

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

BÁRBARA SUHELEN DURÃES REZENDE NASCIMENTO

**EFEITO RESIDUAL DE FERTILIZANTES ESPECIAIS NO RENDIMENTO
DA *BRACHIARIA BRIZANTHA* cv. MARANDU**

UBERLÂNDIA

2024

Bárbara Suhelen Durães Rezende Nascimento

**Efeito Residual De Fertilizantes Especiais No Rendimento
Da *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
curso de Agronomia, da Universidade Federal
de Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo de Camargo

Uberlândia

2024

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

N244 Nascimento, Barbara Suhelen Durães Rezende, 2000-

2024 Aplicação De Fontes e Doses Variadas De
Fertilizantes

Na Cultura Da Braquiária em Sistema de Sucessão [recurso
eletrônico] / Barbara Suhelen Durães Rezende Nascimento.
- 2024.

Orientador: Reginaldo de Camargo.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em
Agronomia.

Modo de acesso: Internet.

Inclui bibliografia.

1. Agronomia. I. Camargo, Reginaldo de, 1972-,
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia.
Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU: 631

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091 Nelson Marcos Ferreira -

CRB6/3074

Bárbara Suhelen Durães Rezende Nascimento

**EFEITO RESIDUAL DE FERTILIZANTES ESPECIAIS NO
RENDIMENTO DA *BRACHIARIA BRIZANTHA* CV. MARANDU**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo de Camargo

Uberlândia, 18 de outubro de 2024

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Reginaldo de Camargo

Orientador

Anny Angella Mendonça Rodrigues

Membro da Banca

Júlio Eduardo Santana Maia

Membro da banca

Uberlândia

2024

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, que me concedeu saúde, força e sabedoria para enfrentar os desafios ao longo da minha jornada acadêmica.

À minha família, pelo apoio emocional e incondicional, paciência e incentivo em todos os momentos, desde os mais difíceis até as conquistas alcançadas, vocês foram essenciais para eu me manter no caminho certo.

Agradeço e dedico em especial a minha mãe Silvana Durães e ao meu pai Silvio Miguel, que sempre estiveram ao meu lado me dando força, amor e sustentação para continuar. Sem o amor e suporte de vocês, este trabalho não teria sido possível.

Ao meu orientador, Reginaldo de Camargo pela confiança e pela orientação durante o desenvolvimento do trabalho.

Agradeço aos membros do Grupo de Pesquisa em Fertilizantes Especiais, da Universidade Federal de Uberlândia por toda parceria e apoio durante a condução do trabalho.

Aos meus amigos que compartilharam desta jornada acadêmica comigo, pelos momentos de troca de experiências e apoio mútuo.

Por fim, agradeço a banca avaliadora por dispor do tempo e contribuição no trabalho.

RESUMO

A sucessão de culturas é uma prática agrícola importante para promover a sustentabilidade e a eficiência dos sistemas produtivos, especialmente em áreas de cultivos intensivo. Os fertilizantes organominerais, ao combinar matéria orgânica com nutrientes minerais, tendem a proporcionar um efeito residual mais prolongado obtendo resultados positivos. Neste trabalho, avaliou-se o efeito residual de diferentes doses e fontes de fertilizantes na cultura da braquiária (*Brachiaria Brizantha cv. Marandu*) em sistema de sucessão com a cultura antecessora sendo o milho (*Zea mays L.*) O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições, no esquema fatorial 6x5 (6 fontes de fertilizantes e 5 dosagens). Os fertilizantes utilizados foram o mineral convencional, FOM farelado celulose, FOM farelado torta, FOM granulado celulose, mineral polímero e o mineral nítrico, e as doses – níveis de adubação empregadas foram de 0; 40; 80; 120 e 160 kg ha⁻¹ em todos os fertilizantes, para a cultura do milho. Após retirada das plantas de milho realizou-se a semeadura da Braquiária brizantha cv. Marandu no dia 03 de abril de 2022, semeado 5 sementes por vaso, posteriormente realizado desbaste deixando apenas 1 planta por vaso.

Aos 60 DAS da braquiária realizou-se a contagem do número de perfilhos, observou-se efeito positivo significativo para interação entre fontes e doses de fertilizantes, a dose de 160 kg ha⁻¹ o FOM farelado a base de celulose e o mineral polímero apresentaram maior quantidade de perfilho, 14 e 15 respectivamente, e estes diferiram-se das demais fontes de fertilizantes. E aos 90 DAS realizou-se a avaliação de altura de plantas (cm), que sofreu variação significativa apenas em função da dose de fertilizante, independente da fonte utilizada, a dose de 40 kg ha⁻¹ apresentou altura média inferior as demais.

Palavras-chave: Fertilizantes. Efeito Residual. Sucessão. Braquiária

ABSTRACT

Crop rotation is an important agricultural practice to promote sustainability and efficiency in production systems, especially in areas with intensive cultivation. Organomineral fertilizers, which combine organic matter with mineral nutrients, tend to provide a prolonged residual effect, leading to positive results. This study evaluated the residual effect of different doses and sources of fertilizers on *Brachiaria brizantha* cv. Marandu in a succession system, with maize (*Zea mays L.*) as the previous crop. The experimental design was a randomized block with four replications, arranged in a 6x5 factorial scheme (6 fertilizer sources and 5 dosages). The fertilizers used were conventional mineral, FOM cellulose meal, FOM cake meal, FOM granulated cellulose, polymer mineral, and nitric mineral. The fertilizer doses applied to maize were 0, 40, 80, 120, and 160 kg ha⁻¹. After the maize harvest, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu was sown on April 3, 2022, with five seeds per pot, and later thinned to leave only one plant per pot. At 60 days after sowing (DAS) of the brachiaria, tiller numbers were counted, and a significant positive effect was observed for the interaction between fertilizer sources and doses. The dose of 160 kg ha⁻¹ of FOM cellulose meal and polymer mineral fertilizers resulted in the highest number of tillers, 14 and 15, respectively, differing from the other fertilizer sources. At 90 DAS, plant height was measured (cm), which showed significant variation only in response to fertilizer doses, regardless of the source used. The 40 kg ha⁻¹ dose resulted in a lower average height compared to the others.

Keywords: Fertilizers. Residual Effect. Succession. *Brachiaria brizantha*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Desdobramento de números de perfilho de braquiária em função de fontes e doses de fertilizantes	22
Gráfico 2-	Altura de plantas (cm) de braquiária, sob efeito de diferentes doses	24
Gráfico 2 -	Desdobramento de massa fresca de braquiária (g) em função do efeito residual de fertilizantes especiais	26

Desdobramento de massa fresca de braquiária (g) em função do efeito residual de fertilizantes especiais

TABELAS

Tabela 1 -	Parâmetros químicos, base úmida, dos fertilizantes utilizados no experimento	18
Tabela 2 -	Tratamentos e doses calculadas para adubação de cada vaso	19
Tabela 3 -	Número de perfilhos da braquiária em função do efeito residual de Fertilizantes especiais	21
Tabela 4 -	Polinômios para variável número de perfilhos de braquiária, em função do efeito residual de fertilizantes especiais	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO	11
2.1 Braquiária (<i>UROCHLOA BRIZANTHA</i> cv. MARANDU).....	11
2.2 Fertilizantes	12
2.2.1 Fertilizantes Convencionais	13
2.2.2 Fertilizantes especiais	15
2.2.3 Fertilizantes Organominerais	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1 Número de perfilhos	20
4.2 Altura de plantas.....	23
4.3 SPAD	24
4.5 Área Foliar	26
5. CONCLUSÕES.....	27
REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

A demanda crescente por alimentos e preocupações ambientais têm levado à busca por sistemas agrícolas mais sustentáveis, destacando o uso de gramíneas forrageiras em sucessão de culturas, especialmente em regiões tropicais (Saath, K. C. DE O.; Fachinello, 2018).

A integração de gramíneas como a *Brachiaria brizantha* com culturas comerciais, como o milho, oferece benefícios agronômicos, econômicos e ambientais, melhorando a produtividade, a saúde do solo, e proporcionando controle natural de pragas e plantas daninhas. Esses sistemas também contribuem para a biodiversidade e mitigação das mudanças climáticas, sequestro de carbono, além de diversificar a renda do produtor (Castro, et al., 2010). A escolha adequada das espécies forrageiras e o manejo correto são essenciais para o sucesso, adaptando-se às condições locais e melhorando a sustentabilidade agrícola.

No Brasil, a cultura do milho é a segunda mais cultivada, ficando atrás apenas da soja. A produção total de milho no Brasil na safra 2022/2023 foi de 322,8 milhões de toneladas, segundo a Conab. Segundo o site Mais Agro: “Nas últimas três décadas, o Brasil viu a produção de milho saltar mais de 100 milhões de toneladas e a produtividade média passar de pouco mais de 2000 kg/ha para 5.855 kg/ha, a produtividade média ultrapassa a marca dos 6.000 kg/ha”.

Sendo assim, de maneira a se obter maiores produtividades é interessante que se conheça as exigências nutricionais da cultura, bem como a adubação voltada a alta produtividade, e um dos principais fatores que influenciam para a baixa produtividade é a fertilidade do solo (Malavolta E. , 2009).

Em sistemas agrícolas integrados como a sucessão de culturas, a utilização de doses e fertilizantes pode ter impacto significativo na qualidade e na produtividade. Pode otimizar a fertilidade do solo e a produção da forragem. As gramíneas forrageiras se destacam como alternativa positiva, pois a palhada produzida apresenta alta relação C/N, com menor velocidade de decomposição e maior tempo de proteção do solo (Ikeda, Mitja, & Vilela, 2007).

Após a colheita do milho, a *Brachiaria brizantha* é frequentemente implantada para melhorar a cobertura do solo, aumentar a matéria orgânica gradativamente e promover a recuperação do solo. Na prática, uma das melhores opções para se elevar esse atributo no solo é o estabelecimento sistemático da rotação lavoura-pastagem. No sistema ILP, as braquiárias melhoraram a biologia do solo principalmente em razão do expressivo aumento do teor de matéria orgânica do solo, como pouquíssimas espécies fazem (Pacheco, et al., 2015).

No entanto a eficácia do processo pode ser fortemente influenciada pela escolha e quantidade de fertilizantes. Estudos anteriores sugerem que a escolha apropriada dos fertilizantes e a aplicação de doses equilibradas podem resultar em benefícios significativos para a produção de forragem e para a saúde do solo (Reetz, 2016). Compreender os efeitos residuais dos fertilizantes é crucial para desenvolver práticas de manejo mais eficientes e sustentáveis, que promovam a recuperação e a qualidade do solo, além de garantir uma produção forrageira mais robusta e nutritiva (Anghinoni, 2007).

Fertilizantes convencionais, frequentemente utilizados em larga escala, podem deixar resíduos que se acumulam no solo e em corpos d'água, resultando em problemas como a eutrofização e a contaminação das águas subterrâneas. A monitorização desses resíduos ajuda a identificar e mitigar tais impactos negativos (Koncagul & Tran, 2022). Por outro lado, fertilizantes organominerais, apesar de serem uma alternativa mais sustentável, também requerem análise de resíduos para garantir que não haja acúmulo de metais pesados ou outros compostos nocivos no solo (Olivieira & Jucá, 2004).

Neste contexto, o presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito residual na cultura da braquiária em sistema de sucessão, com diferentes fontes e doses fertilizantes.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 BRAQUIÁRIA (*UROCHLOA BRIZANTHA* CV. MARANDU)

No Brasil, uma das forrageiras mais cultivadas é a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, conhecida como *Urochloa* Marandu, Capim Marandu e Brizantão/braquiarão (ALVES, 2020). Tem uma boa adaptabilidade as condições tropicais e subtropicais, além de sua resistência a pragas e doenças, essa forrageira é conhecida por sua alta produtividade de biomassa, o que a torna uma opção popular em sistemas de produções de carnes e leites em pastejo direto (Euclides, Montagner, Barbosa, & Nantes, 2014). Devido a sua resistência a seca e boa resposta a adubação, o capim Marandu é amplamente utilizado em sistemas de integração lavoura-pecuária (Macedo & Araújo, 2019).

Pertence ao gênero *Urochloa*, sendo da espécie *Urochloa brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu. É originária de uma região vulcânica da África e procede da Estação Experimental de Forrageiras de Marandellas, no Zimbábue. Sua introdução no Brasil ocorreu em 1967, no estado de São Paulo, de onde foi distribuída para várias regiões (Meirelles & Mochiutti, 1999).

Para ser diferenciada de outros ecotipos de *B. brizantha*, por ter características únicas, é uma planta robusta, intenso afilhamento nos nós superiores dos colmos, presença de pelos na porção apical dos entre-nós, bainhas pilosas e lâmina largas e longas, pigmentação arroxeadas e espiguetas ciliadas no ápice (Valls & Sendulsky, 1984).

Destaca que as espécies do gênero *Brachiaria*, como *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha*, são altamente adaptadas a solos ácidos e de baixa fertilidade, características típicas de regiões tropicais. Essas gramíneas têm uma notável capacidade de tolerar estresse hídrico e sobreviver em ambientes de baixa disponibilidade de nutrientes. (Mutimura & Ghimire, 2021).

Além disso, possui uma excelente capacidade de rebrota, o que torna ideal para sistemas de pastejo rotacionado e sistema de sucessão de culturas. (Dallallana, 2015).

Estudos recentes têm demonstrado que a *Brachiaria brizantha* cv Marandu pode alcançar altos níveis de produtividade, especialmente quando manejada adequadamente e com o uso de fertilização recomendado (Sousa, Maurício, Saliba, & Moreira, 2007).

Assim como outras culturas o capim Marandu possui suas exigências nutricionais, a nutrição adequada é fundamental para maximizar o potencial produtivo da forrageira. (WERNER, 1996) determinou a faixa de concentrações de nutrientes considerada ideal para a *Brachiaria* e sugeriu que os teores de N, P e K devem estar entre 13 a 20 g kg, 0,8 a 3 g kg e 12 a 30 g kg, respectivamente. Relatam que as quantidades de nutrientes extraídas podem variar ainda em função da idade e estádio de desenvolvimento da planta, e à medida que as plantas forrageiras envelhecem, diminuem os teores de N, P e Mg aumentando o de Ca, o que está de acordo com o relatado por (Malavolta, 1974)

A aplicação de fertilizantes é uma prática comum para melhorar a produtividade e a qualidade do capim Marandu, a forrageira apresenta resposta positiva à aplicação de fertilizantes e consequentemente pode levar a uma alta produção de biomassa e boa qualidade nutricional da forragem (Ronquim, 2021).

A escolha das fontes de fertilizantes e as doses adequadas são fatores chave que influenciam a disponibilidade de nutrientes para a planta e o impacto ambiental das práticas agrícolas (Viégas, Cravo, Saldanha, & Rodrigues, 2020).

Sendo assim, é importante analisar todo o manejo adequado para a cultura, e os fertilizantes especiais têm diversas vantagens a serem utilizados, já que o seu efeito residual no solo pode ser benéfico para a cultura em sucessão (Camargo, R., & Mota, RP, 2024).

A *Urochloa* marandu pode ser sucedida por outras culturas, como milho ou soja, e a aplicação correta de fertilizantes pode melhorar a fertilidade do solo e beneficiar as culturas seguintes, reduzindo a necessidade de adubações adicionais (Katiuça S. Tanaka, Costa, & Franzluebber, 2019).

2.2 FERTILIZANTES

Os fertilizantes estão definidos na legislação brasileira (Decreto 86.955, de 18 de fevereiro de 1982) como “substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, fornecedoras de um ou mais nutrientes de plantas (Lima, 2007). Constituem um dos principais insumos agrícolas e têm como fontes de matéria-prima produtos oriundos de petroquímica e da mineração. Destaca-se a importância dos fertilizantes nitrogenados, fosfatos e potássicos, que constituem NPK (Dias & Fernandes, 2006).

Desempenham um papel crucial, sendo responsáveis por cerca de metade da produção agrícola mundial, fornecem os nutrientes necessários para a produção de alimentos, forragens, fibras e biocombustíveis. A maior parte dos fertilizantes é obtida de recursos naturais, contendo minerais que são extraídos ou minerados em várias regiões ao redor do mundo (Tilman, Balzer, Hill, & Befort, 2011).

Esses fertilizantes são elementos essenciais para o desenvolvimento de plantas, animais e seres humanos. O manejo adequado dos nutrientes fornecidos pelos fertilizantes é fundamental para garantir a eficiência do uso dos recursos disponíveis, bem como para proteger o meio ambiente e os ecossistemas naturais (Malavolta, 2006; Marschner, 2012).

Segundo a ONU (Organização das Nações Unidas), a população mundial deve chegar em 8,5 bilhões em 2030 e a 9,7 bilhões em 2050. De acordo com a revisão mais recente feita pela FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), a produção agrícola global precisará aumentar em cerca de 50% até 2050 em relação aos níveis de 2020 para atender à demanda crescente (Swiaczny, 2019).

Sendo assim, o avanço no padrão de vida global provocará um aumento adicional na demanda por alimentos, fibras e energia. Simultaneamente, a redução de áreas cultiváveis fará com que os fertilizantes se tornem mais essenciais para garantir a segurança alimentar mundial, tanto em termos de produtividades quanto na qualidade dos alimentos. De acordo com (Reetz, 2016) o desafio à frente é manejá-los fertilizantes e o solo de uma forma sustentável de modo que haja uma melhoria contínua na produção das culturas alimentícias e fibrosas através do uso de práticas científicas adequadas e envolvendo o uso eficiente de fertilizantes.

Os fertilizantes podem ser classificados em orgânico ou mineral, natural ou sintético, fornecedor de um ou mais nutrientes vegetais e podem ser escolhidos de acordo com as necessidades específicas das plantas e do solo, equilibrando a nutrição e promovendo o crescimento e altas produtividades (Zonta, Stafanato, & Pereira, 2021). A principal diferença dos fertilizantes convencionais e especiais está na forma de liberação dos nutrientes e no objetivo específico do seu uso (Fernandes & Cavalcante, 2021).

2.2.1 FERTILIZANTES CONVENCIONAIS

Também conhecidos como fertilizantes minerais ou químicos, são amplamente utilizados na agricultura devido a sua capacidade de fornecer nutrientes essenciais de maneira

rápida e precisa às plantas. Esses fertilizantes são produzidos industrialmente e contêm macronutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio (N, P e K), conhecidos como macronutrientes primários, que são fundamentais para o crescimento e desenvolvimento das plantas (Malavolta E. , 1980).

Reetz (2016), em seu livro: Fertilizantes e Seu Uso Eficiente, realizou a classificação do fertilizante mineral com diferentes critérios, sendo eles: método de produção (natural ou sintético), número de nutrientes (fertilizantes simples ou multinutrientes), tipo de nutrição (fertilizante misto ou complexo), formas físicas (sólido, gasoso ou líquido) e o modo de ação (ação rápida ou lenta).

Os fertilizantes convencionais são eficazes na correção de deficiências nutricionais, promovendo rápido crescimento das culturas. No entanto, seu uso indiscriminado pode levar a impactos ambientais, como a lixiviação de nitratos e a contaminação de corpos d'água, além de potencialmente causar desequilíbrios no solo a longo prazo (Isherwood, 2000).

Com relação a disponibilidade desses produtos no mercado agrícola, existe um portfólio amplo de fertilizantes convencionais com o intuito de atender as mais diversas exigências do setor agrícola (Bonini, F, 2021).

De acordo com o Azevedo (2024): “Em dezembro de 2023, as entregas de fertilizantes ao mercado brasileiro registraram um crescimento de 11,6%, totalizando 45,83 milhões de toneladas, segundo informa a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA). No entanto, apesar da enorme contribuição com relação a produtividade, o uso excessivo e inadequado pode gerar prejuízos ambientais, econômicos e energéticos. Uma das principais causas desses problemas está associada à ausência da utilização dos princípios das melhores práticas de manejo de fertilizantes, que consiste na adequação da fonte, dose, época e locais (Casarin & Stipp, 2013).

Na última década, houve indicações de novos empreendimentos no setor de fertilizantes nitrogenados, mas as dificuldades, associadas à disponibilidade, ao preço, à competição internacional, assim como ao volume de investimentos requeridos, têm postergado a tomada de decisão (Ferreira T. V., 2019). Existem diversos tipos de fertilizantes nitrogenados, entre eles: Ureia, Nitrato de amônio, Sulfato de amônio e Amônia, cada um com sua particularidade e característica quanto a forma de nitrogênio presente e sua eficiência na aplicação (Malavolta E. , 2006).

O fertilizante nítrico amoniacal, comumente conhecido como nitrato de amônio, é amplamente utilizado na agricultura devido à sua eficácia em fornecer nitrogênio para as

plantas. Este tipo de fertilizante contém nitrogênio em duas formas: nítrica e amoniacal. O nitrato de amônio geralmente contém cerca de 33% de nitrogênio, com aproximadamente metade na forma nítrica e metade amoniacal. Essa dualidade é uma das razões pelas quais esse fertilizante é tão valorizado, a forma nítrica ajuda a evitar perdas de N devido à volatilização, que é comum com outros fertilizantes nitrogenados como a ureia. Além disso, a forma amoniacal ajuda a minimizar a lixiviação de N, um problema frequente em solos arenosos ou em regiões com alta precipitação (Cantarella *et al.*, 2007).

É uma ferramenta poderosa para aumentar a produtividade agrícola, fornecendo N de maneira eficiente e equilibrada. No entanto, seu uso deve ser acompanhado de boas práticas de manejo para garantir a segurança e minimizar impactos ambientais. Com uma gestão adequada, o nitrato de amônio pode continuar a ser um componente essencial atualmente. O uso adequado deste fertilizante pode resultar em aumentos significativos na produtividade das culturas, melhorando a eficiência do uso de nitrogênio pelas plantas (Vitti *et al.*, 2010).

2.2.2 FERTILIZANTES ESPECIAIS

Os fertilizantes especiais possuem uma maior tecnologia na sua produção, proporcionando melhor uniformidade, distribuição e disponibilidade para as plantas. Outro fator a ser considerado está relacionado a qualidade física dos fertilizantes como grânulos homogêneos que facilitem a aplicação e absorção (Luma Henrique, 2024).

Têm grande potencial tanto em termos agronômicos quanto econômicos e ambientais, recentemente o interesse por formulações que incorporam aditivos para aumentar a eficiência da aplicação de fertilizantes tem crescido significativamente e diversos processos e produtos estão disponíveis no mercado para atender essa demanda (Mota, 2024).

Uma estratégia comum é o desenvolvimento de uma camada protetora ao redor dos grânulos, prevenindo sua dissolução imediata, esses fertilizantes revestidos liberam os nutrientes gradualmente, no momento ideal para que as plantas possam absorvê-los, minimizando assim a perda de nutrientes para fora da zona radicular (Reetz, 2017).

2.2.3 FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS

Os fertilizantes organominerais são produtos que combinam um componente mineral com um componente de material orgânico (Cruz, Pereira, & Figueiredo, 2017). Para serem considerados organominerais, esses fertilizantes precisam apresentar concentrações mínimas de nutrientes sendo N, P e K com teor mínimo de 1%, e misturas de macronutrientes primários somatório mínimo igual a 5%, de C orgânico mínimo de 8% para produto sólido e 3% para produto fluido; e umidade: máximo de 20% para produto sólido, de acordo com a Legislação Instrução Normativa Nº 25 – Nova Redação (Nunes, 2015).

Se caracteriza por apresentar potencial químico reativo relativamente inferior ao fertilizante mineral convencional, porém sua solubilização é gradativa no decorrer do período de desenvolvimento da cultura, desse modo, sua eficiência agronômica pode ser tornar maior se comparando às fontes minerais solúveis. (Zonta, Bahiense, & Gervasio, 2021).

Esses fertilizantes são compostos por nutrientes minerais essenciais, como nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), associados a materiais orgânicos, como estercos ou resíduos vegetais. Essa combinação aumenta a retenção de água e nutrientes no solo, promovendo a liberação gradual e contínua dos nutrientes. Isso reduz as perdas por lixiviação, volatilização, que são comuns em fertilizantes sintéticos. (Horvath, Diniz, & Rezende, 2020).

O fertilizante organomineral farelado à base de celulose utiliza resíduos celulósicos como fonte orgânica, melhorando a estrutura física do solo e promovendo maior retenção de água e nutrientes, a celulose atua como uma fonte de carbono que melhora a estrutura do solo, promovendo a retenção de umidade e a liberação lenta de nutrientes (Leite, 2023). A partir de subprodutos da cana-de-açúcar é obtido o fertilizante organomineral farelado à base de torta de filtro, que é rica em matéria orgânica e micronutrientes, oferece uma fonte de fósforo orgânico que é prontamente absorvida pelas plantas, além de melhorar a fertilidade do solo, também promove a retenção de água e contribui para a recuperação de áreas degradadas (Júnior, Nascimento, Sobral, Silva, & Gomes, 2011).

Assim como os fertilizantes farelados, os granulados à base de celulose promovem a liberação lenta de nutrientes, o fertilizante organomineral à base de celulose tem a vantagem de uma aplicação mais precisa devido à sua granulometria que facilita a distribuição de uma forma mais homogênea no campo (Reetz, 2016). Sua eficiência foi comprovada em ensaios com a cultura de milho, mostrando resultados superiores em relação a fertilizantes minerais convencionais (Leite, 2023).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação localizada na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), campus Glória, no período de 15 de outubro de 2021 a 20 de julho de 2022.

O solo foi coletado na fazenda experimental do campus Glória (UFU), Uberlândia-MG, utilizando vasos plásticos de 18kg. Esse solo foi peneirado em malha de 4mm, e misturando com calcário dolomítico, com PRNT de 90%, teor de CaO em torno de 46% e MgO de 8% na proporção de 18g por vaso. Composição química do solo utilizado no experimento após a aplicação de calcário e a incubação por 60 dias, realizada antes da aplicação dos tratamentos.

Tabela 1. Parâmetros químicos, base úmida, dos fertilizantes utilizados no experimento

Análises*	Formulações					
	OMF Celulose	OMF Torta	OMG Celulose	Mineral Nítrico	Mineral Polímero	Mineral Convencional
Umidade	4,12	7,16	1,76	0,48	1,27	1,2
COT	12,23	12,04	17,01	0	0	0
N	10,34	10,98	7,67	15,98	15,23	18,34
P	10,45	10,34	8,15	16,45	15,78	18,45
K	10,33	10,65	8,24	16,78	16,12	19,23
CTC	179,96	154,23	280	0	0	0

*Determinações, Umidade: (%); COT = carbono orgânico total (%); N = nitrogênio total (%); K = K₂O H₂O (%); P = P₂O₅ CNA 1:1 (%); CTC = Capacidade de Troca Catiônica, mmolc.kg⁻¹ ; OMF = Organomineral farelado; OMG = Organomineral granulado.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições, no esquema fatorial 6x5 (6 fontes de fertilizantes e 5 dosagens), correspondente as seis fontes: T1– Mineral convencional; T2– Organomineral farelado à base de celulose; T3– Organomineral farelado à base de torta-de-filtro; T4– Organomineral granulado à base de celulose, T5– Mineral revestido com polímero, e T6 – Mineral especial com base nítrica e amoniacial. Já as cinco doses – níveis de adubação, baseados nos teores de nitrogênio, fósforo e potássio: Dose 1– 0 kg ha⁻¹ (testemunha); Dose 2 – 40kg ha⁻¹; Dose 3 – 80 kg ha⁻¹; Dose 4 – 120 kg ha⁻¹ e Dose 5 – 160 kg ha⁻¹, com a formulação 1:1:1. (Tabela 1).

Devido à equivalência dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nos fertilizantes organominerais e minerais, os tratamentos com estes fertilizantes receberam as mesmas doses destes nutrientes. Para cada tratamento e dose foi realizado cálculo para adubação de cada vaso, conforme a tabela 3.

Tabela 2. Tratamentos e doses calculadas para adubação de cada vaso

Formulação	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4
	40	80	120	160	40	80	120	160
	kg.ha ⁻¹ NPK				g.vaso ⁻¹ NPK			
Convencional 18.18.18	222,2	444,4	666,7	888,9	2,0	4,0	6,0	8,0
FOM farelado celulose 10.10.10	400,0	800,0	1200,0	1600,0	3,6	7,2	10,8	14,4
FOM farelado torta 10.10.10	400,0	800,0	1200,0	1600,0	3,6	7,2	10,8	14,4
FOM granulado celulose 08.08.08	500,0	1000,0	1500,0	2000,0	4,5	9,0	13,5	18,0
Polímero 15.15.15	266,7	533,3	800,0	1066,7	2,4	4,8	7,2	9,6
Mineral nítrico 16.16.16	250,0	500,0	750,0	1000,0	2,3	4,5	6,8	9,0

OMF = Organomineral farelado; OMG = Organomineral granulado.

Realizou-se a aplicação de fertilizantes nos vasos, (após 60 dias da aplicação do calcário no solo). No dia 18 de dezembro de 2021 foram semeadas 5 sementes de milho em cada vaso – Híbrido FS 530 Forseed.

Quinze dias após a semeadura – DAS, (3 de janeiro de 2022) foi realizado o desbaste, mantendo apenas 1 planta em cada vaso. Aos 20 DAS (8 de janeiro de 2022) realizou-se a suplementação de macro e micronutrientes aplicados em forma líquida aos vasos na proporção de 60; 6,0; 2,2; 1,5; 2,0 kgs ha⁻¹, de enxofre, zinco, boro, cobre e manganês respectivamente. A irrigação no decorrer do experimento permaneceu constante duas vezes ao dia para todos os tratamentos, dentro da capacidade de campo em torno de 80%.

Aos 45 DAS (2 de fevereiro de 2022) com a planta já no estádio V6, iniciou-se as avaliações na cultura. Foi estimado o teor de clorofila por meio de SPAD, aos 70 DAS (28 de

fevereiro de 2022) quando as plantas apresentavam 10 folhas completamente desenvolvidas realizou-se as avaliações de altura de plantas (cm) e diâmetro de colmo (mm).

No dia 03 de abril de 2022, após a retirada das plantas de milho realizou-se a semeadura da Braquiária brizantha cv. Marandu, foram semeadas 5 sementes por vaso, posteriormente, cinco dias após a semeadura, foi feito o desbaste deixando apenas uma planta por vaso.

Aos 60 DAS da braquiária (3 de junho de 2022), quando as plantas já apresentavam folhas desenvolvidas realizou-se a avaliação da contagem de número de perfilhos, e logo, aos 90 DAS (7 de julho de 2022), foi realizada a avaliação de altura de plantas (cm), através de medição da parte basal até o final da folha, com o auxílio da régua graduada.

Os resultados foram submetidos a rigorosa análise estatística para garantir a confiabilidade dos resultados obtidos. Primeiramente, os dados foram analisados utilizando o programa SISVAR, por meio da análise de variância (ANOVA), a fim de verificar a existência de diferenças significativas entre os tratamentos aplicados. (FERREIRA, 2008).

Posteriormente, as médias dos tratamentos foram comparadas utilizando o teste de Scott-Knott com nível de significância de 5% ($p < 0,05$). E para avaliar os efeitos das diferentes doses de fertilizantes, foram ajustadas regressões polinomiais, também com nível de significância de 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 NÚMERO DE PERFILHOS

Tabela 3. Número de perfilhos da braquiária em função do efeito residual de fertilizantes especiais

DOSES kg ha ⁻¹	FERTILIZANTES						Médias
	Mineral convencional	FOM farelado celulose	FOM farelado torta	FOM granulado celulose	Mineral polímero	Mineral nítrico	
Número de Perfilho – Braquiária							
0	4 a	4 a	4 a	4 a	4 a	4 a	4
40	7 a	10 a	10 a	8 a	8 a	10 a	9
80	10 a	10 a	10 a	10 a	9 a	10 a	10
120	12 a	12 a	7 b	13 a	10 a	13 a	11
160	12 b	14 a	12 b	12 b	15 a	9 c	12
CV(%) = 21,79		P ¹ = 0,0022		P ² = 0,0000		P ³ = 0,5193 ns	

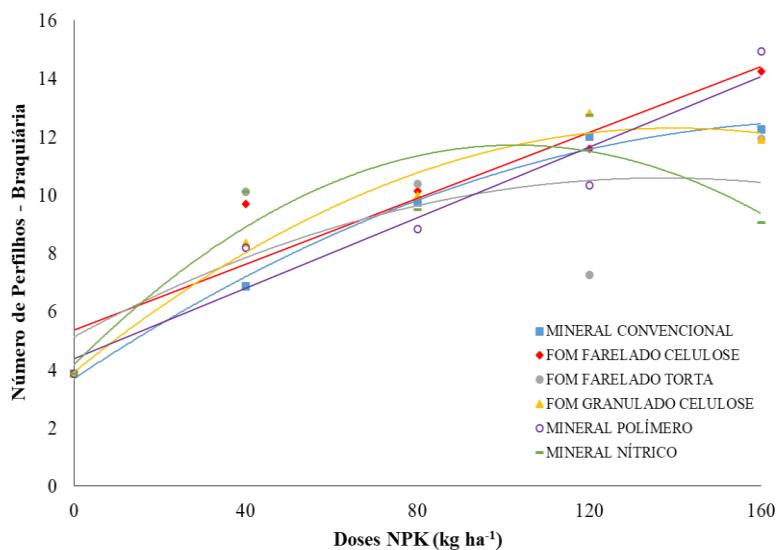
Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de significância. CV (%): coeficiente de variação. P¹ = probabilidade interação entre fertilizantes e doses na ANOVA (P<0,05). P² = probabilidade doses na ANOVA (P<0,05). P³ = probabilidade fertilizantes na ANOVA (P<0,05). ns: não significativo (P>0,05). Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Os resultados obtidos indicaram uma interação significativa entre diferentes doses e fontes de fertilizantes em relação ao número de perfilhos da braquiária. No desdobramento da interação, nas doses de 0, 40 e 80kg/ha⁻¹, apresentaram comportamento estatisticamente semelhante. Contudo, na dose de 120kg/ha⁻¹, o fertilizante organomineral farelado à base de torta de filtro teve o pior desempenho, sendo superado pelo fertilizante mineral convencional. Esse resultado pode estar relacionado à composição dos fertilizantes organominerais, que podem apresentar variações na liberação dos nutrientes, dependendo da matéria prima utilizada e das condições do solo. Estudos como o Dias *et al.*, (2020), que declararam que fertilizantes minerais eficientes resultaram em maior produção de biomassa em gramíneas em comparação com fontes organominerais em doses mais elevadas. No entanto, os fertilizantes organominerais

tendem a liberar nutrientes mais lentamente, o que pode explicar seu desempenho inferior em doses elevadas.

Já na dose de 160kg/ha^{-1} , os fertilizantes FOM farelados à base de celulose e o polímero mineral se destacaram proporcionando um número de 14 e 15 perfilhos, respectivamente. Esses resultados corroboram com o estudo de SILVA, F. C. (2017), onde foi observado que fontes minerais poliméricas de liberação controlada são capazes de disponibilizar nutrientes de forma mais eficiente ao longo do ciclo da cultura, favorecendo melhor o desenvolvimento vegetativo. Porém os fertilizantes minerais convencionais, FOM farelado a base de torta de filtro e FOM granulado a base de celulose apresentaram maior quantidade de perfilhos. O desempenho do fertilizante mineral convencional em doses mais altas (160 kg ha^{-1}), pode estar alinhado com o estudo de Carvalho, E. R. *et al.*, (2011), que diz que os fertilizantes minerais têm maior disponibilidade imediata de nutrientes, especialmente em solos com baixa matéria orgânica, o que pode explicar o resultado positivo em relação a maior quantidade de perfilhos.

Gráfico 1. Desdobramento de número de perfilhos de braquiária em função de fontes e doses de fertilizantes.



FOM farelado a base de celulose e mineral polímero foram os fertilizantes que apresentaram destaque para quantidade de perfilhos em todas as doses, como mostra no gráfico 1 acima. Conforme aumento do fertilizante adicionado ocorre um incremento positivo para unidade de perfilho para ambos, enquanto os demais fertilizantes se diferiram por apresentar melhor adequação onde inicialmente aumentaram a quantidade de perfilhos mantiveram-se

estáveis, mas após o ponto de máxima apresentaram decréscimo. Estudos feitos por Garcia, W. *et al.*, (2004), sobre a fertilização com lodo de gelatina (MGS) mostraram que doses crescentes desse fertilizante também resultaram em aumento linear na produção de biomassa e proteína bruta, corroborando com a tendência de incremento positivo na quantidade de perfilhos com o aumento da dose de fertilizante. Souza, R. *et al.*, (2023) avaliaram em seus estudos o impactado de diferentes doses de N em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, observaram um aumento no número de perfilhos com o aumento da dose de fertilizante, até um ponto de máxima, seguido de uma estabilização ou decréscimo com doses muito elevadas, o que se alinha com as observações sobre o comportamento dos fertilizantes no ponto máximo e o subsequente decréscimo na quantidade de perfilhos.

Tabela 4. Polinômios para variável número de perfilhos de braquiária, em função do efeito residual de fertilizantes especiais

FONTES	Polinômio	Ajuste	Xmáx/mín (kg ha⁻¹)	Ymáx/mín
Mineral convencional	$y = -0,0003x^2 + 0,0984x + 3,7$	$R^2 = 0,9929$	139,77	12
FOM farelado celulose	$y = 0,05661x + 5,3755$	$R^2 = 0,8818$		
FOM farelado torta	$y = -0,0003x^2 + 0,0796x + 5,1337$	$R^2 = 0,5055$	132,67	10
FOM granulado celulose	$y = -0,0004x^2 + 0,1199x + 3,9195$	$R^2 = 0,9756$	137,22	13
Mineral polímero	$y = 0,0607x + 4,379$	$R^2 = 0,9245$		
Mineral nítrico	$y = -0,0007x^2 + 0,1469x + 4,1757$	$R^2 = 0,841$	102,73	12

R^2 : coeficiente de ajuste da equação. Xmáx/mín: variável dose. Ymáx/mín: estimativa do modelo polinomial para variável número de perfilhos de brachiaria. Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Com base nas equações polinomiais da Tabela 5, estimou-se a dose ideal para máxima produção de perfilhos: 139,77 kg/ha para o fertilizante mineral convencional (12 perfilhos), 132,67 kg/ha para o FOM farelado com torta de filtro (10 perfilhos), 137,22 kg/ha para o FOM granulado com celulose (13 perfilhos) e 102,73 kg/ha para o fertilizante mineral nítrico amoniacal (12 perfilhos).

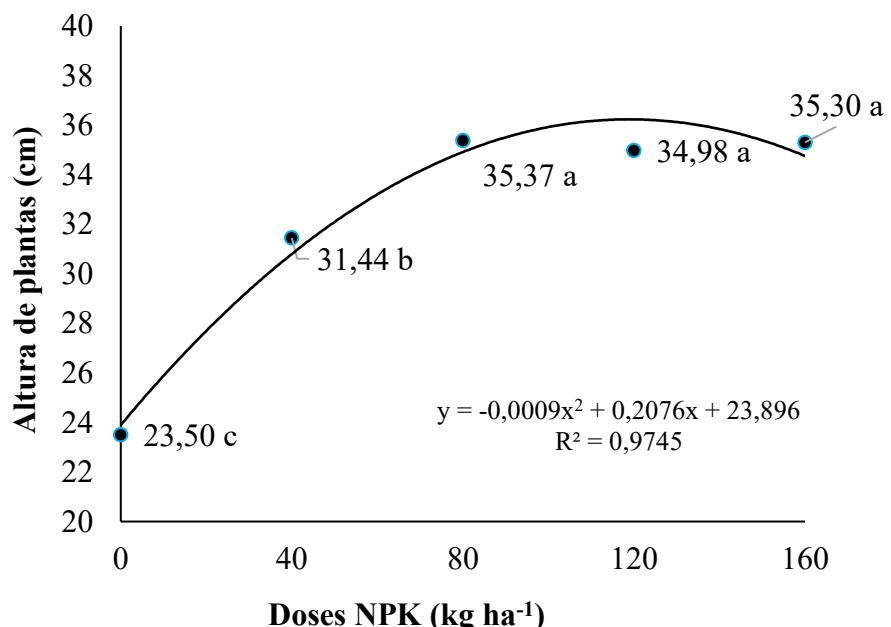
4.2 ALTURA DE PLANTAS

Na altura de plantas, sofreu apenas variação em função da dose de fertilizante, independente da fonte utilizada não teve significância.

De acordo com o gráfico 2, foi analisado maiores alturas de plantas (cm) para as doses 80 kg ha⁻¹ (35,37 cm), 120 kg ha⁻¹ (34,98 cm) e 160 kg ha⁻¹ (35,30cm). Esse comportamento de resposta ao aumento das doses de fertilizantes pode ser analisado com o estudo feito por Oliveira, R. A., *et al.*, (2022), que também observaram incremento na altura das plantas de braquiária com o aumento da quantidade de fertilizantes, principalmente devido ao melhor fornecimento de nutrientes essenciais para o desenvolvimento da planta.

Na dose de 40 kg ha⁻¹, apesar de apresentar altura inferior em comparação às doses mais altas, ainda se mostrou estatisticamente superior à ausência de adubação. Isso reforça a importância de uma adubação mínima para garantir o desenvolvimento adequado das plantas, conforme relatado por COSTA, N.L., *et al.*, (2016) que indicam que a disponibilidade inicial de nutrientes, mesmo em doses menores, pode ser suficiente para evitar o déficit nutricional que impede o crescimento das plantas.

Gráfico 2. Altura de plantas (cm) de braquiária, sob efeito de diferentes doses.



CV (%) 19,57 P¹ 0,2304 ns P² 0,0000 P³ 0,2310 ns Médias seguidas por letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 0,05 de significância. CV (%): coeficiente de variação. P¹: probabilidade de interação entre fertilizantes e doses na ANOVA (P<0,05). y: estimativa do modelo polinomial para variável resposta altura de plantas (cm). R²: coeficiente de ajuste da equação.

Um estudo envolvendo a resposta de *Brachiaria brizantha* a diferentes concentrações de ácido húmico em solos tropicais mostrou que a resposta em biomassa foi significativa até um certo ponto, mas a altura das plantas não apresentou aumentos expressivos após o ponto máximo de aplicação de nutrientes. Isso sugere que outros fatores, como a composição química do solo e a saturação de nutrientes, podem limitar o efeito de doses adicionais de fertilizantes na altura das plantas. (Valenciano, Morais, Rosa, & Silva, 2024).

A literatura confirma a relação entre o aumento das doses de fertilizantes e o crescimento das plantas. Estudos mostram que doses mais elevadas de nitrogênio, por exemplo, promovem um maior alongamento das folhas e, consequentemente, a altura das plantas. (Ferreira, et al., 2024).

Em condições de boa adubação, *Brachiaria brizantha* apresenta folhas mais longas e crescimento mais vigoroso, independentemente da altura de corte ou da época do ano. (Dantas, Faria, Costa, Santos, & Ferraudo, 2020).

4.3 SPAD

Foi observado que o efeito residual das diversas fontes de fertilizantes aplicadas não interferiu significativamente no índice médio de SPAD nas folhas da braquiária, enquanto as diferentes doses aplicadas mostraram variações consideráveis nesse índice. As doses de 120 e 160 kg ha⁻¹ apresentaram índices de SPAD similares entre si, com médias de 42 e 43, respectivamente, sendo superiores às demais doses. As doses intermediárias de 40 e 80 kg ha⁻¹ alcançaram uma média de 40, diferindo-se da dose zero.

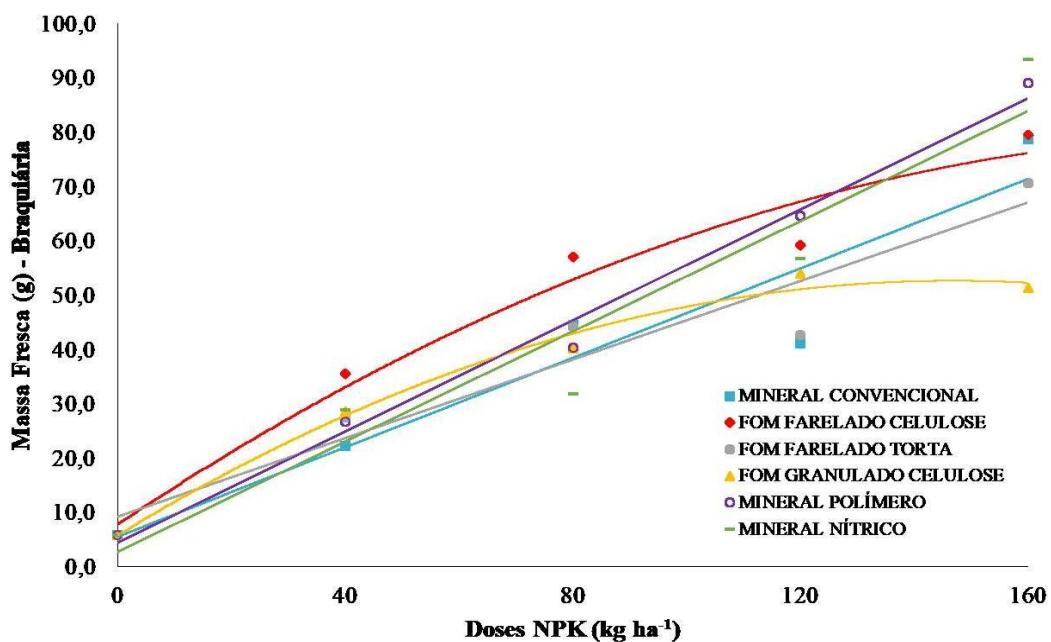
Em relação a estudos semelhantes, Santos *et al.*, (2020) apontaram que o índice SPAD tem sido uma ferramenta eficaz na avaliação do teor de nitrogênio nas folhas de gramíneas, especialmente em sistemas de cultivo sucessivo, evidenciando um comportamento quadrático no aumento do SPAD conforme as doses de nitrogênio aumentam. Além disso, de acordo com Costa e Almeida (2019), a utilização de resíduos orgânicos, como a cama de frango, também promove um incremento no índice SPAD em diferentes cultivares de *Urochloa*.

4.4 MASSA FRESCA

Na dose de 40 kg ha⁻¹, os fertilizantes não apresentaram diferenças significativas entre si. No entanto, na dose de 80 kg ha⁻¹, o fertilizante organomineral (FOM) granulado à base de celulose destacou-se com uma maior massa fresca (57,11 g). Para 120 kg ha⁻¹, os fertilizantes FOM farelado de celulose, FOM granulado de celulose, e os minerais polímero e nítrico amoniacal foram superiores em massa fresca, diferenciando-se do mineral convencional e do FOM de torta de filtro, que apresentaram os menores valores. Na dose de 160 kg ha⁻¹, os fertilizantes mineral polímero e mineral nítrico amoniacal se destacaram com massas de 89,19 e 93,48 g, respectivamente, enquanto o fertilizante mineral convencional e os FOM farelado de torta de filtro e celulose apresentaram melhor desempenho do que o FOM granulado de celulose.

O mineral polimerizado obteve os melhores resultados na dose de 160 kg ha⁻¹, enquanto o FOM farelado de celulose destacou-se na dose de 120 kg ha⁻¹. As doses mais baixas (0 e 40 kg ha⁻¹) não revelaram diferenças significativas. Esse comportamento reflete o papel essencial do nitrogênio na expansão foliar e na produção de biomassa fresca, como apontado por Souza *et al.*, (2018) em culturas semelhantes.

Gráfico 3. Desdobramento de massa fresca de braquiária (g) em função do efeito residual de fertilizantes especiais



Em modelos de regressão (Gráfico 3) fertilizantes como o FOM farelado de celulose e o FOM granulado de celulose explicaram variações na massa fresca em 96,68% e 98,91%, alcançando valores máximos de 79,74 g e 52,13 g nas doses de 205,52 e 146,88 kg ha⁻¹, respectivamente. Outros fertilizantes, como o mineral convencional, o FOM farelado de torta de filtro, o mineral polímero e o mineral nítrico amoniacal, apresentaram incrementos lineares na massa fresca com o aumento da dose.

4.5 ÁREA FOLIAR

A análise indicou que apenas as doses de fertilizantes influenciaram diretamente na área foliar da braquiária. A menor área foliar foi observada na dose de 0 kg ha⁻¹, com média de 230,63 cm², enquanto a dose de 160 kg ha⁻¹ resultou na maior área foliar, com média de 1886,59 cm², representando um aumento de mais de 800% em relação ao controle. As doses intermediárias de 80 e 120 kg ha⁻¹ apresentaram áreas foliares médias de 1327,54 cm² e 1431,89 cm², respectivamente, sendo estatisticamente similares entre si, mas menores que a dose de 160 kg ha⁻¹. A dose de 40 kg ha⁻¹ resultou em uma área foliar de 880,27 cm², sendo superior à dose zero, mas inferior às doses mais elevadas.

Estudos como os de Silva e Morais (2019) confirmam o efeito benéfico da adubação nitrogenada no desenvolvimento foliar de gramíneas tropicais, favorecendo a expansão da área foliar. Da mesma forma, Oliveira e Santos (2020) observaram uma resposta quadrática positiva em gramíneas, sugerindo que o ponto máximo de expansão foliar é alcançado com doses próximas a 120 kg ha⁻¹ de NPK.

5. CONCLUSÕES

O cultivo da braquiária cv. Marandu em sucessão ao milho mostrou efeito residual positivo dos fertilizantes, especialmente os organominerais e minerais especiais, que contribuíram para a retenção de nutrientes no solo. O FOM farelado de celulose e o mineral polímero destacaram-se na quantidade de perfilhos. As doses de 120 e 160 kg ha⁻¹ foram as mais eficazes para aumentar o índice SPAD, a massa fresca e a área foliar. Além disso, o efeito residual foi refletido nos maiores valores obtidos nas variáveis relacionadas ao crescimento da braquiária, confirmando a influência positiva desses insumos no desenvolvimento da cultura.

REFERÊNCIAS

1. ALVES, C. M. (2020). **CONDIÇÕES FAVORÁVEIS À SÍNDROME DA MORTE DO CAPIM BRAQUIARÃO.** p. 30.
2. Anghinoni, I. (2007). **Fertilidade do Solo e Seu Manejo em Sistema Direto.** Em **Fertilidade do solo** (pp. 873-918). Viçosa.
3. Azevedo, G. (04 de março de 2024). **Entregas de fertilizantes no Brasil crescem 11,6% em 2023.** Fonte: Canal Rural: <https://www.canalrural.com.br/agricultura/entregas-de-fertilizantes-no-brasil-crescem-116-em-2023/>
4. BONINI, F. O crescimento do mercado de fertilizantes e os desafios para as adubações eficientes. GlobalFert, 1 de junho de 2021. Disponível em: <https://globalfert.com.br>.
5. Camargo, R., & Mota, RP "Fertilizantes organominerais: crescem a opção pela eficiência e sustentabilidade das adubações." *GlobalFert*, 2024.
6. CANTARELLA, H.; OTTO, R.; SOUZA, S. R.; MARCELINO, R. "Nitrogênio." In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do Solo. 2^a ed.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470
7. CARVALHO, E. R. et al., Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agronômicas da soja e nutrientes no solo. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 4, p. 930–939, out. 2011.
8. Casarin, V., & Stipp, S. R. (03 de junho de 2013). **Manejo 4C - Quatro medidas corretas que levam o uso eficiente dos fertilizantes.**
9. COSTA, J. M.; ALMEIDA, R. F. **Incremento do índice SPAD em gramíneas cultivadas com uso de fertilizantes orgânicos.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 43, n. 4, p. 321-329, 2019.
10. Costa, N.L., et al. (2016). "Rendimento de forragem e morfogênese de Brachiaria brizantha cv. Marandu sob diferentes períodos de descanso." *Pubvet*, 10(4), 271-355.
11. Cruz, A. C., Pereira, F. d., & Figueiredo, V. S. (Março de 2017). **Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: avaliação do potencial econômico brasileiro.** p. 51.
12. Dallallana, E. (2015). **catalogo-sementes. Brachiaria Brizantha cv. Marandu.** Fonte: <http://unisagro.com/pastaarquivos/129catalogo-sementes.pdf>
13. Dantas, G. d., Faria, R. T., Costa, N. R., Santos, G. O., & Ferrando, A. S. (Novembro de 2020). **MORPHOGENIC AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF MARANDU GRASS AFFECTED BY FERTIGATION WITH TREATED SEWAGE EFFLUENT AND.** p. 11.
14. DIAS, R. de C.; CASTRO, TA van T. de; GONÇALVES, RG da M.; POLIDORO, JC; ZONTA, E.; PEREIRA, MG; STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, PC Acúmulo de biomassa e potássio em gramíneas em função da fonte fertilizante e do solo. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, <https://www.alice.cn.embrapa.br/alice//manipular/doc/1124210> .

15. Dias, V. P., & Fernandes, E. (setembro de 2006). **Fertilizantes: uma visão global sintética.** Fonte: <http://web.bnbes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2657>
16. Euclides, V. P., Montagner, D. B., Barbosa, R. A., & Nantes, N. N. (2014). **Manejo do pastejo de cultivares de Brachiaria brizantha.**
17. FERREIRA, D. F. (dezembro de 2008). **Revista Científica Symposium. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística.** Lavras.
18. Ferreira, E. A., Abreu, J. G., W. M., Müller, D. H., Santos, D. N., C. C., . . . Gonçalves, M. L. (Abril de 2024). **Improved Production of Marandu Palisade Grass (Brachiaria brizantha) with Mixed Gelatin Sludge Fertilization.** p. 24.
19. Ferreira, T. V. (2019). **Competitividade do Gás Natural: Estudo de Caso na Indústria de Fertilizantes Nitrogenados.** Brasília: EPE.
20. GARCIA, W. et al., "Uso de fertilizantes organominerais para redução de perdas e aumento de eficiência em solos de cerrado." *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.1372-1379, 2004.
21. Horvath, B. d., Diniz, D. A., & Rezende, C. F. (2020). **Adubação organomineral e mineral no desempenho agronômico do milho e alterações químicas do solo.** Brazilian Journal of Development, 2-13.
22. Ikeda, F. S., Mitja, D., & Vilela, L. (2007). **Banco de sementes no solo em sistemas de cultivo: Uma abordagem metodológica.** Curitiba: Embrapa.
23. Isherwood, K. (February de 2000). **Mineral Fertilizer Use and the Environment.**
24. Júnior, A. B., Nascimento, C. W., Sobral, M. F., Silva, F. B., & Gomes, W. A. (Outubro de 2011). **Fertilidade do solo e absorção de nutrientes em cana-de-açúcar fertilizada com torta de filtro.**
25. Katiuça S. Tanaka, C. A., Costa, C. H., & Franzluebber, A. J. (2019). **Nutrientes liberados por culturas de cobertura de Urochloa antes da soja.** doi:<https://doi.org/10.1007/s10705-019-09980-5>
26. Koncagul, E., & Tran, M. (2022). **ÁGUAS SUBTERRÂNEAS Tornar visível o invisível.** Fonte: Unesco.
27. Leite, B. S. (2023). **Fertilizantes especiais na cultura do milho (*Zea mays L.*) e efeito residual na brachiaria.**
28. Lima, P. C. (2007). **FÁBRICA DE FERTILIZANTES NITROGENADOS.** Brasilia: Câmara dos Deputados.
29. Luma Henrique. (12 de fevereiro de 2024). **Nutrição de safras - Fertilizantes Especiais.** Fonte: Nutrição de Safras : <https://nutricaodesafras.com.br/fertilizantes-especiais>
30. Macedo, M. C., & Araújo, A. R. (2019). **Alternativa para recuperação de pastagens degradadas. Em Vitor, Sistemas de produção em integração.**
31. Malavolta. (1974). Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. Fonte: MALAVOLTA, E.; HAAG, H. P.; MELO, F. A. F. et al. **Nutrição mineral e adubação de plantas**

32. Malavolta, E. (1980). **Manual de Nutrição Mineral de Plantas** . São Paulo: Agronômica Ceres.
33. Malavolta, E. (2006). **Manual de nutrição mineral de planta**. São Paulo: Associação Brasileira para Pesquisa do Potassio e do Fosfato.
34. Malavolta, E. (2008). **O FUTURO DA NUTRIÇÃO DE PLANTAS O FUTURO DA NUTRIÇÃO DE PLANTAS**. Piracicaba: IPNI.
35. Marschner, H. (2012). Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (3rd ed.). London: Academic Press.
36. Matias, G. C. (s.d.). **LEGISLAÇÃO DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS E POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O SETOR**. Fonte: ABISOL.
37. Meirelles, P. R., & Mochiutti, S. (novembro de 1999). Infoteca. Fonte: Embrapa: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/344105>
38. Mutimura, M., & Ghimire, S. (2021). **Brachiaria Grass for Sustainable Livestock Production in Rwanda under Climate Change**. Cham Springer. Fonte: https://doi.org/10.1007/978-3-030-22759-3_314-1
39. Nunes, J. A. (maio de 2015). **LEGISLAÇÃO DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS E**. Fonte: abisolo
40. Olivieira, F. J., & Jucá, J. F. (2004). **Acúmulo de metais pesados e capacidade de impermeabilização do solo imediatamente abaixo de uma célula de um aterro de resíduos sólidos**. Acesso em 2024, disponível em <https://doi.org/10.1590/S1413-41522004000300007>
41. OLIVEIRA, P. C.; SANTOS, F. A. Resposta da área foliar ao manejo de adubação em pastagens de Urochloa. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 44, n. 3, p. 310-319, 2020.
42. Oliveira, R. A., et al. (2022). **Productivity and nutrient composition of Brachiaria brizantha cv. Marandu under different management strategies**. *Grass and Forage Science*, 77(2), 189-198. doi:10.1111/gfs.12515.
43. Pacheco, A. R., Zimmer, A. H., Richetti, A., Berndt, A., Varella, A. C., Junior, A. A., & Evangelista, B. A. (2015). **Integração Lavoura Pecuária Floresta**. Em A. R.
44. PEREIRA, R. J.; OLIVEIRA, A. S.; GOMES, T. B. Comparação entre fertilizantes organominerais e minerais na produção de massa verde em sistemas de cultivo de milho. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 45, n. 3, p. 217-224, 2020.
45. Reetz, H. F. (2016). **Fertilizantes e o seu uso eficiente**. Paris: IFA.
46. Reetz, H. F. (2017). **Fertilizantes e seu Uso Eficiente**. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA) .
47. Ronquim, C. C. (junho de 2021). **Fertility concepts and adequate**. Fonte: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1132514/1/5913.pdf>
48. SAATH, K. C. DE O.; FACHINELLO, A. L.. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 56, n. 2, p. 195–212, abr. 2018.

49. SANTOS, L. F.; SILVA, M. R.; OLIVEIRA, A. C. Uso do SPAD para monitoramento de nitrogênio em gramíneas tropicais. *Agronomia em Foco*, v. 15, n. 3, p. 145-153, 2020.
50. SILVA, F. C. **Fertilizantes: Uso e impacto na agricultura.** 3^a ed. Campinas: Instituto Agronômico, 2017.
51. SILVA, L. H.; MORAIS, R. A. Efeito do nitrogênio na área foliar e na produção de gramíneas tropicais. *Journal of Plant Science*, v. 8, n. 1, p. 88-94, 2019.
52. SOUZA, A. P.; FREITAS, L. F.; NASCIMENTO, E. P. Respostas de gramíneas ao nitrogênio e seus impactos na produção de biomassa. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 13, n. 2, p. 235-242, 2018.
53. Sousa, L. F., Maurício, R., Saliba, E., & Moreira, G. R. (2007). **Produtividade e valor nutricional de Brachiaria brizantha cv. Marandu em sistema silvipastoril.** doi:10.1590/S0102-09352007000400032
54. SOUZA, R. et al., "Improved production of Marandu palisade grass (Brachiaria brizantha) with mixed gelatin sludge fertilization." *MDPI Agriculture*, 2023.
55. Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. (outubro de 2011). **Global food demand and the sustainable intensification of agriculture** .doi:<https://doi.org/10.1073/pnas.1116437108>
56. Valenciano, M. N., Morais, E. G., Rosa, S. D., & Silva, C. A. (2024). **Soil Solution Properties of Tropical Soils and Brachiaria Growth as Affected by Humic Acid Concentration.**
57. Valls, & Sendulsky. (1984). **Brachiaria brizantha cv. Marandu. Em Brachiaria brizantha cv. Marandu.** Embrapa.
58. VITTI, G. C.; MELO, L. C. A.; LUCAS, A. A.; KORNDÖRFER, G. H. "Nutrientes essenciais e benéficos." In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p. 19-39.
59. WERNER, J. C. (1996). **Recomendação de adubação e calagem para forrageiras.**
60. Zonta, E., Bahiense, J., & Gervasio, M. (2021). **Fertilizantes minerais, orgânicos e organominerais.** Brasilia: Editora Técnica.
61. Zonta, E., Stafanato, J. B., & Pereira, M. G. (2021). **Fertilizantes minerais, orgânicos e organominerais.** Em A. L. Borges, Recomendacao Calagem Adubacao. Empraba. Fonte: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1134518>