagem foi estabelecida foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico Típico, segundo a metodologia da EMBRAPA (2013). Foram

obtidos os dados médios de precipitação e temperatura durante o período experimental (Figura 2).

Figura 2. Valores médios de precipitação e temperatura durante o período experimental



Fonte: INMET, 2020.

Os cortes aconteceram em intervalos fixos de 28 dias. Utilizou-se uma moldura de 1,25m x 1,25m com área de 1,56 m² para avaliar a produção da forragem que foi colhida a 10cm de altura em relação ao solo. O restante do capim das parcelas foi cortado (ceifado) com roçadeira mecânica e removido das parcelas. Após cada corte as doses de nitrogênio foram aplicadas homogeneamente à lanço dentro da área útil de cada parcela, de acordo com os tratamentos.

A produção de massa seca de forragem total (PMST) e a produção de massa seca de folha (PMSF) foram obtidos do trabalho de Costa (2020) (Tabela 1). A produção de massa seca e o gasto de adubação por parcela de 9 m² foram extrapolados para a produção de 10.000 m² (1 hectare).

Os preços utilizados foram obtidos no mercado de Araguaína no período que o experimento foi realizado. O custo do kg de Ureia (45% N) foi de R\$2,40, o Nitrato de amônio (27% N) R\$ 1,70, o Super Simples (18% P₂O₅) R\$ 1,36 e o cloreto de potássio (58% K₂O) R\$ 2,60. O custo total por parcela foi dividido pela produção total por parcela utilizando os dados de massa seca da forragem produzida obtidos de Costa (2020) (Tabela 2).

Tabela 1. Produção de massa seca de folha/ha (PMSF) e produção de massa seca de forragem total/ha (PMST) de capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*) das fontes (Nitrato de amônio e Ureia) com doses de Nitrogênio 0; 25; 50 e 75 kg N/ha.

Doses	PMSF			PMST		
	Nitrato de amônio	Ureia	Média	Nitrato de amônio	Ureia	Média
0	755,6	751,9	753,75	902,2	865,2	883,7
25	1416,8	1289,4	1353,1	1788,4	1670,7	1729,55
50	1962,4	1874,2	1918,3	2509,6	2624,1	2566,85
75	2182,5	2032,1	2107,3	3101,2	2735,8	2918,5

Fonte: Costa (2020).

Tabela 2. Custo da adubação com Nitrogênio, fósforo e potássio com as fontes Nitrato de amônio e Ureia associado aos tratamentos.

Dosagem kg N/ha	Custo (R\$) N/ha		Custo (R\$) P ₂ O ₅ /ha		Custo (R\$) total/ha (N+P+K)	
	Nitrato de amônio	Ureia	Super Simples	KCL	Nitrato de amônio	Ureia
0	0	0	125,93	74,71	200,64	200,64
25	157,41	133,33	125,93	74,71	358,05	333,97
50	314,81	266,67	125,93	74,71	515,45	467,31
75	472,22	400	125,93	74,71	672,86	600,4

N – Nitrogênio; P – Fósforo; K – Potássio; KCL – Cloreto de potássio

Realizou-se as avaliações de viabilidade econômica para o uso da fonte de nitrogênio e sua adubação otimizada conforme apresentado pelas diferentes dosagens oferecidas em parcelas, e também da fonte e dose de nitrogênio associado à adubação fosfórica e potássica. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade dos dados e resíduos pelas estatísticas W e D (Shapiro & Wilk, 1965; Lilliefors 1967) e homocedasticidade de variâncias dos tratamentos (Levene, 1960). Realizado a avaliação de três ciclos de corte avaliados como medidas repetidas no tempo. Para as variáveis em que a condição de esfericidade não foi aceita, utilizou-se da análise de modelos mistos, em que foram avaliadas todas as estruturas de covariâncias (S) disponíveis no pacote do software SAS (SAS INSTITUTE, 2012) que modelam a dependência dos erros do modelo. Para selecionar a estrutura de covariâncias que melhor explique a correlação residual, foi utilizado o critério de informação de Akaike (AIC), sendo escolhida, para cada variável, a estrutura que resultou no menor valor de AIC após a análise (SILVA et al., 2015).

As médias dos tipos de adubo nitrogenado foram comparadas pelo teste de *t-student* e as doses de nitrogênio foram avaliadas por regressão linear, segundo critérios estabelecidos por Sampaio (2002) sendo os níveis destes comparados ao nível de significância de 5% de probabilidade de erro tipo I.

A forma geral do modelo linear misto proposto por Laird & Ware (1982) que foi usado é a seguinte:

$$y_{ijlm} = T_i + D_j + TD_{ij} + B_l + X'_{ijm}b + Z'_{ijm}z_m + e_{ijlm}, \quad i = 1,2, j = 1,\dots,4, l = 1,\dots,4, m = 1,\dots,3, \quad (1)$$

em que:

y_{ijlm} é a resposta no i -ésimo tipo adubo, na j -ésimo dose, l -ésimo Bloco e no m -ésimo ciclo;

T_i é o efeito do tipo adubo;

D_j é o efeito da dose;

TD_{ij} é o efeito da interação tipo de adubo x dose;

B_l é o efeito do Bloco;

X_{ijm} é o vetor de dimensão p de covariáveis associado aos efeitos fixos b ;

Z_{ijm} é o vetor de dimensão q de covariáveis associado aos efeitos aleatórios z_i e

e_{ijlm} é o erro aleatório.

Assume-se que z_i tem distribuição normal com média zero e matriz de variância e covariância $D(a)$, independente de e_{ij} que tem distribuição normal com média zero e variância s^2 .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação ($P>0,05$) das doses e fontes de nitrogênio para nenhuma das variáveis analisadas (Tabela 3). Independentemente das doses aplicadas, as fontes utilizadas não influenciaram significativamente nos custos de produção ($P>0,05$) (Tabela 3). Fernandes et al. (2015), utilizando cinco fontes de nitrogênio, nitrato de amônio, sulfato de amônio, sulfonitrato de amônio, sulfammo® e ureia e doses de N (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ por ciclo) tendo como forragem o Mombaça (*Megathyrus maximus*), não encontraram diferenças entre as fontes para a produção de matéria seca.

Tabela 3. Custo da adubação kg de PMSF com Nitrogênio, Custo kg de PMSF com Nitrogênio + (Fósforo e Potássio), Custo kg de PMST com Nitrogênio e Custo kg de PMST com Nitrogênio + (Fósforo e Potássio) com as fontes (Nitrato de amônio e Ureia) e doses de nitrogênio (0; 25; 50 e 75 kg N/ha).

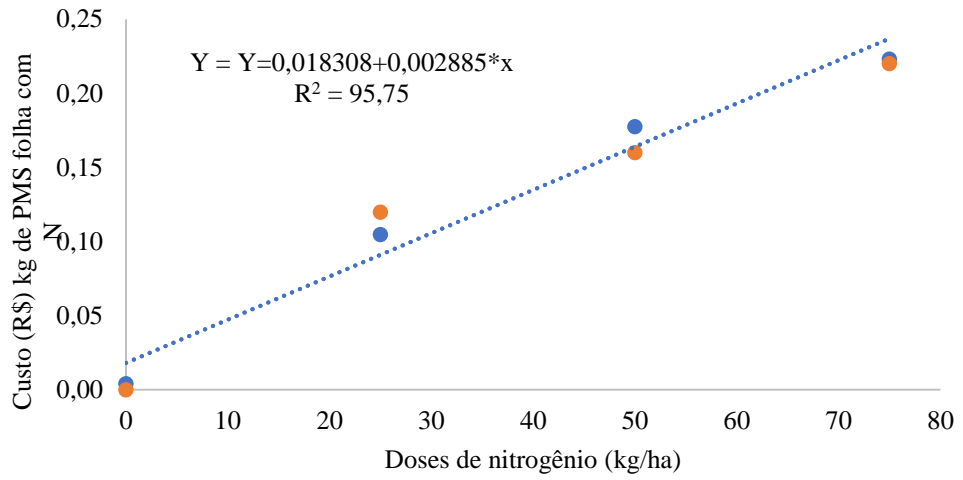
Fonte	Doses de N, kg/ha				Média	CV%	probabilidade		
	0	25	50	75			Fonte	Dose	Fonte x Dose
Custo (R\$) kg de PMSF com N									
Nitrato de amônio	0	0,12	0,18	0,23	0,13				
Ureia	0	0,12	0,15	0,22	0,12	26,93	0,17	<0,01*	0,63
Média	0	0,12	0,16	0,22	0,13				
Custo (R\$) kg de PMSF com (N+P+K)									
Nitrato de amônio	0,33	0,27	0,29	0,33	0,31				
Ureia	0,33	0,29	0,26	0,32	0,30	30,59	0,80	0,09	0,82
Média	0,33	0,28	0,28	0,33	0,30				
Custo (R\$) kg de PMST com N									
Nitrato de amônio	0	0,10	0,15	0,18	0,11				
Ureia	0	0,10	0,12	0,17	0,10	28,45	0,13	<0,01*	0,40
Média	0	0,10	0,13	0,18	0,10				
Custo (R\$) kg de PMST com (N+P+K)									
Nitrato de amônio	0,29	0,23	0,24	0,26	0,26				
Ureia	0,30	0,25	0,21	0,26	0,25	33,83	0,86	0,03*	0,62
Média	0,30	0,24	0,22	0,26	0,26				

PMSF = Produção de massa seca de folha; PMST = Produção de massa seca da forragem total; *($P<0,05$).

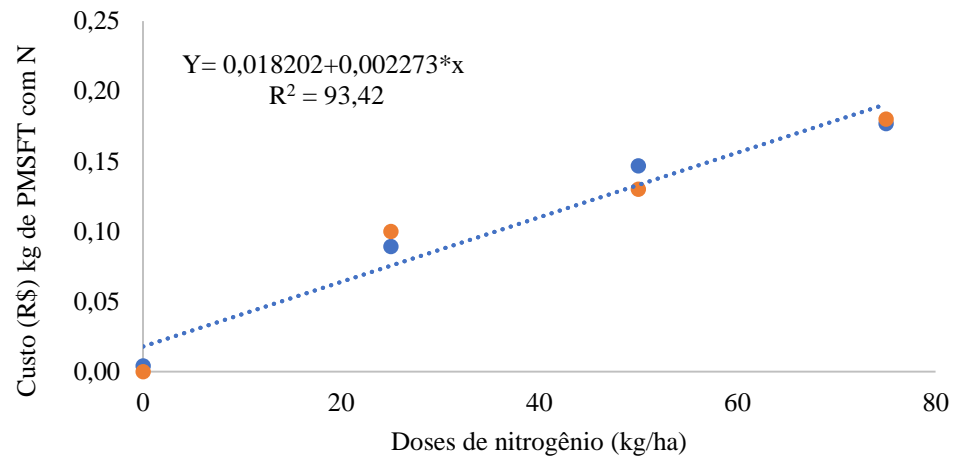
O custo do kg para a produção de massa seca de folha (PMSF) com adubação nitrogenada ajustou-se de maneira linear positiva ($P<0,05$) às doses aplicadas (Figura 3a).

Figura 3. Custo (R\$) kg de PMS folha com nitrogênio, (b) Custo (R\$) kg de PMST com nitrogênio e (c) Custo (R\$) kg de PMST com (N+P+K).

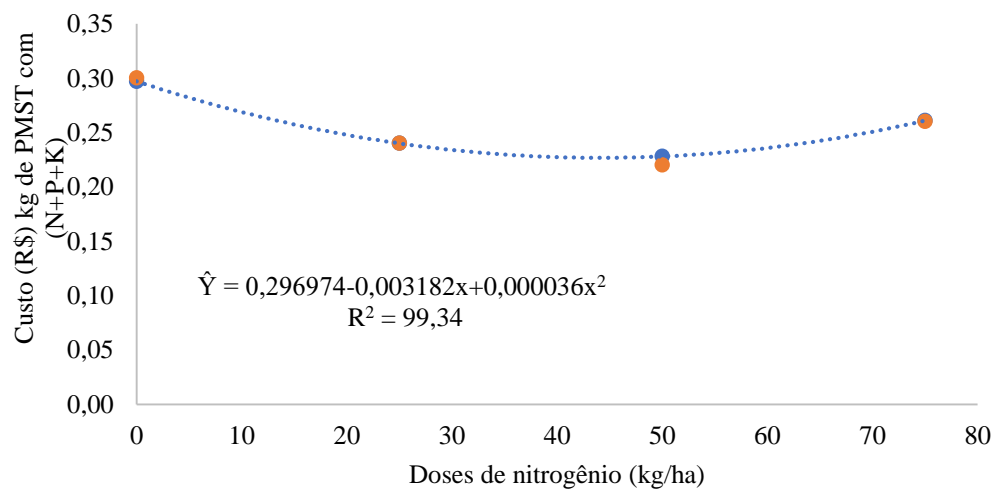
(a)



(b)



(c)



Tanto para Nitrato de amônio quanto para Ureia, a adubação de 0 até 75 kg de nitrogênio por hectare apresentou aumento no custo/kg de PMSF. Quando se aumentou as doses de nitrogênio o custo por kg de PMSF também aumentou. Este é um parâmetro de suma importância, tendo em vista que grandes produtividades de folhas com um menor custo em relação ao custo máximo influenciam no custo de produção da propriedade. Também é importante salientar que, para a alimentação animal, as folhas são o constituinte mais importante da forrageira devido ao seu maior valor nutricional além da maior seleção pelos ruminantes. As folhas demandam uma maior quantidade de nitrogênio pois é um constituinte essencial das proteínas e tem participação na molécula de clorofila interferindo diretamente no processo de fotossíntese (TAIZ et al., 2017).

O processo fotossintético é maximizado com a aplicação de nitrogênio, aumentando a divisão e expansão celular contribuindo para o aumento das variáveis que compõem o crescimento da planta (BESEN et al., 2020). O fertilizante nitrogenado promove significativamente o crescimento da parte aérea da planta (CASTRO et al., 2016). Uma hipótese é que estas doses não foram suficientes para uma maior produção de folhas e diluição do custo de produção. Porém, a magnitude do aumento de produção é reduzida com o incremento das doses de nitrogênio. Doses elevadas de nitrogênio causam a saturação dos sistemas enzimáticos e limitação devido à deficiência de outros nutrientes influenciando a eficiência agrônômica, pois as doses mais baixas que tendem a ser mais expressiva que em doses elevadas (MARTUSCELLO et al., 2018). Vale ressaltar que tanto a produção de total de folhas quanto a produção total de forragem são dependentes não só da aplicação do nitrogênio, mas também da aplicação do fósforo e potássio, realizada no início do experimento.

Não foi observado efeito ($P > 0,05$) das doses de nitrogênio, das fontes, ou interação no custo do kg para a produção de massa seca de folha (PMSF) do capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*) com a adubação de (N+P+K) (Tabela 2). Esta resposta é interessante pois, se o custo do nitrogênio somado ao custo de fósforo e potássio não foi significativo, indica que o custo de produção com um aumento das doses de nitrogênio foi igual, com uma média de 0,30 centavos por kg de massa seca de folha produzida. Se com o aumento da adubação e a produção de massa seca de folha o custo por kg massa seca se manteve estável, é viável a aplicação da maior dose de nitrogênio 75kg/ha. Outro ponto observado é que o tratamento que não recebeu nitrogênio, somente fósforo e potássio, teve custo igual aos que receberam nitrogênio. Então, visando melhorar o valor nutricional e a produtividade da forrageira, é aconselhável a aplicação dos três

fertilizantes nas doses utilizadas no trabalho tendo Nitrato de amônio ou Ureia como fonte de nitrogênio.

Avaliando a viabilidade econômica de produção de milho sob doses crescentes de nitrogênio, com tratamentos de 0, 100 e 200 kg N ha⁻¹, Barreta et al. (2019) observaram em seus resultados econômicos que devido principalmente aos custos associados ao fertilizante nitrogenado, transporte e comercialização, o custo variável aumentou significativamente com a maior dose de nitrogênio em relação aos demais tratamentos.

Para a variável custo do kg para a produção de massa seca da forragem total (PMST) com adubação nitrogenada (Figura 3b), o modelo significativo que melhor exemplificou a relação com as doses de nitrogênio foi o modelo linear ($P < 0,05$), para as duas fontes de nitrogênio utilizadas. Com o incremento das doses de nitrogênio observou-se um aumento no custo por kg de PMST. As doses de 0 a 75kg de nitrogênio não foram suficientes para que a forrageira chegasse ao seu máximo potencial produtivo e uma possível redução dos custos. Galindo et al. (2018b), utilizando as fontes de nitrogênio ureia e nitrato de amônio com doses 0; 50; 100; 150 e 200 kg ha⁻¹/ciclo, observaram que uso de fonte de nitrato de amônio na dose de 100 kg ha⁻¹/ciclo proporcionou maior lucro total para a produção de silagem de capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*).

A tomada de decisão quanto à dose aplicada deve ser com base no quanto de forragem o produtor quer produzir, e se esta produção terá um retorno viável. Num sistema de criação onde se utiliza forrageiras como principal fonte de alimento animal, uma maior produção de forragem por área favorece uma maior quantidade de animais. Ao se buscar investimento viável dentro da produção, deve-se atentar ao retorno do capital investido nos insumos utilizados, buscando máxima eficiência e o mínimo de perdas no sistema. Castagnara et al. (2011), trabalhando com três forrageiras *Megathyrsus maximus* cvs. Tanzânia e Mombaça e *Brachiaria* sp. cv. Mulato com quatro doses de nitrogênio 0; 40; 80 e 160 kg ha⁻¹/ciclo, verificou que não houve interação significativa entre as espécies forrageiras e as doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Os mesmos autores ressaltam que houve efeito linear positivo das doses de nitrogênio sobre a porcentagem de matéria seca, número de folhas por perfilho, altura, matéria verde, matéria seca e taxa de acúmulo de matéria seca, enquanto a eficiência de utilização do nitrogênio aplicado ajustou-se ao modelo quadrático de regressão em função das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura.

As fontes de fertilizantes nitrogenados apresentam vantagens e desvantagens que estão ligadas diretamente ao resultado econômico da adubação nitrogenada de pastagens (COSTA et al., 2006). Conhecer o custo de produção em função dos manejos adotados é importante e necessário, pois fornece informações para a adoção de diferentes níveis tecnológicos e amplia o leque de tecnologias mais sustentáveis e lucrativas (KAPPES et al., 2015).

Em relação ao custo do kg de massa seca da forragem total (PMST) sendo a soma dos custos de (N+P+K) (Figura 3c), apresentou comportamento quadrático ($P < 0,05$) com ponto de mínimo estimado na dose de 44,2 kg/ha de nitrogênio. Com a dose de nitrogênio de 44,2 kg/ha, associado as doses de 50 kg/ha de fósforo e 50 kg/ha de potássio, o custo por quilo de massa seca de forragem foi mínimo quando comparado aos custos das demais doses do intervalo de 0 a 75kg de nitrogênio por hectare aplicados neste trabalho. Sendo assim, com a aplicação de nitrogênio abaixo ou acima de 44,2 kg/ha, o custo de produção de massa seca de forragem total tende a ser maior. Provavelmente a melhor assimilação de nitrogênio pelo capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*), associado à 50 kg/ha fósforo e 50 kg/ha potássio pela forrageira, ocorreu na dose de 44,2 kg/ha de nitrogênio sem maiores perdas. Deste modo, cabe ao produtor visando uma maior produção de forragem com menor custo, avaliar até que ponto a produção é vantajosa.

Os nutrientes nitrogênio e potássio são exigidos em maior quantidade pelas gramíneas forrageiras tendo ligação direta com o aumento da massa seca devido ao melhor status nutricional da forrageira (GALINDO et al., 2018). Souza et al., (2020), em seus tratamentos (calagem mais nitrogênio e potássio; calagem mais nitrogênio, fósforo e potássio; e nitrogênio e potássio) constataram que a prática da calagem associada a adubação nitrogenada, fosfatada e potássica promove maior crescimento, sendo que, a adubação fosfatada proporcionou maior desenvolvimento do capim Mombaça, resultando em maior altura, maior quantidade de perfilhos e massa seca de forragem. Quadros et al. (2002), trabalhando com pastagens dos capins Tanzânia e Mombaça concluíram que doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio, resultaram em maiores produções de massa seca de forragem e constatou que o cultivar Mombaça apresentou maior potencial de resposta à adubação em comparação com o capim Tanzânia. O uso de fertilizantes, principalmente nitrogênio, pode aumentar consideravelmente a produção de forragem, resultando em aumento da produção de leite e carne por área, devido à maior capacidade de suporte da pastagem (GALINDO et al., 2018b).

5 CONCLUSÃO

A adubação nitrogenada é imprescindível para a manutenção da produtividade de pastagens, pois resulta em aumento da produção de massa vegetal. Assim, a decisão sobre a fonte a ser aplicada dependerá do custo unitário do nitrogênio visando uma maior viabilidade bioeconômica.

6 REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E.; VAZ, R. G. M. V.; DOS SANTOS, A C. Características da Brachiaria brizantha cv. Marandu durante o seu estabelecimento submetida a diferentes doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 6, 2010.
- BARRETA, D. A.; NOTTAR, L. A.; BARETTA, D. Aspectos econômicos do cultivo de milho com doses crescentes de nitrogênio mineral. **Reunião técnica Sul-Brasileira de pesquisa de milho e sorgo**. Chapecó SC. 2019.
- BESSEN, M. R., RIBEIRO, R. H., GOETTEN, M., FIOREZE, S. L., GUGINSKI-PIVA, C. A., & PIVA, J. T. Produtividade de milho e retorno econômico em sistema integrado de produção com doses de nitrogênio. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 19, n. 1, p. 94-103, 2020.
- BREDEMEIER, CHRISTIAN; MUNDSTOCK, CLAUDIO MARIO. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.
- CARVALHO, N. L.; ZABOT, V. Nitrogênio: Nutriente ou Poluente?. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 6, n. 6, p. 960-974, 2012.
- CASTAGNARA, D.D.; ZOZ, T.; KRUTZMANN, A.; UHLEIN, A.; MESQUITA, E.E.; NERES, M.A.; OLIVEIRA, P.S.R. de. Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1637-1648, out./dez. 2011.
- CASTRO, C. S.; LOBO, U. G. M.; RODRIGUES, L. M.; BACKES, C.; SANTOS, A. J. M. Eficiência de utilização de adubação orgânica em forrageiras tropicais. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 3, n. 4, p. 48-54, 2016.
- CONCEIÇÃO, D. R., BUZETTI, S., DUPAS, E., & SHINTATE, F. Doses e fontes de nitrogênio para o capim-mombaça na região de Ilha Solteira. **Anais do IX Encontro de Ciências da Vida Recursos naturais, novas tecnologias e ética profissional**, p. 68. 2015.
- CORRÊA, L. D. A., CANTARELLA, H., PRIMAVESI, A. C., PRIMAVESI, O., FREITAS, A. R. D., & SILVA, A. G. D. Efeito de fontes e doses de nitrogênio na produção e qualidade da forragem de capim-coastcross. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 763-772, 2007.

COSTA, P., AMORIM, M., ALVES, R., & RAYMUNDO, J. A. Dependência de importações no suprimento da demanda de fertilizantes no Brasil e sua entrada pelo porto de Santos. **Revista Produção Industrial & Serviços**, 5(2), 53-65. 2018.

COSTA, K. P.; DE OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V. Adubação nitrogenada para pastagens do gênero *Brachiaria* em solos do Cerrado. **Embrapa Arroz e Feijão-Documentos** (infoteca-e), 2006.

COSTA L. R. Produção do capim *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça sob diferentes fontes e doses de adubação nitrogenada. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, (2020).

DELEVATTI, L. M., CARDOSO, A. S., BARBERO, R. P., LEITE, R. G., ROMANZINI, E. P., RUGGIERI, A. C., REIS, R. A. Effect of nitrogen application rate on yield, forage quality, and animal performance in a tropical pasture. **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 7596, 2019.

Dias-Filho, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. n. 402, 2014, 36p. Embrapa Amazônia Oriental. Belém (Documentos).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3. ed. Brasília: 353 p. Embrapa, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

EUCLIDES, V. P. B.; COSTA, F. P.; MACEDO, M. C. M.; FLORES, R.; OLIVEIRA, M. P.; Eficiência biológica e econômica de pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1345-1355, 2007.

FERNANDES, J. C.; BUZETTI, S.; DUPAS, E.; FILHO, M. C. M. T.; ANDREOTTI, M. Sources and rates of nitrogen fertilizer used in Mombasa guineagrass in the Brazilian Cerrado region. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 19, p. 2076-2082, 2015.

GALINDO, F. S.; BUZETTI, S.; FILHO, M. C. M. T.; DUPAS, E.; LUDKIEWICZ, M. G. Z.; Application of different nitrogen doses to increase nitrogen efficiency in mombasa guineagrass ('Panicum maximum'cv. mombasa) at dry and rainy seasons. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n. 12, p. 1657, 2017.

GALINDO, F. S.; BUZETTI, S.; FILHO, M. C. M. T.; DUPAS, E.; LUDKIEWICZ, M. G. Z.; Acúmulo de matéria seca e nutrientes no capim-mombaça em função do manejo da adubação nitrogenada. **Journal Of Neotropical Agriculture**, v. 5, n. 3, p. 1-9, 2018.

GALINDO, F.S.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; DUPAS, E.; CARVALHO, F da. C. Manejo da adubação nitrogenada no capim-mombaça em função de fontes e doses de nitrogênio. **Revista de Ciências Agrárias**, 2018, 41(4): p. 900-913, Julho, 2018a.

GALINDO, F. S., BELONI, T., BUZETTI, S., TEIXEIRA FILHO, M. C. M., DUPAS, E., & LUDKIEWICZ, M. G. Z. Technical and economic viability and nutritional quality of mombasa guinea grass silage production. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 40, 2018b.

GAMEIRO, A. H. Análise econômica aplicada à Zootecnia: avanços e desafios. **Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal**, v. 5, p. 9-32, 2009.

GURGEL, A. L. C.; DIFANTE, G. D. S.; EUCLIDES, V.; MONTAGNER, D.; DE ARAUJO, A. R.; CAMPOS, N. Acúmulo de forragem e composição morfológica do capim-mombaça sob efeito residual de doses de nitrogênio. In: **Embrapa Gado de Corte-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 9., Viçosa, 2018.

HEINRICHS, R.; SOARES FILHO, C. V. **Adubação e Manejo de Pastagens: II Simpósio de Adubação e Manejo de Pastagens**. 1. ed. Birigui-SP: Boreal, 2014. Cap 1, 2.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e estatística, 2019. **Agência de notícias** p. 14, março 2019. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/25483-rebanho-ovino-reduz-em-2018-em-ano-de-crescimento-do-abate-e-exportacao> Acesso em: 22 nov. 2019.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, 2020. **Dados meteorológicos**. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A048> Acesso em: 12 dez. 2020.

KAPPES, C.; CASTILHO D. G.; ORIVALDO A. R.; ANDRADE J. A. C.; TARSITANO M. A. A. Análise econômica do milho em sucessão a diferentes adubos verdes, manejos do solo e doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 1, p. 55-64, 2015.

LAIRD, N. M. & WARE, J. H. Random-effects models for longitudinal data. **Biometrics** 1982; 38:963-74.

LEVENE, H. (1960). Robust Tests for the equality of variance. In: OLKIN, I. (Ed.) **Contributions to Probability and Statistics**, Palo Alto, California: Stanford University Press,. p. 278-292.

LILLIEFORS, H. W. (1967). On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. **Journal of the American Statistical Association**. 62(3), 399-402.

LOPES, N. F.; LIMA, M. D. G. D. S. **Fisiologia da Produção**?. ed. Viçosa: UFV, 2015. 251, 253 p.

LOPES, M. A.; FELTRE, K.; OLIVEIRA, A. D.; EVANGELISTA, A. R. Manejo e viabilidade econômica da adubação nitrogenada em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 21, p. 159-162, 2013.

MALAVOLTA, E. **O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agrônômicos, econômicos e ambientais**. 121 ed. Piracicaba SP. SP: IPNI, 2008 24 p.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L. **Pastagens no cerrado**: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes. N. 50, 2002, 32p. Embrapa Cerrados. Planaltina (Documentos).

MARTUSCELLO, J.; RIBEIRO, Y.; BRAZ, T. G. S.; FERREIRA, M. R.; ASSIS, J. A.; JANK, L.; REIS, G. A. Produção de forragem, morfogênese e eficiência agrônômica do

adubo em Capim BRS Quênia sob doses de nitrogênio. **Bol. Ind. Anim.**, Nova Odessa, v. 75, p. 1-12, 2018.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2014. 75, 772, 802 p.

OLIVEIRA, A. K. R. **Manejo da adubação nitrogenada sobre o comportamento produtivo do capim mombaça**. Dissertação (Mestrado). - Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2019.

PRIMAVESI, A. C., PRIMAVESI, O., CORRÊA, L. D. A., SILVA, A. G. D., & CANTARELLA, H. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 562-568, 2006.

QUADROS, D. G. D., RODRIGUES, L. R. D. A., FAVORETTO, V., MALHEIROS, E. B., HERLING, V. R., & RAMOS, A. K. B. Componentes da produção de forragem em pastagens dos capins Tanzânia e Mombaça adubadas com quatro doses de NPK. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1333-1342, 2002.

REETZ, Harold. F. Jr; **Fertilizantes e o seu uso eficiente**. 1 ed. Tradução: Alfredo Scheid Lopes. Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA). São Paulo, Brasil, 2017. cap 1.

SAMPAIO, I. B. M. (2002) **Estatística aplicada experimentação animal**. 2ªed. Belo Horizonte, FEPMVZ. 265p.

SANTOS, Antonio Clementino dos. **Do campus para o campo: manejo de solos sob pastagens tropicais**. 1. Ed. Goiânia, 2008. Cap 1.

SANTOS, D. T.; CARVALHO, P. C. F.; NABINGER C.; CARASSAI, I. J.; Gomes, L. H. Eficiência bioeconômica da adubação de pastagem natural no sul do Brasil. **Ciência Rural, Santa Maria**. Vol. 38, n. 2 (mar./abr. 2008), p. 437-444, 2008.

SAS INSTITUTE. (2012). *SAS user's guide: statistics*, version 9.4. Cary: SAS Institute, 2012.

SHAPIRO, S. S. & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance teste for normality. **Biometrika** 52(4), 591-611.

SILVA, E. N.; DUARTE, J. B.; REIS, A. J. (2015). Seleção da matriz de variância-covariância residual na análise de ensaios varietais com medidas repetidas em cana-de-açúcar. **Ciência Rural** 45(4), 993-999.

SILVA, R. O. **Produção de bovinos de corte em pastagem de capim Mombaça sob diferentes níveis de adubação**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2016.

SOUZA, J. G., AIRES, F. P. G., GOMIDE, P. H. O., & NUNES, J. C. Calagem e adubação no crescimento do capim mombaça em Rorainópolis, Roraima. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, v. 13, n. 1, p. 24-35, 2020.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. Cap. 1, 5.