



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS COLINAS DO TOCANTINS
CURSO SUPERIOR BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

THALES FERRAZ TAVARES

**USO DE DUAS FONTES DE FOSFATO NATURAIS REATIVOS E UMA FONTE DE
FOSFATO SOLÚVEL NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DE *UROCHLOA*
BRIZANTHA CV. MARANDU**

COLINAS DO TOCANTINS – TO

2025

THALES FERRAZ TAVARES

**USO DE DUAS FONTES DE FOSFATO NATURAIS REATIVOS E UMA FONTE DE
FOSFATO SOLÚVEL NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DA *UROCHLOA*
BRIZANTHA CV. MARANDU**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Engenharia Agrônômica da Unidade Colinas do
Tocantins do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Tocantins, como
exigência à obtenção do título de Bacharel, em
Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Esdras Henrique da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

T231u Tavares, Thales Ferraz
 USO DE DUAS FONTES DE FOSFATO NATURAIS REATIVOS E
 UMA FONTE DE FOSFATO SOLÚVEL NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA
 SECA DA UROCHLOA BRIZANTHA CV. MARANDU / Thales Ferraz
 Tavares, Esdras Henrique da Silva. – Colinas do Tocantins, TO, 2025.
 37 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Colinas do Tocantins, Colinas do Tocantins, TO, 2025.

Orientador: Esdras Henrique da Silva

1. Brachiaria Brizantha. 2. Fosfato Natural Reativo. 3. Superfosfato
Triplo. I. Silva, Esdras Henrique da. II. Silva, Esdras Henrique da III. , . IV.
Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

THALES FERRAZ TAVARES

**USO DE DUAS FONTES DE FOSFATO NATURAIS REATIVOS E UMA FONTE DE
FOSFATO SOLÚVEL NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DE *UROCHLOA*
BRIZANTHA CV. MARANDU**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Engenharia Agrônômica da Unidade Colinas do
Tocantins do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Tocantins, como
exigência à obtenção do título de Bacharel, em
Engenharia Agrônômica.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Esdras Henrique da Silva
Orientador
IFTO – *Campus* Colinas do Tocantins

Mestre. Leonardo Batista Sanguinetti
Itafós Fertilizantes

Prof. Dr. Elias Mendes Costa
IFTO – *Campus* Araguatins

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me ajudar a vencer todos os obstáculos encontrados ao longo do curso.

A minha mãe, Flavia chagas Ferraz Tavares; meu pai, Jones Rosa Tavares e meu irmão Bruno Ferraz Tavares, Agradeço muito a Deus por ter eles comigo e pela presença em todos os momentos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Esdras Henrique da Silva, minha sincera gratidão por toda paciência, apoio, dedicação e pela extraordinária orientação.

A todas as amizades que formei durante do curso, por me motivarem, pela ajuda no desenvolvimento do experimento e por compartilharem comigo momentos de alegria e angústia ao longo do curso, dentre as amizades agradeço meus amigos Otavio André, Gustavo Heron que me ajudaram desde a implantação até o final dos experimento.

Aos professores do IFTO *Campus* Colinas do Tocantins pelos conhecimentos compartilhados e por contribuírem com meu desenvolvimento acadêmico e pessoal.

A equipe de funcionários e terceirizados do IFTO *Campus* Colinas do Tocantins, pelo trabalho prestado e papel fundamental no bom funcionamento da instituição.

O Senhor é o meu pastor, nada me faltará

Salmo 23:1

RESUMO

A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, lançada pela Embrapa em 1984, é atualmente a forrageira mais cultivada no Brasil, ocupando cerca de 70 milhões de hectares. Essa gramínea é amplamente utilizada em sistemas de produção pecuária, principalmente em regiões de Cerrado, cujos solos são naturalmente pobres em fósforo (P), nutriente essencial para o desenvolvimento radicular, absorção de água e nutrientes, e, consequentemente, para a produtividade da forrageira. Considerando a baixa disponibilidade natural de fósforo nos Latossolos e a importância da escolha adequada da fonte fosfatada, este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta da Marandu a diferentes fontes de fósforo: Foscal® e Active® (fosfatos naturais reativos) e superfosfato triplo (fonte solúvel). O experimento foi conduzido em uma área total de 165 m², com parcelas de 15 m² cada. A adubação fosfatada foi aplicada em dose única de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em todos os tratamentos adubados, variando apenas a fonte: T1 = 100% Foscal; T2 = 50% Foscal + 50% Superfosfato Triplo; T3 = 100% Active; T4 = 50% Active + 50% Superfosfato Triplo; T5 = 100% Superfosfato Triplo; T6 = sem fósforo (com calcário); T7 = sem fósforo e sem calcário. A produção de forragem foi avaliada ao longo de 15 meses (2024 e 2025), por meio da coleta de amostras em quadros de 1,2 m² no centro das parcelas, respeitando um resíduo de 20 cm. A matéria seca foi determinada em estufa a 65 °C por 72 horas. A avaliação do sistema radicular foi realizada com trado cavadeira (20 cm de profundidade × 18 cm de diâmetro) ao final do período chuvoso dos dois anos. Houve diferença estatística entre os tratamentos para a produção acumulada de matéria seca de forragem (MSF), com destaque para os tratamentos T4 (Active + Superfosfato Triplo) e T5 (Superfosfato Triplo), que produziram, respectivamente, 25.500 kg ha⁻¹ e 22.630 kg ha⁻¹ de MSF, sendo superiores aos demais. Em relação à matéria seca de raízes (MSR), não houve diferença significativa em 2024; no entanto, em 2025, os tratamentos com 100% Foscal® (17.095 kg ha⁻¹) e 100% Active® (16.378 kg ha⁻¹) apresentaram os maiores valores, embora estatisticamente semelhantes aos tratamentos mistos e ao superfosfato triplo isolado.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*, Fosfato Natural Reativo e Superfosfato Triplo.

ABSTRACT

Brachiaria brizantha cv. Marandu, introduced by Embrapa in 1984, is currently the most widely cultivated forage crop in Brazil, occupying approximately 70 million hectares. This grass is widely used in livestock production systems, particularly in Cerrado regions, where soils are naturally low in phosphorus (P), an essential nutrient for root development, water and nutrient absorption, and, consequently, for forage productivity. Considering the low natural availability of phosphorus in Latosols and the importance of choosing the right phosphate source, this study aimed to evaluate the response of Marandu to different phosphorus sources: Foscal® and Active® (reactive natural phosphates) and triple superphosphate (soluble source). The experiment was conducted on a total area of 165 m², with 15 m² plots. Phosphate fertilization was applied in a single dose of 100 kg ha⁻¹ of P₂O₅ in all fertilized treatments, with only the source varying: T1 = 100% Foscal; T2 = 50% Foscal + 50% Triple Superphosphate; T3 = 100% Active; T4 = 50% Active + 50% Triple Superphosphate; T5 = 100% Triple Superphosphate; T6 = without phosphorus (with limestone); T7 = without phosphorus and without limestone. Forage production was evaluated over 15 months (2024 and 2025) by collecting samples in 1.2 m² frames in the center of the plots, respecting a 20 cm residue. Dry matter was determined in an oven at 65 °C for 72 hours. The root system was evaluated with a hole digger (20 cm depth × 18 cm diameter) at the end of the rainy season of both years. There was a statistical difference between the treatments for the accumulated production of forage dry matter (MSF), with emphasis on treatments T4 (Active + Triple Superphosphate) and T5 (Triple Superphosphate), which produced, respectively, 25,500 kg ha⁻¹ and 22,630 kg ha⁻¹ of MSF, being superior to the others. Regarding root dry matter (RSM), there was no significant difference in 2024; however, in 2025, the treatments with 100% Foscal® (17,095 kg ha⁻¹) and 100% Active® (16,378 kg ha⁻¹) presented the highest values, although statistically similar to the mixed treatments and triple superphosphate alone

Keywords: *Urochloa brizantha* cv. Marandu, phosphate fertilizers, reactivity, residual effect, Reactive Natural Phosphate and Triple Superphosphate.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	09
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1 O GENERO BRACHIARIA E SUA IMPORTÂNCIA.....	10
2.2 IMPORTANCIA DO FOSFORO NO MANEJO DAS PASTAGENS.....	11
2.3 ADUBAÇÃO DE COBERTURA.....	12
3 METODOLOGIA.....	14
3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL E IMPLANTAÇÃO.....	14
3.2 CROQUI.....	17
3.3 CONDUÇÃO E AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL.....	20
3.4 COLETA DE RAÍZES E ANÁLISE ESTATÍSTICA	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1 PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DURANTE ANO DE 2024.....	21
4.2 PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DURANTE ANO DE 2025	23
4.3 ACUMULADO DE MATERIA SECA DE FORRAGEM AO LOGO DE 15 MESES DE AVALIAÇÃO (2024 E 2025).....	25
4.4 PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DAS RAÍZES.....	26
4.5 RESULTADO DA ANÁLISE DO SOLO.....	28
5 CONCLUSÕES.....	30
REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

A *Brachiaria* (Syn. *Urochloa*) *Brizantha* cv. Marandu foi lançada pela Embrapa em 1984, sendo a forrageira mais plantada no Brasil nos últimos 30 anos, ocupando cerca de 70 milhões de hectares (Nunes *et al.* 1984). De acordo com a Embrapa essa cultivar é muito utilizada devido sua boa adaptabilidade tanto em solos de alta e média fertilidade e possui boa resistência ao ataque de pragas como a cigarrinhas-das-pastagens. A cultivar Marandu representa cerca de 65% de áreas plantadas com pastagens na região norte (Sá Medica, *et al.*, 2017). Atualmente o sistema de produção de carne bovina tem apresentado uma lotação e ocupação de 0,9 UA (Unidade Animal) por hectare (ABIEC, 2022). Neste cenário, a adubação com nutrientes essenciais, principalmente macronutrientes é imprescindível para obter aumento da produtividade das pastagens cultivadas.

Os solos brasileiros localizados nas regiões de cerrado apresentam baixos teores de fósforos(P) em sua composição mineralógica, este nutriente é muito importante para o desenvolvimento do sistema radicular em profundidade aumentando assim a absorção de água e nutrientes pela planta (Melo *et al.*, 2019). O fósforo desempenha funções na composição de moléculas como o ácido nucléico, membranas fosfolipídicas e adenosina trifosfato (ATP) (Karthikeyan, 2005). Outro ponto a ser destacado sobre os solos arenosos é sua baixa capacidade de retenção de nutrientes, incluindo o fósforo, em função do reduzido teor de argila e matéria orgânica. Essa característica resulta em uma menor capacidade de troca de cátions (CTC) e, conseqüentemente, em menor retenção de fósforo nos colóides do solo. Assim, parte do fósforo aplicado pode ser perdida ou tornar-se indisponível para as plantas, o que leva à necessidade de aplicar doses mais elevadas de fertilizantes fosfatados para garantir a nutrição adequada das culturas, (Roy *et al.*, 2016; Sousa; Lobato, 2004b). Entretanto, a fabricação de fertilizantes fosfatados no Brasil não consegue suprir toda a demanda interna, (Schueler; Dourado; Rizzo, 2019).

Os fertilizantes fosfatados podem ser diferenciados pelo potencial de solubilidade, podendo variar de acordo com cada tipo de solo. Os fertilizantes fosfatados solúveis em alguns tipos de solo são mais utilizados em pastagem por serem mais eficientes e terem uma liberação mais rápida (imediate) de P_2O_5 para a planta. Ao contrário dos fosfatos solúveis os fosfatos naturais possuem uma liberação mais lenta do elemento fósforo no solo, ficando um residual que vai sendo disponibilizado gradualmente ao longo dos anos (Nicchio, 2018; Santos *et al.*, 2012). Essa característica torna os fosfatos naturais uma boa opção para adubação de cultivos perenes como as pastagens. Os fosfatos naturais reativos trazem importantes benefícios ao solo,

como o aumento da área de superfície específica, que melhora o contato com as composições do solo. Eles liberam fósforo e cálcio de forma gradual, gerando efeitos residuais, e têm uma granulometria que permite uma distribuição uniforme. Além disso, são compatíveis com outros produtos e podem ser usados em todos os tipos de solo. (Almeida et al., 2022). As fontes fosfato natural reativo (FNR), são bastante acessíveis na região do Cerrado nas regiões do Tocantins nas cidades de Arraias e Taipas. Segundo Ferreira et al., 2008; Gholizadeh et al., 2009 a origem das rochas que contêm fosfato é sedimentar por aparentar ser mais reativa, ou seja, quando são comparadas às de origem da rocha ígnea. Além disso a qualidade e a quantidade de fósforo do fosfato está ligada diretamente com o material de origem, interferindo nos teores de fósforo. Neste cenário o objetivo desse trabalho foi avaliar a resposta de diferentes fosfatos naturais reativos em comparação ao superfosfato triplo no cultivo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O Gênero *Brachiaria* e sua importância

A *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu é advinda de uma coleta de germoplasmas têm sido fundamentais para as gramíneas do gênero *Brachiaria*, (Keller-Grein, et al., 1996). O mesmo autor afirma que antes de 1984, existia uma coleção mundial bastante limitada, com aproximadamente 70 acessos de diferentes espécies ou linhagens que foram coletadas e estão disponíveis para serem estudadas ou cultivadas. Entre 1984 e 1985, o CLAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) realizou uma ampla coleta em países do leste africano, reunindo cerca de 700 acessos de 24 espécies de *brachiarias*, sendo que parte dessa coleção foi importada pela Embrapa (1997). Atualmente, muitos desses materiais estão em avaliação, especialmente na Embrapa Gado de Corte e na Embrapa Cerrados, onde diversas linhas de pesquisa buscam identificar os acessos superiores e aqueles que apresentam características desejáveis, (Valle e Miles 1994). A *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu é uma das forrageiras mais utilizadas, principalmente em solos com bioma cerrado Brasileiro, por sua extraordinária adaptação aos solos com baixa fertilidade (Andrade, 1994; Valério, 2009). O Marandu apresenta ótima produtividade e qualidade da forragem, possui capacidade de competição com plantas daninhas além de ter boa resposta a adubação (Costa et al., 2009). A produção de bovinos no Brasil a pasto é a forma mais barata no mundo de produzir carne e leite, assim as pastagens brasileiras têm grande potencialidade para aumentar sua produção. Em 2019 no Brasil havia cerca de

213,68 milhões de bovinos, criados em uma área de 162,5 milhões de hectares, produzindo um total de 4,3@ por hectare Ano (Abiec, 2020). Segundo Machado et al., (2010) o sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), utiliza a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu como forrageira implantada para a produção de palha para se fazer o sistema de plantio direto ou como na formação de pastagens, trazendo ao meio ambiente mais sustentabilidade. Segundo Pacheco et al. (2008) as *Brachiarias* têm maior rusticidade e tolerância ao inverno seco, sendo muito usada na safrinha como cobertura de solo em relação aos demais gêneros de forrageiras. A cultivar Marandu se destaca entre os ecótipos de *B. brizantha* por suas características específicas: plantas robustas com afilamento intenso nos nós superiores, pelos na parte apical dos entrenós, bainhas pilosas e lâminas largas com pubescência apenas na face inferior. A face superior é glabra, as margens não são cortantes, a raque não tem pigmentação arroxeadada e as espiguetas apresentam cerdas no ápice, (Valls & Sendulsky, 1984).

2.2 Importância do Fósforo no Manejo das Pastagens

O fósforo foi isolado pela primeira vez em 1669 pelo alquimista alemão Henning Brandt, que obteve o elemento ao evaporar grandes quantidades de urina humana; (Loureiro et al., 2008). Apenas um século depois, o químico sueco Gahn identificou a presença do fósforo nos ossos e; dez anos mais tarde, no mineral piromorfita mais conhecido como fosfato de chumbo; (Monte et al., 2008). Foi em 1840 que o químico alemão Justus von Liebig estabeleceu a base científica para a produção de ácido fosfórico, (Nascimento et al., 2008). Em 1842, o fazendeiro inglês Bennet Lawes registrou uma patente para um método de acidulação de nódulos fosfatados (coprólitos) e nomeou esse produto de superfosfato, denominação que permanece em uso atualmente; (Loureiro et al., 2008). O fósforo é um nutriente que desempenha uma série de processos na fisiológicos na planta, desde a produção na transferência de energia até a sua reprodução, dessa forma sendo indispensável para a formação das proteínas, divisão celular, fotossíntese e armazenamento de energia, (POTAFOS, 2005).

A utilização do fosfato como fertilizante na antiguidade teve início por civilizações como a egípcia, que aplicavam cinzas vegetais e outros materiais ricos em fósforo para melhorar a quantidade do solo (Monte, et al., 2008). Contudo, a produção em larga escala de fosfatos naturais começou no século XIX, desde então o uso de fertilizantes à base de fosfato cresceu consideravelmente, especialmente no século XX, quando práticas agrícolas modernas foram adotadas para aumentar a produtividade dos cultivos das plantações, (Loureiro, et al., 2008).

Os macro nutrientes mais utilizados na agricultura são o nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), contudo, os fertilizantes a base de fósforo, potássio e nitrogênio podem influenciar no pH do solo e a produtividade da forrageira. O nitrogênio e o fósforo são limitados de acordo com a elevação da saturação do alumínio que reduz a produtividade do pasto comprometendo que o rebrote seja mais rápido. No entanto as limitações de nutrientes vão ocorrer tanto na implantação até a manutenção, com a elevação da taxa de fixação de fósforo e a alta retenção de íon fosfato pelos óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio (Porto et al., 2012; Rezende et al., 2011; Sousa et al., 2016). Novamente o fósforo juntamente com o nitrogênio são responsáveis por evitar a degradação em pastagens, além de fazer a sua recuperação (Duarte et al., 2019).

Segundo os autores Malavolta, (2006); Nicchio, (2015); Pinto, (2012), solos brasileiros geralmente possuem baixos teores de fósforo disponível no solo, devido às reações de sorção que ocorrem entre íons em solução e a fase sólida do solo, como matéria orgânica e minerais. Os mesmos autores afirmam que reações variam em intensidade e são classificadas em adsorção, fixação e precipitação, formando o complexo de sorção. Nicchio (2018) conduziu um experimento testando diferentes fontes de P_2O_5 indicou que a combinação de superfosfato triplo com fosfato de baixa reatividade é eficiente para elevar os níveis de fósforo. Porém o mesmo autor relata que o fosfato monoamônico (MAP) e o superfosfato simples (TSP), devido à sua alta solubilidade, liberam fósforo rapidamente após o plantio, ao serem misturados com fontes menos solúveis, possibilitam uma liberação do nutriente por um período mais extenso.

As fontes de fósforo com elevada solubilidade têm haver com o tratamento recebido, quando a rocha fosfórica é tratada com ácido sulfúrico há aumentou no preço do fertilizante, dessa forma limitando o uso pelos produtores, forçando buscar fontes alternativas ricas nesse nutriente de fosfato natural. (Bolan; White; Hedley, 1990; Stamford et al., 2007).

O fosfato natural se origina de depósitos minerais que contêm P_2O_5 , principalmente na forma de apatita, um mineral que é composto por fosfato de cálcio (Loureiro, et al., 2008), estes depósitos foram formados ao longo de milhões de anos por processos geológicos, como sedimentação e transformação de rochas (Nascimento et al., 2008).

No estado do Tocantins há várias fontes de fosfatos naturais, dentre as quais se destacam os fosfatos comercializados pelas empresas Itafos e Rialma. O fosfato natural reativo da Itafos é comercializado pelo nome de I-Active®. A proporção de fósforo deste produto é de 12 a 15%, sendo que acima de 80% deste quantitativo será disponibilizado de imediato 5,88% solúvel (Ac. Cítrico 2%), além de possuir 13% de cálcio e 14% de silício com três anos disponibiliza 88% de P. Este produto tem disponibilidade de concentrações de macro e micronutrientes presentes em sua composição. O I-Active pode ser utilizado em qualquer cultura anual, semi-perenes e perenes, com uma ótima eficiência e baixo custo de fósforo para construção da fertilidade de solo em aberturas de áreas de pastagens.

O Fosfato Natural Reativo da Rialma Fertilizantes é comercializado pelo nome de Foscal PRO® possuindo vários benefícios como um feito condicionador no solo, trazendo maior desenvolvimento de raízes, ampliando o perfil de solo, aumentando a disponibilidade dos demais nutrientes, estimula a atividade microbiana do solo, fazendo que a planta tenha maior resistência a estresse hídrico. Este produto tem a existência de macro e micronutrientes presentes em sua composição, possui de 80 a 100 kg.T⁻¹ de fósforo, sendo 30% de liberação imediata para a planta, possui cerca de 100 kg.T⁻¹ de cálcio, 300 kg.T⁻¹ de silício, 20 kg.T⁻¹ de potássio, 10 kg.T⁻¹ de magnésio e 2 kg.T⁻¹ de Manganês.

O superfosfato triplo (STP), é um fertilizante mineral fosfatado obtido pela solubilização de rochas fosfáticas, como fosforitas e apatitas, com a utilização de ácido fosfórico. O produto resultante é um composto, geralmente na forma granular, que contém em média 41% de fósforo e cerca de 11% de cálcio.

2.3 Adubação de Cobertura

A fonte que mais tem sido usada na manutenção de adubação da planta forrageira é a nitrogenada, que é responsável pela formação de proteínas, enzimas, moléculas de DNA e RNA, e moléculas de clorofila (Costa et al., 2006). O autor Cecato et al, (2004) testando adubação nitrogenada na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu aumentou a produção de massa seca e verde de lâmina foliar durante o verão, trazendo resultado com 400 kg por hectare de nitrogênio. A elevação do nível de nitrogênio (N) no solo através da fertilização é uma das estratégias para aumentar a produtividade das pastagens, especialmente quando as plantas forrageiras mostram uma boa resposta quando é adicionado N. Diversos trabalhos relatam a importância da adubação nitrogenada na morfogênese e no perfilhamento das espécies forrageiras (Pearse & Wilman, 1984; Alexandrino, 2000; Garcez Neto et al., 2001).

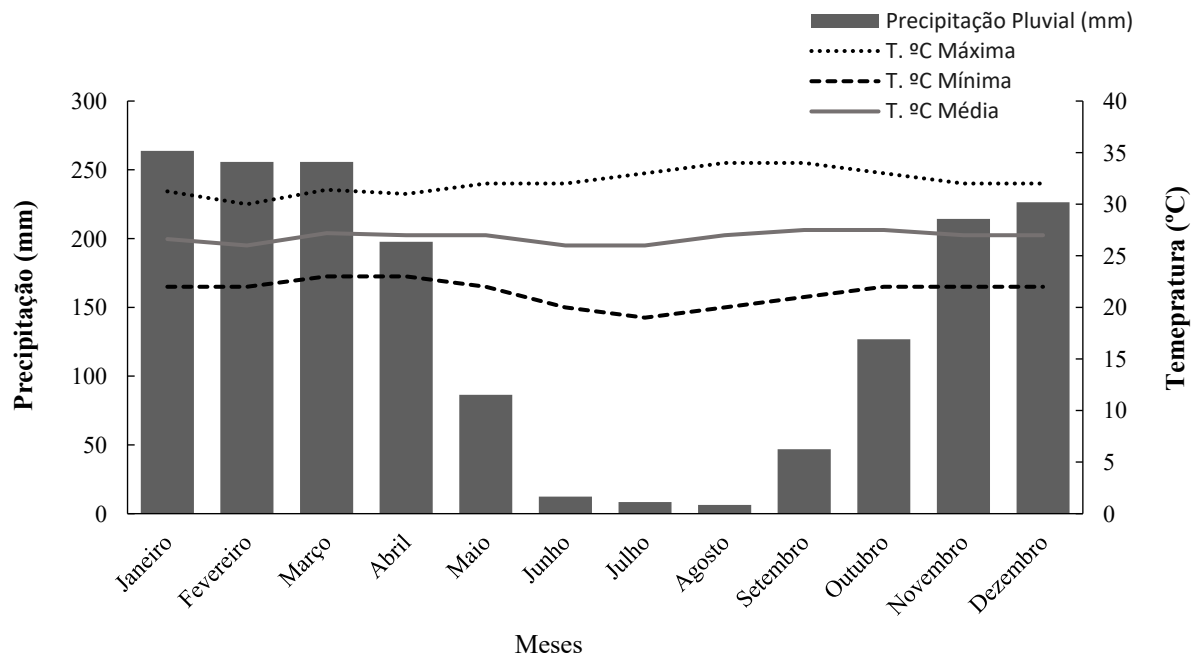
3 METODOLOGIA

3.1 Localização da Área Experimental e Implantação



O experimento foi realizado na fazenda do Instituto Federal do Tocantins, no município de Colinas do Tocantins (TO), Brasil, que possui a seguinte localização geográfica: 8°05'24"" de latitude Sul e 48° 28'78"" de longitude Oeste, e uma altitude de 227 metros. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Aw – clima tropical com estação seca de inverno (Alvares *et al.*, 2013). No período da condução do experimento, devido ao mau funcionamento da estação meteorológica automática A049 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada a 200 metros da área experimental, foi feito a média de precipitação, temperatura máxima e mínima das séries históricas de 30 anos (1991-2020) das cidades de Araguaína-TO e Pedro Afonso – TO para representar os dados climatológicos da área do experimento (figura 1).

Figura 1 – Médias da precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima ao longo de 30 anos (1991 - 2020).



Fonte: INMET (2025).

O solo é classificado como Neossolo Quartzarênico; suas características químicas da camada de 0-20 cm, no início do experimento, foram: pH em $\text{CaCl}_2 = 5,5$; matéria orgânica = 1,4 %; $\text{P Mehlich}^{-1} = 2,6 \text{ mg.dm}^{-3}$; $\text{K} = 0,05 \text{ Cmolc.dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 1,2 \text{ Cmolc.dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 0,6 \text{ Cmolc.dm}^{-3}$; $\text{CTC}_t = 3,65 \text{ Cmolc.dm}^{-3}$; $\text{V} = 51 \%$; já as características físicas do solo foram: areia = 82,5%; argila = 12,5 %; silte = 5,0%.

O experimento foi conduzido do dia 09 de dezembro de 2023 até o dia 27 de maio de 2025. Em todos os tratamentos do experimento que recebeu adubação fosfatada foram colocados 100 kg de P_2O_5 variando apenas as fontes usadas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com sete tratamentos e quatro repetições totalizando 28 parcelas. Os tratamentos usados foram T1= 100% Foscal com 1.666 g/parcela; T2= 50% Foscal com 833 g/parcela + 50% Superfosfato Triplo com 405 g/parcela; T3= 100% Active com 1.248 g/parcela; T4= 50% Active com 624 g/parcela + 50% Superfosfato Triplo com 405 g/parcela; T5= 100% Superfosfato Triplo com 810 g/parcela; T6= Sem Fosforo; T7= Sem Fosforo e sem Calcário. A área total do experimento é de 165 m² (41m x 15m), cada parcela possui 3 metros de comprimento e 5 m de largura totalizando 15m². A calagem da área foi feita dia 17 de setembro de 2023 com aplicação de 5 toneladas de calcário dolomítico por hectare e três dias após foi feito a incorporação do calcário. Dia 15 de novembro realizou a

aplicação das diferentes fontes de fósforo nas respectivas parcelas e posteriormente foi feita a incorporação com uma grade de 30 polegadas.



3.2 Croqui do Experimento

T1		T2 3x5		T3		T4		T5 15m ²		T6		T7
1m												
T3		T6		T5		T4		T1		T2		T7
T5		T2		T4		T1		T6		T3		T7
T1		T6		T3		T2		T5		T4		T7

Fonte: autoria própria.

3.3 Condução do Experimento

No dia 9 de dezembro foi feito o plantio da forrageira, este foi realizado de forma manual e para abertura dos sulcos de plantio foi usado um sulcador manual, cada parcela continha 7 linhas com espaçamento de 40 centímetros entre linhas, os cálculos para realizar a semeadura foram utilizando 280 gramas de sementes puras viáveis por hectare, assim cada parcela recebeu 10 gramas ou 6 kg. ha⁻¹ de sementes puras que foram distribuídas nos sulcos de plantio feitos com auxílio de um sulcador de metal com quatro barras com distância de 40 cm de uma para a outra. Setenta dias após o plantio realizou-se a primeira avaliação da massa de forragem. Para avaliar a massa de forragem utilizou-se um quadro de 1,2 m² (1,2 m x 1,0) que era posicionado no centro da parcela, toda forragem dentro do quadro era coletada (respeitando o resíduo de 20 cm) e colocada dentro de um saco plástico que foi enviada para o laboratório. No laboratório foi feita a pesagem do material e retirava-se uma amostra de 200 g para determinação da matéria seca da forragem, que era realizada em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas. Logo após feita a padronização de todas as parcelas e foi realizada retirada de toda forragem. Foram realizadas adubações de cobertura ao longo do experimento, foram fornecidos 120 kg.ha⁻¹

¹ de nitrogênio e de potássio por meio da fonte ureia e cloreto de potássio para as plantas nas safras 2023/2024 e 2024/2025, sendo divididas em três aplicações de 40 kg.ha⁻¹. No ano de 2024 houve sete corte ao longo do ano e no ano de 2025 houve cinco corte, dessa forma totalizando doze cortes ao longo de dezessete meses. As avaliações foram feitas assim que a média da altura dos tratamentos chegasse a 40 cm.







3.4 Coleta de Raízes e Análise Estatística

Também foi realizado a quantificação das raízes de 0 a 20 cm no final do período chuvoso, nesta avaliação utilizou-se um trado tipo cavadeira com dimensões de 20 cm de comprimento e diâmetro de 18 cm. Todo volume de solo retirado era peneirado para separação das raízes. Em seguida fez a lavagem das raízes e aferiu sua matéria como já mencionado. Todos os dados de massa seca de forragem e massa seca de raiz foram extrapolados para um hectare. Os dados foram submetidos a análise de variância e para a comparação das médias realizou-se o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Speed stat 2.7 (Carvalho et al., 2020).





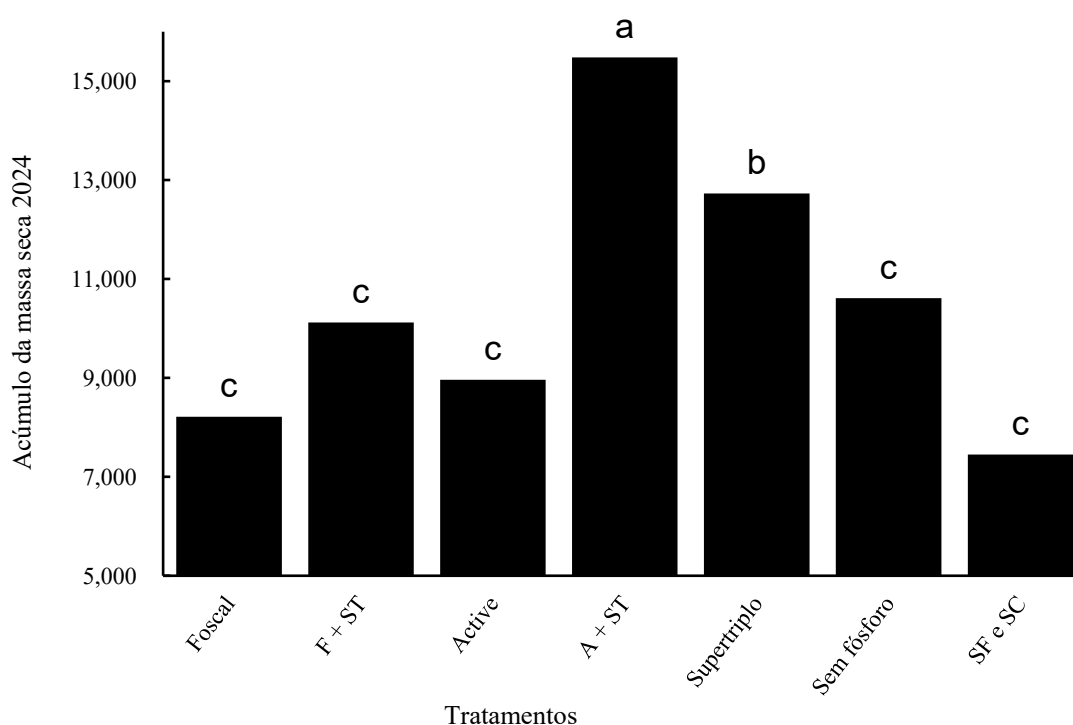
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção de Matéria Seca Durante Ano de 2024

Para os resultados de acúmulo de massa seca de forragem (AMSF) da parte aérea no primeiro ano de avaliação (2024) houve diferença estatística entre os tratamentos (figura 1). Analisando a figura 1 verifica-se que o tratamento que recebeu a mistura do fosfato solúvel superfosfato triplo mais o fosfato natural Active (A+SPT) no primeiro ano de avaliação foi o tratamento que obteve maior AMSF ($15.481 \text{ kg AMSF.ha}^{-1}$), sendo estatisticamente superior

aos demais tratamentos. Na sequência, o tratamento que recebeu apenas superfosfato triplo (SPT) obteve a segunda maior produção de AMSF (12.730 kg AMSF.ha⁻¹), sendo estatisticamente inferior ao tratamento A+SPT, porém superior aos demais. Observa-se na figura 1 que os tratamentos que receberam como fonte de fósforo apenas as fontes de fosfato natural (Foscal[®] e Active[®]) juntamente com tratamento que não recebeu fósforo e nem calcário (SF e SC) produziram os menores valores de AMSF, porém não diferiram estatisticamente dos tratamentos que recebeu fósforo com os produtos em mistura de Foscal[®] mais superfosfato triplo e o tratamento que não foi aplicado fósforo, mas foi realizado a calagem.

Figura 01 – Acúmulo total de massa seca de forragem *B. brizantha* cv. Marandu no primeiro ano de cultivo (2024) submetido a duas fontes de fosfato natural, uma fonte de fosfato solúvel (superfosfato triplo) e a mistura dos fosfatos naturais com a fonte de fosfato solúvel.



Foscal[®] – Produto comercial a base de fosfato natural; F + ST – Foscal[®] mais superfosfato triplo; Active[®] – Produto comercial a base de fosfato natural; A + ST – Active[®] mais superfosfato triplo; Supertriplo – Superfosfato triplo; S. fósforo – Sem adição de fósforo; SC e SP – Sem adição de calcário e sem adição de fósforo. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Na implantação e no estabelecimento da forragem há necessidade de ter fósforo disponível no solo, principalmente em solos com baixo teor deste elemento. Para a implantação de forrageiras exigentes em nutrientes (*Panicum* e *Cynodon*) as doses de fósforo exigida podem atingir 200 Kg P₂O₅ ha⁻¹ (Cabral *et al.*, 2020). Toscani e Campos (2017) mostram que rochas fosfatadas são fontes valiosas de macronutrientes, como fósforo (P) e cálcio (Ca), e contêm minerais com estrutura 2:1. Além disso, quando aplicadas em solos cujo pH foi ajustado por

calagem, os resultados obtidos são melhores do que os alcançados com fertilizantes solúveis. O fósforo representa uma parcela onerosa no custo da adubação de implantação da pastagem, assim, o uso de fontes de fosfato natural reativo (FNR) pode ser uma forma de reduzir custos, haja vista que este insumo pode ser encontrado com preços menores quando se faz a conversão do preço por quilo de P_2O_5 . Entretanto, o FNR é um fertilizante com baixa disponibilidade inicial de fósforo e solubilização gradativa por meio da acidez. Sabendo disso, nos solos com baixo teor de fósforo o uso de FNR pode limitar o estabelecimento da pastagem, o que provavelmente ocorreu nos tratamentos em que foram usados como fonte de fosforo apenas os FNR. Estranhamento o tratamento que recebeu Foscal® mais superfosfato triplo (F+ST) obteve baixa produção de AMSF, pois o esperado era que a fonte de superfosfato triplo disponibilizasse de imediato quantidade de fósforo necessário para a formação e estabelecimento da pastagem. Provavelmente neste tratamento houve uma inibição da assimilação do fósforo disponibilizado.

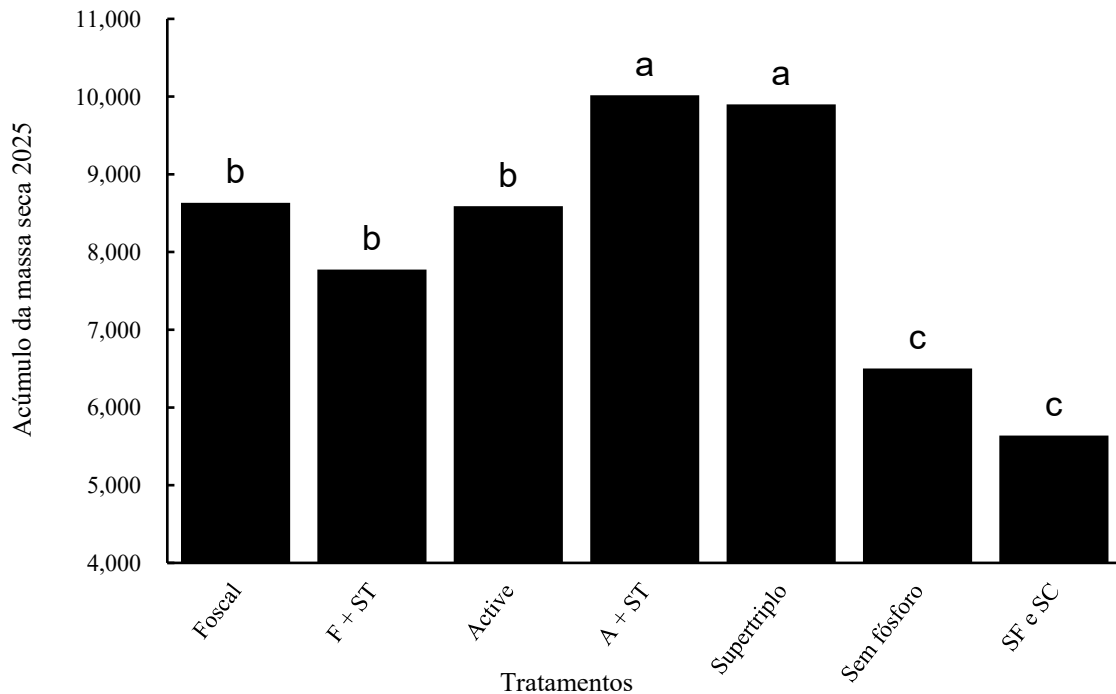
4.2 Produção de Matéria Seca Durante Ano de 2025

Para os resultados de acúmulo de matéria seca de forragem (AMSF) no ano de 2025 (figura 2) houve diferença estatística entre os tratamentos, ou seja, a produção de AMSF foi influenciada pelas fontes de fósforo utilizada. Analisando a figura 2 verifica-se que os tratamentos que receberam a mistura do fosfato solúvel superfosfato triplo mais o fosfato natural Active (A+ST) e o tratamento que recebeu apenas superfosfato triplo (supertriplo) foram estatisticamente superiores aos demais tratamentos na produção de AMSF, produzindo respectivamente as quantidades de $10.017 \text{ kg AMSF.ha}^{-1}$ e $9.900 \text{ kg AMSF.ha}^{-1}$.

Diferente do que ocorreu no ano de 2024 (figura 1), no ano de 2025 (figura 2) os tratamentos que receberam FNR como fonte de fósforo foram estatisticamente superiores aos tratamentos que não receberam fósforo, porém novamente inferior, estatisticamente, aos tratamentos A+SPT e ao Supertriplo. Este resultado evidencia que no segundo ano de cultivo com a diminuição do pH há a liberação de fósforo no sistema, porém, ao que parece, a quantidade de fósforo liberada foi insuficiente para produzir próximo de 10 toneladas de AMSF.

Os tratamentos que receberam a mistura A + ST e apenas Supertriplo produziram aproximadamente 53% e 77% mais AMSF respectivamente que os tratamentos que recebe calagem, mas não recebeu fósforo (sem fósforo) e ao tratamento que não recebeu fósforo e não recebeu calagem (SF e SC), o que demonstra a importância de realizar as práticas corretivas de calagem e fosfatagem.

Figura 02 – Acúmulo total de massa seca de forragem *B. brizantha* cv. Marandu no segundo ano de cultivo (2025) submetido a duas fontes de fosfato natural, uma fonte de fosfato solúvel (superfosfato triplo) e a mistura dos fosfatos naturais com a fonte de fosfato solúvel.



Foscal® – Produto comercial a base de fosfato natural; F + ST – Foscal® mais superfosfato triplo; Active® – Produto comercial a base de fosfato natural; A + ST – Active® mais superfosfato triplo; Supertriplo – Superfosfato triplo; S. fósforo – Sem adição de fósforo; SC e SP – Sem adição de calcário e sem adição de fósforo. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% dentro de cada ano individualmente.

Segundo Costa et al., (2008) estudando em relação a diferentes fontes fosfatadas naturais e solúveis em Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho distroférrico obteve a maior produção de massa seca da parte aérea nos primeiros três cortes foi registrada nos tratamentos de maior solubilidade superfosfato triplo e superfosfato triplo + fosfato reativo de Arad.

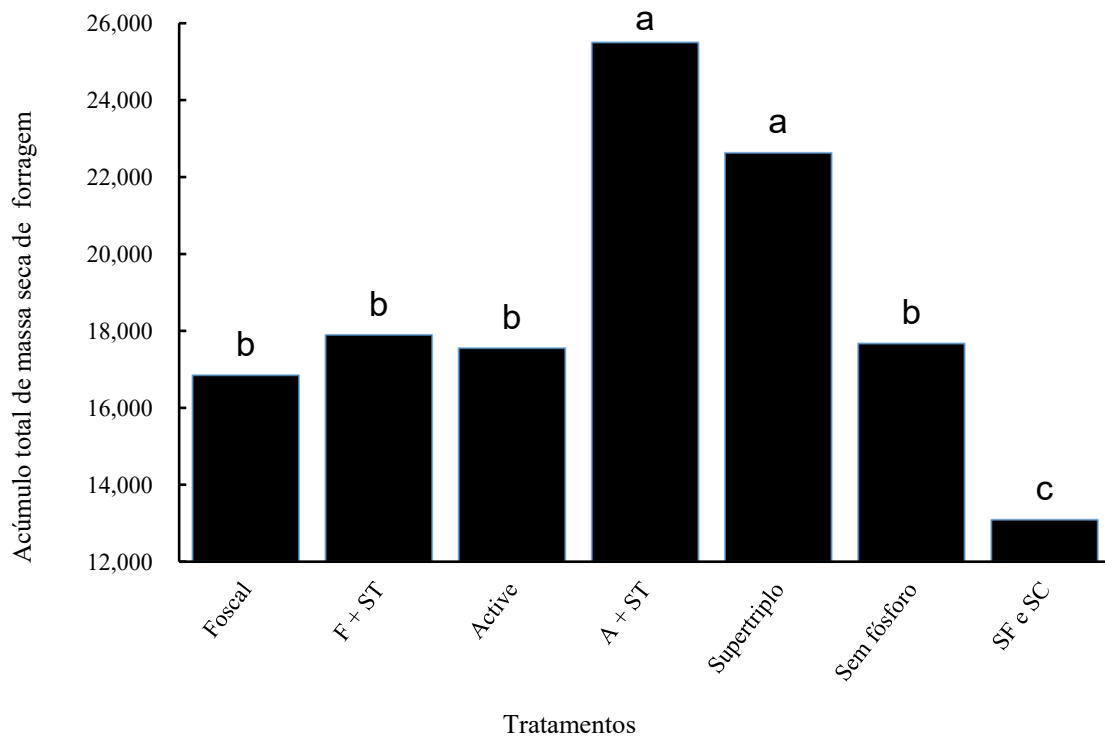
4.3 Acumulado de matéria seca de forragem ao longo de 15 meses de avaliação (2024 e 2025).

Houve diferença estatística entre os tratamentos quando se avaliou a produção acumulada de matéria seca de forragem ao longo de 15 meses de avaliação (2024 e 2025) (figura 3). Novamente os tratamentos que produziram estatisticamente maiores quantidades de AMSF foram a mistura de superfosfato triplo + Active (ST+A) e apenas Superfosfato Triplo (ST). Ao longo dos 15 meses de avaliação o tratamento ST+A produziu um acumulado de 25.500 kg de MSF ha⁻¹, enquanto o tratamento ST produziu 22.630 kg MSF ha⁻¹. Quando se utilizou a mistura de ST+A houve um incremento no AMSF de 45% em relação ao uso apenas do produto comercial Active[®], o que demonstra a importância do uso de uma fonte solúvel no sistema. Mesmo o tratamento ST+A não diferindo estatisticamente do tratamento ST, aquele tratamento produziu 3.000 kg a mais de MSF em relação a este tratamento, o que leva a inferir que há um efeito sinérgico entre o produto comercial Active[®] quando usado em mistura com o produto Superfosfato triplo.

A mistura dos produtos Foscal[®] mais superfosfato triplo não diferiu estatisticamente do tratamento que utilizou apenas o produto Foscal[®]. Este resultado é inesperado, pois a fonte solúvel usada não potencializou o FNR, demonstrando que provavelmente há um efeito antagônico entre os dois produtos.

O tratamento que recebeu a aplicação de calcário, porém não recebeu fósforo (sem fósforo), produziu estatisticamente igual aos tratamentos em que se utilizou apenas os FNR e a mistura do produto produtos Foscal[®] mais superfosfato triplo, provavelmente isso ocorreu devido ao efeito residual do elemento fósforo que existia no solo. Provavelmente, a quantidade de fósforo que havia no solo foi suficiente para permitir o estabelecimento da forrageira e a proporcionou neste período de 15 meses uma produção de MSF satisfatória. Já o tratamento que não recebeu fósforo e não recebeu calcário foi estatisticamente inferior aos demais tratamentos, ou seja, a não correção do solo com calcário diminui em 35% a produção de MSF.

Figura 03 – Acúmulo de massa seca de forragem *B. brizantha* cv. Marandu em dois anos de cultivo (2024 e 2025) submetido a duas fontes de fosfato natural, uma fonte de fosfato solúvel (superfosfato triplo) e a mistura dos fosfatos naturais com a fonte de fosfato solúvel.



Foscal® – Produto comercial a base de fosfato natural; F + ST – Foscal® mais superfosfato triplo; Active® – Produto comercial a base de fosfato natural; A + ST – Active® mais superfosfato triplo; Supertriplo – Superfosfato triplo; S. fósforo – Sem adição de fósforo; SC e SP – Sem adição de calcário e sem adição de fósforo. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%

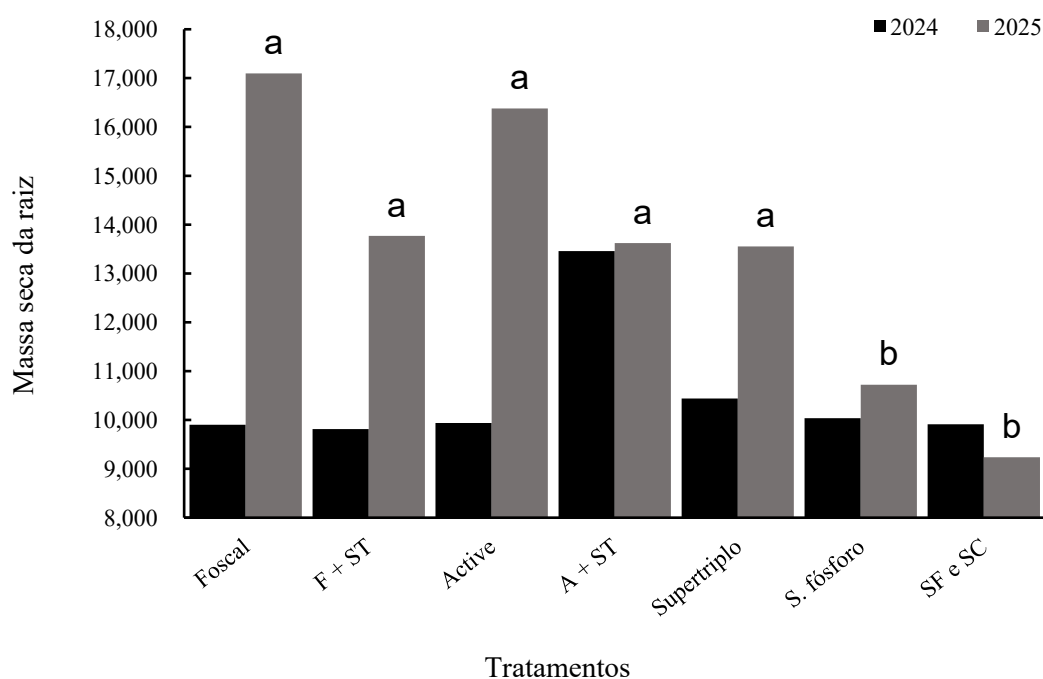
Segundo Maciel et al (2008), avaliando fontes de superfosfato triplo (ST) e superfosfato triplo+fósforo reativo de Arad (ST+FR), em todos os cortes, a produção de MSPA foi superior no NQ, que é um solo com baixa capacidade de adsorção de fosfatos devido ao seu reduzido teor de óxidos de Fe e Al na composição mineralógica.

4.4 Produção de Massa Seca de Raiz

A produção de massa seca de raiz foi estatisticamente igual em todos os tratamentos na avaliação realizada em 2024, porém houve diferença estatística na avaliação realizada no ano de 2025 (figura 4). No ano do estabelecimento da cultura o tratamento A+SPT produziu 13.457 kg de massa seca de raiz por hectare (MSR ha⁻¹), embora não houve diferença estatística, este tratamento aportou 3.000 Kg a mais de massa seca de raiz no solo em relação aos demais

tratamentos. Já no ano de 2025, o cenário foi diferente, pois a maior produção de matéria seca de raiz foi encontrada nos tratamentos que usaram os fosfatos naturais reativos Foscal® (17.095 kg MSR ha⁻¹) e Active® (16.378 kg MSR ha⁻¹), porém não diferiram dos tratamentos F+ST, A+ST e Supertriplo, que produziram respectivamente 13.769 kg MSR ha⁻¹, 13.623 kg MSR ha⁻¹ e 13.552 kg MSR ha⁻¹. Os tratamentos A+ST, sem fósforo e sem fósforo e sem calcário não tiveram grandes variações no valor de MSR nos dois anos de avaliação. A quantidade de MSR fixada ao solo do tratamento que possuíam apenas o FNR Foscal® foi 72% maior na avaliação do segundo ano (2025) em relação a avaliação do primeiro ano (2024), já no tratamento que recebeu apenas Active® a quantidade de MSR no segundo ano foi 65% a mais do que a do primeiro ano. Estes resultados provavelmente estão relacionados com a maior disponibilidade de fósforo no segundo ano pelos FNR usados, o que proporcionou um maior crescimento do sistema radículas da planta.

Figura 04 – Avaliação da massa seca de raiz de *B. brizantha* cv. Marandu nos anos de 2024 e 2025 submetido a duas fontes de fosfato natural, uma fonte de fosfato solúvel e a mistura dos fosfatos naturais com o fósforo solúvel.



Foscal® – Produto comercial a base de fosfato natural; F + ST – Foscal® mais superfosfato triplo; Active® – Produto comercial a base de fosfato natural; A + ST – Active® mais superfosfato triplo; Supertriplo – Superfosfato triplo; S. fósforo – Sem adição de fósforo; SC e SP – Sem adição de calcário e sem adição de fósforo. Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% no ano de 2025.

Segundo Dias et al., (2015), testando diferentes combinações de fosfato natural reativo e superfosfato simples não geraram um aumento na produção de matéria seca das raízes, sendo que não mostrou diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos FN, FN + SS e SS quando comparados ao controle.

4.5 RESULTADO DA ANÁLISE DO SOLO

Na tabela 1 pode-se observar os resultados da análise de solo realizada 17 meses após o plantio (tabela 1). Como foi feito apenas uma análise composta por tratamento não há como submeter os dados a análise estatística, porém com os resultados das análises pode-se inferir que a maior disponibilidade de nutrientes proporcionadas por determinados tratamentos pode ter influenciado na maior ou menor produção de matéria seca de forragem.

Quando se analisa os dados da tabela 1, observa-se que o menor valor do pH do solo (4,39) é encontrado no tratamento que não recebeu calcário e nem fósforo (SC e SP), já o maior valor de pH (6,20) foi do tratamento que recebeu calcário, porém não recebeu fósforo (S. fósforo).

Tabela 01 – Análise de solo realizada 17 meses após a instalação do ensaio

Determinação	Unidade	Foscal	F+ST	Active	A +ST	Supertriplo	S. fósforo	SC e SP
pH CaCl ₂	-	4,94	5,61	4,84	5,11	4,92	6,20	4,39
Ca+Mg		1,40	2,33	1,14	1,51	1,09	3,53	0,83
P (meh)	mg.dm ⁻³	2,19	0,86	1,61	1,00	0,86	0,74	2,17
P (res)	mg.dm ⁻³	2,90	3,00	2,70	2,70	1,90	2,50	1,90
K	cmol.c.dm ⁻³	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05
K(NH ₄ Cl)	mg/dm ⁻³	13,30	12,90	10,40	8,96	10,30	15,40	18,40
Ca	cmol.c.dm ⁻³	1,00	1,48	0,81	1,01	0,80	2,36	0,65
Mg	cmol.c.dm ⁻³	0,40	0,85	0,33	0,50	0,29	1,17	0,18
Al	cmol.c.dm ⁻³	0,1	0,1	0,1	0,00	0,1	0,1	0,4
H + Al	cmol.c.dm ⁻³	2,86	1,55	2,70	2,15	2,58	1,38	3,63
Na	mg.dm ⁻³	3,56	3,49	1,58	2,11	3,62	4,07	2,42
Cu	mg.dm ⁻³	0,25	0,16	0,30	0,53	0,21	0,10	0,10
Fe	mg.dm ⁻³	144,60	126,50	112,00	144,00	224,70	131,70	124,30
Mn	mg.dm ⁻³	5,43	3,55	2,85	4,17	4,95	5,57	3,74
Zn	mg.dm ⁻³	1,32	1,39	2,50	2,52	1,32	0,82	0,99
SB	cmol.c.dm ⁻³	4,99	5,85	2,75	3,64	4,74	7,64	3,3
CTC _T	cmol.c.dm ⁻³	4,29	3,91	3,87	3,68	3,70	4,95	4,51
H+Al/CTC	cmol.c.dm ⁻³	66,67	39,64	69,77	58,42	69,73	27,88	80,49
V	%	33,33	60,36	30,23	41,58	30,27	72,12	19,51
M	%	6,5	4,1	7,9	0,0	8,2	2,7	31,3
Ca/T	%	23,31	37,85	20,93	27,45	21,62	47,68	14,41
Mg/T	%	9,32	21,74	8,53	13,59	7,84	23,64	3,99
K/T	%	0,70	0,77	0,78	0,54	0,81	0,81	1,11
Ca/Mg	-	2,50	1,74	2,45	2,02	2,76	2,02	3,61
Ca/K	-	33,33	49,33	27,00	50,50	26,67	59,00	13,00
Mg/K	-	13,33	28,33	11,00	25,00	9,67	29,25	3,60
Ca+Mg/K		46,67	77,67	38,00	75,50	36,33	88,25	16,60

Foscal® – Produto comercial a base de fosfato natural; F + ST – Foscal® mais superfosfato triplo; Active® – Produto comercial a base de fosfato natural; A + ST – Active® mais superfosfato triplo; Supertriplo – Superfosfato triplo; S. fósforo – Sem adição de fósforo; SC e SP – Sem adição de calcário e sem adição de fósforo

Este resultado deixa evidente há necessidade de se fazer uma correção da acidez do solo, pois quando está não é corrigida, como ocorreu no tratamento SC e SF além do pH não está ideal, os valores de saturação por base está baixo (19,51%) e os valores de hidrogênio mais alumínio estão altos. Segundo Freiria et al., (2008) e Barreto et al., (2008) a correção da acidez do solo com calcário (CaCO_3 e MgCO_3) é essencial para aumentar a produtividade das forrageiras, melhorando as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

Ao observa os dados da tabela 1, observa-se que o tratamento F+ST e o tratamento que não recebeu fósforo (S. fósforo) apresentam teores de cálcio superiores aos demais tratamentos, mostrando excesso deste nutriente que pode explicar suas menor produção de massa seca de forragem por hectare (figura 1 e 2). Segundo Malavolta et al. (1997) a presença excessiva de cálcio em relação ao magnésio na solução do solo pode comprometer a absorção de magnésio, enquanto um excesso de magnésio pode interferir na absorção de cálcio.

Ao avaliar fosfatos naturais na cultura do milho foi constatado que o método da resina proporcionou uma melhor discriminação do P_2O_5 disponível no solo (Korndörfer et al. 1999). Quando se usa o extrator Mehlich-1 (H_2SO_4 0,25N $\pm$ FICI 0,05N), que é comum em várias regiões do Brasil, a relação se apresenta de forma inversa. Isso acontece devido à alta acidez do extrator, que dissolve a apatita, como demonstrado em alguns estudos com fosfatos naturais (Komdörfer1978, Goedert & Lobato, 1980).

Segundo Rosseto et al. (2010) o fósforo que as plantas absorvem está na solução do solo. A aplicação de fertilizantes solúveis visa aumentar sua concentração na solução e prevenir sua adsorção pelos colóides do solo, evitando que se torne um fósforo não-lábil.

5 CONCLUSÕES

Os tratamentos que se destacaram e tiveram os melhores resultados de produção de matéria seca no período de 17 meses de avaliação foram o tratamento no qual utilizou como fonte de fósforo apenas o adubo superfosfato triplo e o tratamento no qual foi utilizado a mistura do superfosfato triplo mais o fosfato natural reativo Active®. A massa seca da raiz não teve diferença entre os ensaios com as fontes fosfatadas diferindo apenas dos controles.

REFERÊNCIAS

- Alves, E.; MartinS, D.; Souza, F. H. D. **Seletividade de herbicidas pré-emergentes para gramíneas forrageiras tropicais**. *Planta Daninha*, v. 20, p. 457-464, 2002.
- Brachtvogel, Elizeu Luiz; Savaris, Isabela. **Qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em função do período de contato com fertilizantes**. *PesquisAgro*, v. 5, n. 1, p. 24-40, 2022.
- CABRAL, C. E. A. *et al.* Impactos técnico-econômicos da adubação de pastos. *Nativa*, v. 9, n. 2, p. 173–181, 2021.
- Cabral, Carlos Eduardo Avelino et al. **Resposta da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a fertilizantes nitrogenados associados ao fosfato natural reativo**. *Comunicata Scientiae*, v. 7, n. 1, p. 66-72, 2016.
- COSTA, Sérgio Ely Valadão Gigante de Andrade et al. Growth and nutrition of marandu-grass as a function of phosphorus sources. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, p. 1419-1427, 2008.
- Côrtes, Isabella Hoske Gruppioni et al. *Urochloa brizantha* (Sin. *Brachiaria brizantha*). Jayme, Diogo Gonzaga; Gonçalves, Lúcio Carlos; Ramirez, Matheus Anchieta; Menezes, Rafael Araújo de. **Gramíneas forrageiras tropicais**. Belo Horizonte, MG: FEPE, 2022.
- DIAS, Daniel G. et al. Produção do capim Piatã submetido a diferentes fontes de fósforo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, n. 4, p. 330-335, 2015.
- Franzini, Vinícius Ide et al. Eficiência de fosfato natural reativo aplicado em misturas com superfosfato triplo em milho e soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, p. 1092-1099, 2009.
- Freitas, Roberto José de. **Eficiência agrônômica do fosfato natural de Bonito, MS, em milho, braquiária *ruziziensis* e feijoeiro comum**. 2020.
- GUIMARÃES JÚNIOR, Marim Paulo Alves et al. Relação Ca: Mg do corretivo da acidez do solo e as características agrônômicas de plantas forrageiras. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 14, p. 460-471, 2013.
- Gobbi, K. F. et al. **Massa de forragem e características morfológicas de gramíneas do gênero *Brachiaria* na região do arenito Caiuá/PR**. *Boletim de Indústria Animal*, v. 75, 2018.
- Leite, Almir Junior Alves; de Araújo, Nicolas Oliveira. **Como a adubação variada pode potencializar o crescimento de pastagens**. *Facit Business and Technology Journal*, v. 2, n. 56, 2024.

Loiola Junior, Juraci da Silva. **Características produtivas e estruturais do capim brs zuri (*megathyrsus maximus*) em função de fontes de fósforo.** 2023.

Lopes, Gabriel Henrique Lemes et al. **Produção de *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetida à adubação potássica de estabelecimento.** Revista Campo Digital, v. 13, n. 1, 2018.

Loureiro, Francisco Eduardo Lapidio; Monte, Marisa Bezerra de Mello; Nascimento, Marisa. **Agrominerais-fosfato.** 2008.

Maciel, G. A.; Costa, S. E. G. V. de A.; Neto, Antonio E. F.; FERREIRA, M. M.; Evangelista, A. R. **EFEITO DE DIFERENTES FONTES DE FÓSFORO NA *Brachiaria Brizantha* CV. MARANDU CULTIVADA EM DOIS TIPOS DE SOLOS.** Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science, Goiânia, v. 8, n. 2, p. 227–234, 2007. DOI: 10.5216/cab.v8i2.1345. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/1345>. Acesso em: 29 jun. 2025.

Martins, Marcos Vinicius Rodrigues; Pereira, Carlos Eduardo; Kikuti, Hamilton. **Adubação nitrogenada na implantação de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Humaitá-AM.** Scientia Plena, v. 18, n. 7, 2022.

Machado, Khazuê Ubagai. **Morfogênese de espécies do gênero *Brachiaria* durante as estações do ano.** 2024.

Oliveira, L. O. F. et al. **Adubação de pastagens degradadas.** Archivos de zootecnia, v. 73, n. 284, p. 223-232, 2024.

Pittelkow, Fábio Kempim et al. **Respostas às adubações nitrogenada e potássica em pastagem de *Brachiaria brizantha* formada em consórcio com milho.** Boletim de Indústria Animal, v. 66, n. 2, p. 83-93, 2009.

Pereira, Diogo José Santana. **Estratégias de aplicação de adubação fosfatada no capim marandu.** 2021.

PENTEADO, MI de O. et al. **Determinação de ploidia e avaliação da quantidade de DNA total em diferentes espécies do gênero *Brachiaria*.** 2000.

Primavesi, Ana Cândida et al. **Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio.** Ciência e Agrotecnologia, v. 30, p. 562-568, 2006.

Resende, alvaro vilela de. et al. **fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do cerrado**. Revista brasileira de ciência do solo, v. 30, p. 453-466, 2006.

Rezende, Adauton Vilela de. *et al.* **Características morfofisiológicas da Brachiaria brizantha cv. Marandu em resposta a adubação fosfatada**. Agrarian, [S. l.], v. 4, n. 14, p. 335–343, 2011.

Sodré Fernandes, Andre Luis; Brachtvogel, Elizeu Luiz; Reis, Luis Lessi. **Produção de massa seca, volume radicular e eficiência nutricional de fósforo em Brachiaria brizantha cv. Marandu e Massai (Panicum maximum x P. infestum)**. PesquisAgro, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 32–49, 2020. DOI: 10.33912/pagro.v2i2.582. Disponível em: <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/agro/article/view/109>. Acesso em: 29 jun. 2025.

Vieira, Marlon Anderson Marcondes. **Combinação de fontes de fósforo com diferentes solubilidades no capim-marandu**. 2021. Dissertação (Mestrado, área de concentração em Produção vegetal)- Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/33474/1/Combina%C3%A7%C3%A3oFontesF%C3%B3sforo.pdf>. Acesso em: 30 jun.2025.

Vilela, L.; Martha Junior, G. B.; de Sousa, D. M. G. **Uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. 2020.

APÊNDICE A – Tabela com dados da análise do solo ano de 2024

Tabela 01 – Dados da análise de solo realizada antes da instalação do experimento (anterior) e cinco meses após a instalação do experimento.

Determinação	Unidade	Anterior	Foscal	F+ST	Active	A +ST	Supertriplo	S. fósforo	SC e SP
pH CaCl ₂	-	5,5	5,08	5,60	5,09	5,15	4,97	6,29	4,45
Ca+Mg			2,25	4,25	2,41	3,01	2,34	4,85	1,03
P (meh)	mg.dm ⁻³	2,6	67,09	43,41	5,92	10,61	58,68	17,21	23,23
K	cmolc.dm ⁻³	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
K(NH ₄ Cl)	mg/dm ⁻³		18,42	13,75	16,78	15,43	16,59	21,27	17,88
Ca	cmolc.dm ⁻³	1,2	1,54	3,19	1,61	2,27	1,75	3,57	0,83
Mg	cmolc.dm ⁻³	0,5	0,71	1,06	0,80	0,74	0,59	1,28	0,20
Al	cmolc.dm ⁻³	0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
H + Al	cmolc.dm ⁻³	1,8	2,31	1,50	2,47	2,31	2,58	1,47	3,51
Na	mg.dm ⁻³		1,80	2,40	1,48	2,65	2,19	2,90	1,69
Cu	mg.dm ⁻³	0,3	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Fe	mg.dm ⁻³	16	80,51	71,93	79,53	72,14	72,91	64,72	126,90
Mn	mg.dm ⁻³	0,5	7,76	4,15	4,66	4,74	6,40	4,92	4,96
Zn	mg.dm ⁻³	0,4	1,30	0,49	0,49	0,49	0,82	0,81	0,49
SB	cmolc.dm ⁻³	1,85	4,1	6,69	3,93	5,7	4,57	7,8	2,77
CTC _T	cmolc.dm ⁻³	3,65	4,61	5,79	4,92	5,36	4,96	6,37	4,59
H+Al/CTC	cmolc.dm ⁻³		50,11	25,91	50,20	43,10	52,02	23,08	76,47
V	%	51	49,89	74,09	49,80	56,90	47,98	76,92	23,53
m	%	0	4,2	0,0	3,9	3,2	4,00	2,0	15,60
Ca/T	%	33	33,41	55,09	32,72	42,35	35,28	56,04	18,08
Mg/T	%	16	15,40	18,31	16,26	13,81	11,90	20,09	4,36
K/T	%	1	1,08	0,69	0,81	0,75	0,81	0,78	1,09
Ca/Mg	-	2	2,17	3,01	2,01	3,07	2,97	2,79	4,15
Ca/K	-	24	30,80	79,75	40,25	56,75	43,75	71,40	16,60
Mg/K	-	12	14,20	26,50	20,00	18,50	14,75	25,60	4,00
Ca+Mg/K			45,00	106,25	60,25	75,25	58,50	97,00	20,60

Anterior – Análise feita antes da implantação do ensaio. Foscal[®] – Produto comercial a base de fosfato natural; F + ST – Foscal[®] mais superfosfato triplo; Active[®] – Produto comercial a base de fosfato natural; A + ST – Active[®] mais superfosfato triplo; Supertriplo – Superfosfato triplo; S. fósforo – Sem adição de fósforo; SC e SP – Sem adição de calcário e sem adição de fósforo.

APÊNDICE B – Tabela com dados da análise dos fosfatos naturais reativos Foscal® e Active® utilizados no trabalho.

Tabela 02 – Análise das duas fontes de fosfatos naturais reativos utilizadas.

Determinação	Unidade	Foscal	Active
pH CaCl ₂	-	7,37	5,86
Ca+Mg		9,28	2,93
K	cmol _c .dm ⁻³	0,10	0,07
K(NH ₄ Cl)	mg/dm ⁻³	40,71	28,55
Ca	cmol _c .dm ⁻³	7,74	2,30
Mg	cmol _c .dm ⁻³	1,54	0,63
Al	cmol _c .dm ⁻³	0,0	0,0
H + Al	cmol _c .dm ⁻³	0,91	1,43
Na	mg.dm ⁻³	21,84	7,68
Cu	mg.dm ⁻³	0,20	0,70
Fe	mg.dm ⁻³	39,53	22,08
Mn	mg.dm ⁻³	34,08	33,42
Zn	mg.dm ⁻³	4,92	27,61
CTC _T	cmol _c .dm ⁻³	10,29	4,43
H+Al/CTC	cmol _c .dm ⁻³	8,84	3,9
V	%	91,16	67,72
M	%	0,0	0,0
Ca/T	%	75,22	51,92
Mg/T	%	14,97	14,22
K/T	%	0,97	1,58
Ca/Mg	-	5,03	2,01
Ca/K	-	77,40	40,25
Mg/K	-	15,40	20,00
Ca+Mg/K		92,80	41,86

