



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

DEBORAH CARDOSO DOS SANTOS MOTA

**USO DE DIFERENTES MANEJOS DE ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA E
SEU EFEITO RESIDUAL NA RESPOSTA DO CAPIM-MARANDU (*Urochloa
brizantha* cv. Marandu).**

PALMAS

2026

DEBORAH CARDOSO DOS SANTOS MOTA

**USO DE DIFERENTES MANEJOS DE ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA E
SEU EFEITO RESIDUAL NA RESPOSTA DO CAPIM-MARANDU (*Urochloa
brizantha* cv. Marandu).**

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

Orientador: Dr. Edvaldo Vieira Pacheco Sant’Ana

Coorientador: Me. José Eustáquio Canguçu Leal

PALMAS, TO

2026

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

M917u Mota, Deborah Cardoso Dos Santos
 USO DE DIFERENTES MANEJOS DE ADUBAÇÃO MINERAL E
 ORGÂNICA E SEU EFEITO RESIDUAL NA RESPOSTA DO
 CAPIM-MARANDU (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) / Deborah Cardoso Dos
 Santos Mota. – Palmas, TO, 2026.
 39 fol. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - IFTO, Palmas, TO,
2026.

Orientador: Dr. Edvaldo Vieira Pacheco Sant'ana.
Coorientador: Me. José Eustáquio Canguçu Leal

1. Adubação residual. 2. Nitrogênio. 3. Fertilidade do solo. I. Sant'ana,
Edvaldo Vieira Pacheco. II. Leal, José Eustáquio Canguçu. III. 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).



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS - TO
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

DEBORAH CARDOSO DOS SANTOS MOTA

USO DE DIFERENTES MANEJOS DE ADUBAÇÃO MINERAL E ORGÂNICA E SEU EFEITO RESIDUAL NA RESPOSTA DO CAPIM MARANDU (*Urochloa brizantha* cv. Marandu)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Superior Bacharelado em Engenharia Agrônômica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Palmas - TO, como exigência à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Aprovado em: 09 de junho de 2026

BANCA AVALIADORA

Prof. Dr. Edvaldo Vieira Pacheco Sant'Ana
IFTO - Campus Palmas - TO

Prof. Dr. Thomas Vieira Nunes
IFTO - Campus Palmas - TO

Profa. Dra. Vanessa David Domingos Valença
IFTO - Campus Palmas - TO



Documento assinado eletronicamente por **Thomas Vieira Nunes, Servidor**, em 09/06/2026, às 16:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vanessa David Domingos Valença, Servidor**, em 09/06/2026, às 16:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Edvaldo Vieira Pacheco Santana, Coordenador**, em 09/06/2026, às 16:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3208798** e o código CRC **1C7B4A15**.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS

Campus Palmas 310 Sul, Av. LO 5, s/n, esquina com a Avenida NS 10 - Plano Diretor Sul — CEP 77021-090 Palmas/TO - portal.iftto.edu.br — reitoria@iftto.edu.br

Referência: Processo nº 23236.012300/2026-11

SEI nº 3208798

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me manter firme no propósito e me amparar nos momentos em que nem eu mesma acreditava ser capaz. Por todo o amor, cuidado e providência ao longo dessa jornada, me lembrando a cada dia que os Seus planos são sempre maiores e melhores do que os meus.

Aos meus pais, Ataídes e Ielma, que sempre foram minha força, minha base e meu maior motivo para nunca desistir. Que enfrentaram dias de sol e sacrifícios para que esse sonho pudesse se tornar realidade. O amor, a dedicação e o cuidado de vocês foram o alicerce de tudo. Esta conquista é tão de vocês quanto minha.

Ao meu irmão Wellington, minha inspiração para ingressar neste curso e parte essencial desse sonho. Obrigada por ser motivo de força e por me mostrar, com sua trajetória, que é possível chegar até aqui.

Ao meu namorado Pedro Vitor, pelo incentivo constante, pela escuta atenta e pelo colo nos momentos em que tudo parecia incerto. Sua presença tornou essa caminhada mais leve e mais bonita.

Ao professor Dr. Edvaldo Vieira Pacheco Sant'Ana, pela orientação dedicada, pelo apoio incondicional e pela paciência ao longo de todo o processo de desenvolvimento deste trabalho. Seus ensinamentos e conselhos foram fundamentais para a minha formação acadêmica e para a conclusão desta pesquisa. Minha profunda gratidão.

À minha amiga Lorrany Almeida, meu agradecimento especial. Você esteve presente em cada etapa da minha trajetória acadêmica, me auxiliou no desenvolvimento do experimento e tornou todo o processo mais leve com sua amizade genuína e seu companheirismo incomparável.

Aos meus amigos de faculdade, Ianny Ferreira, Rayllane Castro, Laura Sousa, Pedro Henrique Sousa, Amanda Dias, Luís Claudio, Fellipe Goulart, Luis Henrik e Luana Fernandes, pela parceria, pelas risadas, pelo apoio mútuo e por tornarem os dias de formação mais alegres e significativos. Guardarei cada momento com muito carinho.

Aos meus amigos, Meire Dalva, Lorena Oliveira, Myrella Carvalho, Kelly Azevedo, Nicolly Gomes, Jefferson Santana e Linneker, pelos momentos vividos e compartilhados em meio à minha trajetória acadêmica, deixando memórias que carregarei com muito carinho.

Aos meus familiares, pelo amor, pelo apoio e pelos momentos de alegria proporcionados ao longo dessa jornada. A presença de vocês foi um refúgio nos dias mais pesados.

A todos os professores que fizeram parte da minha formação, pelo conhecimento compartilhado, pela dedicação e por contribuírem de forma tão significativa para quem eu me tornei como profissional e como pessoa.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Palmas, por ter sido o espaço onde esse sonho tomou forma. Uma instituição que foi essencial em toda a minha trajetória acadêmica e que levarei com muito orgulho por toda a vida.

EPÍGRAFE

“Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os seus planos serão bem-sucedidos”.

Provérbios 16:3

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito residual de diferentes manejos de adubação mineral e orgânica sobre o desenvolvimento do capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) em condições de Cerrado no município de Palmas – TO. O experimento foi conduzido em delineamento com cinco tratamentos: T1- testemunha com adubação mineral no 2º de manejo, T2 - adubação mineral + adubação de cobertura, T3 - adubação mineral + adubação de cobertura em parcelamento de duas vezes, T4 - adubação orgânica + adubação de cobertura e T5 - adubação orgânica. Foram avaliadas as variáveis altura de plantas, teor relativo de clorofila (SPAD) e massa seca da parte aérea em três coletas realizadas entre novembro de 2025 e fevereiro de 2026. Também foram realizadas análises químicas do solo para verificar os efeitos residuais das adubações previamente aplicadas. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados demonstraram ausência de diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para as variáveis avaliadas, embora tenham sido observadas diferenças numéricas indicativas de tendências de resposta da forrageira aos manejos de adubação. O tratamento com adubação mineral associada ao parcelamento do nitrogênio destacou-se numericamente para teor relativo de clorofila e produção de massa seca. As condições climáticas, especialmente a baixa precipitação e as elevadas temperaturas registradas no período inicial do experimento, influenciaram o desempenho da cultura. As análises químicas do solo evidenciaram melhora nos atributos de fertilidade em relação à condição inicial da área, indicando efeito positivo das práticas de adubação na recuperação do solo. Conclui-se que o manejo adequado da fertilidade do solo contribui para o desenvolvimento do capim-marandu e para a sustentabilidade dos sistemas de produção em pastagens tropicais.

Palavras-chave: Adubação residual; nitrogênio; fertilidade do solo; pastagem tropical.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the residual effect of different mineral and organic fertilization management practices on the development of Marandu grass (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) under Cerrado conditions in the municipality of Palmas – TO. The experiment was conducted in a design with five treatments: T1 - control with mineral fertilization in the 2nd management period, T2 - mineral fertilization + topdressing, T3 - mineral fertilization + topdressing in two applications, T4 - organic fertilization + topdressing, and T5 - organic fertilization. The variables evaluated were plant height, relative chlorophyll content (SPAD), and shoot dry mass in three samplings carried out between November 2025 and February 2026. Soil chemical analyses were also performed to verify the residual effects of previously applied fertilizations. The data were subjected to analysis of variance, and the means were compared using Tukey's test at a 5% probability level. The results showed no statistically significant differences between treatments for the variables evaluated, although numerical differences indicative of forage response trends to fertilization management were observed. The treatment with mineral fertilization associated with nitrogen splitting stood out numerically for relative chlorophyll content and dry matter production. Climatic conditions, especially the low rainfall and high temperatures recorded in the initial period of the experiment, influenced crop performance. Soil chemical analyses showed an improvement in fertility attributes compared to the initial condition of the area, indicating a positive effect of fertilization practices on soil recovery. It is concluded that proper soil fertility management contributes to the development of marandu grass and to the sustainability of production systems in tropical pastures.

Keywords: Residual fertilization; nitrogen; soil fertility; tropical pasture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Vista aérea da área experimental destinada à implantação do experimento no IFTO – <i>Campus Palmas</i>	18
Figura 2 - Croqui da área experimental mostrando a disposição das parcelas do estudo.....	19
Figura 3 - Coleta de solo realizada no dia 12/09/2025.....	20
Gráfico 1 - Precipitação acumulada mensal (mm) Palmas - TO, outubro/2025 a março/2026.....	21
Gráfico 2 - Temperatura máxima e mínima (°C), Palmas - TO, outubro/2025 a março/2026.....	21
Gráfico 3 - Umidade relativa do ar (%) Palmas - TO, outubro/2025 a março/2026.....	22
Figura 4 - Coleta de dados realizada em 10/11/2025.....	23
Figura 5 - Adubação nitrogenada em cobertura (ureia) realizada em 10/11/2025.....	23
Figura 6 - Parte aérea submetida a estufa de ventilação forçada a 65°C por 48° h, realizada em 10/11/2025	24
Figura 7 - Pesagem das amostras em balança analítica realizada no dia 12/11/2025	24
Figura 8 - Coleta de dados realizada em 10/01/2026	25
Figura 9 - Adubação nitrogenada em cobertura (ureia) realizada em 10/01/2026.....	25
Figura 10 - Coleta de dados realizada no dia 10/02/2026	26
Figura 11 - Coleta de dados realizada no dia 10/02/2026	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos químicos do solo da área experimental, camada 0 – 20 cm, dos tratamentos T1...	27
Tabela 2 - Altura de plantas (AP), teor relativo de clorofila (TRC) e massa seca da parte aérea (MSPA) do capim <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu na primeira coleta, realizada em 10/11/2025	29
Tabela 3 - Altura de plantas (AP), teor relativo de clorofila (TRC) e massa seca da parte aérea (MSPA) do capim <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu na segunda coleta, realizada em 10/01/2026.....	31
Tabela 4 - Altura de plantas (AP), teor relativo de clorofila (TRC) e massa seca da parte aérea (MSPA) do capim <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu na terceira coleta, realizada em 10/02/2026.....	32
Tabela 5 – Análise química do solo na camada de 0-20 cm, coletado antes da implantação dos tratamentos	33

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Características e exigências nutricionais do capim-marandu	13
2.2 Fertilidade do solo em pastagens	14
2.3 Adubação mineral e orgânica	15
2.4 Efeito residual da adubação	16
2.5 Resposta de gramíneas forrageiras à adubação	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1 Caracterização do local	18
3.2 Instalação e Condução do Experimento	19
3.3 Características Avaliadas	22
3.4 Análise Estatística dos Dados	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	35

1.INTRODUÇÃO

O Brasil possui cerca de 160,5 milhões de hectares destinados à área de pastagem em seu território, e conta com um rebanho de 193,9 milhões de cabeças, sendo 45,94 milhões de cabeças abatidas, dos quais apenas 8,84 milhões advém de sistemas confinados. Esse cenário evidencia a importância das pastagens para o crescimento da pecuária nacional, predominantemente praticada em regime extensivo (ABIEC, 2025). As pastagens constituem a base alimentar da bovinocultura brasileira, sendo reconhecidas como a forma mais prática e economicamente viável de alimentar bovinos. Para compreender o real potencial produtivo desse sistema, é necessário considerar fatores como o acúmulo de forragem, a eficiência de pastejo, a composição química da planta forrageira, o consumo de forragem e o requerimento nutricional dos animais (BARBERO et al., 2021).

As forrageiras pertencentes ao gênero *Brachiaria* syn. *Urochloa* têm se destacado pela sua notável capacidade de adaptação a uma ampla gama de condições ambientais, além de serem reconhecidas pela sua maneabilidade facilitada nas práticas de manejo de pastagens. As cultivares desse gênero geralmente apresentam boas respostas de adaptação e crescimento em solos com níveis baixo de fertilidade (NAMAZZI et al., 2020). Essa forrageira apresenta alta exigência nutricional, o que demanda a adoção de estratégias de manejo que possibilitem a reposição dos nutrientes extraídos pela planta durante o pastejo, evitando, assim, a degradação a longo prazo (TOLEDO et al., 2022).

O suprimento adequado de nutrientes constitui um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento das plantas, tendo em vista que a disponibilidade desses elementos exerce grande influência na qualidade da pastagem, que, por sua vez, reflete na produção e na recuperação da forrageira (BONFIM-DA-SILVA; MONTEIRO, 2006). No caso do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu, a adubação nitrogenada exerce papel fundamental desde o estabelecimento da cultura, visando um bom manejo da pastagem, contribuindo significativamente para o número de perfilhos, folhas e comprimento das mesmas (ALEXANDRINO et al., 2010).

Com o objetivo de repor os nutrientes necessários nas pastagens em todo o Brasil, a utilização da adubação orgânica tem se apresentado como uma alternativa viável, que pode substituir ou complementar a adubação mineral. Fatores como disponibilidade, custos, necessidade da cultura e características do solo são determinantes quanto a sua utilização (SILVA et al., 2013). Com a intensificação dos sistemas de produção pecuária aumenta

também o impacto ambiental por meio da utilização de novas tecnologias, de processos e de insumos, portanto, uma estratégia para mitigar os problemas de poluição, é a reciclagem dos nutrientes na produção agrícola, o que pode ser feito usando adubos orgânicos, combinados ou não com adubos industriais (OCHOA MARTÍNEZ, 2017).

Portanto, esse estudo teve como objetivo analisar os efeitos de diferentes estratégias de adubação mineral e orgânica, com ênfase no efeito residual desses manejos sobre o desempenho do capim marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu). Busca-se, assim, compreender como a disponibilidade de nutrientes ao longo do tempo influencia o crescimento e a produtividade da forrageira, contribuindo para o aprimoramento de práticas de manejo que promovam maior eficiência e sustentabilidade dos sistemas de produção de pastagens.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características e exigências nutricionais do capim-marandu

O capim-marandu, conhecido também por capim braquiário ou brizantão, é um cultivar que pertence à espécie *Urochloa brizantha*. Introduzida no Brasil por volta do ano de 1964, o nome Marandu foi dado significando “novidade” no idioma guarani, e tal característica atribuída ao seu nome se deu não só por conta de ser uma nova alternativa de forragem para os solos brasileiros, mas também devido a sua gama de boas qualidades relacionadas a resistência, adaptação e produção (EMBRAPA, 2020).

Essa gramínea é conhecida por sua excelente adaptação às condições do Cerrado, caracterizadas por solos ácidos e de baixa fertilidade, além de períodos de seca prolongada (BAPTISTELLA et al., 2020). A tolerância do capim à acidez do solo é particularmente importante para a pecuária no Cerrado, onde a correção do pH do solo é um desafio constante (BAPTISTELLA et al., 2020). A utilização de *Urochloa brizantha* na pecuária contribui para a sustentabilidade ambiental, pois favorece a melhoria da estrutura do solo, aumenta a infiltração de água e reduz processos erosivos. Além disso, sua elevada produção de biomassa e sistema radicular profundo auxiliam na ciclagem de nutrientes e na conservação dos recursos naturais, especialmente em sistemas de manejo conservacionista (CRUSCIOL et al., 2023; GLATZLE et al., 2024).

De forma geral, *Urochloa brizantha* tem como características a propagação por sementes, a eficiente cobertura do solo, a exigência nutricional média a alta, a tolerância razoável à seca, dependente da cultivar, e a fraca tolerância a solos mal drenados. O contínuo programa de melhoramento genético desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa

Agropecuária (Embrapa) tem permitido o desenvolvimento e o lançamento de materiais melhorados, como Marandu, Xaraés, Piatã, Paiaguás e híbridos de *Urochloa* (CÔRTEZ, 2022). Segundo ABREU (2023), a baixa fertilidade natural dos solos tropicais, está entre os principais entraves à produção de forragem, sendo necessárias estratégias específicas de correção do solo.

2.2 Fertilidade do solo em pastagens

A fertilidade do solo é definida como a capacidade do solo em fornecer nutrientes essenciais às plantas em quantidades adequadas para seu crescimento e desenvolvimento (WADT; DIAS FILHO; SOARES, 2005). Em sistemas de pastagem, a fertilidade do solo está diretamente relacionada à produtividade das forrageiras, à qualidade nutricional do pasto e à sustentabilidade da atividade pecuária (RUDNICK et al., 2015). Grande parte das áreas de pastagens brasileiras apresenta limitações naturais, como elevada acidez, baixos teores de fósforo e reduzida matéria orgânica, fatores que tornam necessário o manejo adequado do solo para manutenção da produtividade (WADT; DIAS FILHO; SOARES, 2005).

Os nutrientes mais exigidos pelas gramíneas forrageiras são o nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), considerados essenciais para o crescimento e desenvolvimento vegetal (SOARES et al., 2018). O nitrogênio está associado ao crescimento vegetativo e à produção de biomassa, o fósforo atua no desenvolvimento do sistema radicular e no metabolismo energético, enquanto o potássio participa da regulação hídrica e dos processos fisiológicos das plantas (BERNARDI et al., 2024). A ausência de reposição adequada desses nutrientes favorece o empobrecimento do solo e acelera o processo de degradação das pastagens (RUDNICK et al., 2015).

Outro fator importante nos solos utilizados em pastagens é a acidez elevada, característica comum dos solos tropicais brasileiros (WADT; DIAS FILHO; SOARES, 2005). A elevada concentração de alumínio tóxico e os baixos teores de cálcio e magnésio limitam o crescimento radicular das forrageiras e reduzem a disponibilidade de nutrientes (SOARES et al., 2018). Nesse contexto, a calagem é considerada prática fundamental para correção da acidez do solo, aumento da saturação por bases e melhoria da eficiência da adubação (BERNARDI et al., 2024).

A matéria orgânica do solo também exerce papel fundamental na fertilidade das pastagens, pois influencia diretamente as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (CHERUBIN et al., 2023). Solos com maiores teores de matéria orgânica apresentam melhor estrutura física, maior retenção de água e maior capacidade de troca catiônica, favorecendo o desenvolvimento das raízes das forrageiras (CHERUBIN et al., 2023). Além disso, a matéria

orgânica contribui para a atividade microbiana e para a ciclagem de nutrientes no sistema solo-planta-animal (SILVA; RIBON; BACKES, 2023).

O manejo do pastejo interfere diretamente na fertilidade do solo em pastagens (RUDNICK et al., 2015). O superpastejo reduz a cobertura vegetal, favorece a compactação e aumenta os processos erosivos, comprometendo a qualidade do solo (RUDNICK et al., 2015). Em contrapartida, sistemas de manejo racional promovem maior reciclagem de nutrientes e melhor conservação dos atributos químicos e físicos do solo (SOARES et al., 2018). Dessa forma, práticas como análise química do solo, correção da acidez, adubação equilibrada e manejo adequado do pastejo são fundamentais para garantir a produtividade e sustentabilidade das pastagens (BERNARDI et al., 2024). BENÍCIO E OLIVEIRA (2011), ao avaliarem níveis de adubação fosfatada e calagem em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, verificaram efeito significativo da interação da interação fósforo x calagem sobre a produção de matéria seca, confirmando que a correção da fertilidade e a adubação atuam de forma combinada na resposta produtiva da forrageira.

2.3 Adubação mineral e orgânica

A adubação é uma importante ferramenta de manejo para a reposição de nutrientes e ajustes da fertilidade do solo, fatores estes de suma importância para que as plantas completem seus ciclos produtivos, resultando em boas produtividades. Existem três formas de disponibilizar os nutrientes às culturas: por meio de adubos orgânicos (esterços, adubos verdes, dentre outros), adubos minerais (insumos sintéticos) e, ou, os organominerais (adubos orgânicos enriquecidos com nutrientes minerais) (BORGES et al., 2020).

A adubação orgânica compreende o uso de resíduos orgânicos para adubação das culturas, buscando fornecer os nutrientes necessários ao crescimento e desenvolvimento (PENTEADO, 2001). Além do fornecimento de nutrientes, essa prática contribui para reduzir prejuízos e melhorar as características físicas, químicas do solo, como aumento de matéria orgânica, melhoria da estrutura e maior atividade microbiana (GOMES et al., 2008; REIS et al., 2021).

De acordo com SANTIAGO & ROSETTO (2020), um ponto forte desse tipo de adubação é o seu tempo de duração, pois o processo de absorção dos nutrientes orgânicos envolve decomposição e mineralização, assim a adubação orgânica é uma fonte de nutrientes lenta e duradoura. Dentre os adubos orgânicos, o esterco animal é considerado o mais importante, embora a composição química desse adubo possua outros elementos, como o fósforo e o potássio, o nitrogênio está disponível em maiores quantidades. CASTRO et al.

(2016) ao testarem a eficiência de utilização da adubação orgânica em forrageiras tropicais, alcançaram resultados positivos no desenvolvimento e produtividade.

A adubação mineral é obtida a partir da extração de minerais, e apresenta como principal vantagem a rápida disponibilização de nutrientes, atendendo prontamente às exigências das plantas e promovendo respostas imediatas no crescimento (JUNIOR, 2019). Contudo, os adubos minerais possuem grande eficiência na disponibilidade de nutrientes para as plantas, mas devido ao seu alto custo nem sempre o pecuarista possui condições financeiras suficientes para adquirir em quantidade e qualidade de acordo com a necessidade de correção da fertilidade das pastagens, dessa forma a adubação de pastagens não é uma prática rotineira pela maioria dos pecuaristas brasileiros e como alternativa de minimizar os custos e otimizar os recursos disponíveis na propriedade o produtor poderia utilizar os excrementos produzidos pelos animais como fontes de adubos orgânicos (ROCHA JUNIOR et al., 2016). De acordo com CABRAL et al. (2021), a adubação fosfatada tem maior impacto sobre a implantação do que sobre a manutenção do pasto e, quando negligenciada na fase de formação, compromete o efeito residual sobre a rebrota da forrageira, evidenciando que a eficiência econômica da adubação está diretamente ligada à sua persistência no solo.

2.4 Efeito residual da adubação

O efeito residual da adubação consiste na permanência e disponibilidade dos nutrientes no solo após a aplicação inicial dos fertilizantes, influenciando positivamente o desenvolvimento das culturas subsequentes (SORATTO et al., 2021; NUNES et al., 2021). Esse fenômeno possui grande importância agrônoma, pois permite o aproveitamento dos nutrientes não absorvidos pela cultura anterior, promovendo maior eficiência no uso dos fertilizantes e redução dos custos de produção (SORATTO et al., 2021). A magnitude desse efeito residual está relacionada ao tipo de nutriente aplicado, às características químicas e físicas do solo, ao manejo adotado e às condições ambientais (NUNES et al., 2021). Nutrientes de menor mobilidade no solo, como fósforo e potássio, geralmente apresentam maior persistência e disponibilidade ao longo do tempo, favorecendo a manutenção da fertilidade do solo e a sustentabilidade dos sistemas produtivos (SORATTO et al., 2021; NUNES et al., 2021). Além disso, estratégias de manejo da adubação em longo prazo podem influenciar diretamente a distribuição dos nutrientes no perfil do solo, refletindo no crescimento radicular e na produtividade das culturas agrícolas (NUNES et al., 2021).

SILVA et al. (2014), ao avaliarem o efeito residual da adubação fosfatada em cultivos sucessivos de feijão-caupi, observaram que as doses aplicadas inicialmente foram suficientes

para manter produtividades satisfatórias nos ciclos seguintes. De forma semelhante, pesquisas indicam que a adubação realizada em uma cultura pode influenciar positivamente o rendimento da cultura subsequente, como verificado no cultivo de milho após a batata (EPAMIG, 2000).

VIDIGAL et al. (1995) destacam que a matéria orgânica adicionada ao solo pode apresentar tanto efeito imediato quanto residual, dependendo do grau de decomposição dos resíduos, sendo este último associado a um processo mais lento de liberação de nutrientes. Esse processo contribui não apenas para o fornecimento contínuo de nutrientes, mas também para melhorias nas propriedades químicas do solo, como aumento do teor de matéria orgânica e da disponibilidade de nutrientes (SILVA et al., 2014). Além disso, a adubação orgânica pode promover efeitos residuais prolongados, influenciando positivamente a fertilidade do solo mesmo após longos períodos da aplicação inicial (ESTRELA, 2018).

ABREU (2023) constatou que, mesmo um ano após a aplicação de calcário, gesso e adubação NPK, o capim-marandu manteve incrementos de altura, densidade de perfilhos e massa de forragem em relação à testemunha sem correção.

2.5 Resposta de gramíneas forrageiras à adubação

As gramíneas forrageiras apresentam elevada resposta à adubação, sendo essa prática essencial para o aumento da produtividade, da qualidade da forragem e da sustentabilidade dos sistemas pecuários (VILELA et al., 2017; BERNARDI et al., 2022). Em solos tropicais, especialmente os do Cerrado brasileiro, caracterizados por baixa fertilidade natural, elevada acidez e baixos teores de nutrientes disponíveis, a adubação torna-se indispensável para suprir as exigências nutricionais das plantas forrageiras e garantir adequado desenvolvimento vegetativo (FAGERIA; MOREIRA, 2011; VILELA et al., 2017).

O nitrogênio é considerado o principal nutriente limitante para a produção de forragem, promovendo incrementos significativos na produção de matéria seca, no perfilhamento e na expansão foliar das gramíneas (PRIMAVESI et al., 2004; COSTA et al., 2022). Além disso, a adubação nitrogenada contribui para o aumento do teor de proteína bruta da forragem, melhorando o valor nutritivo e favorecendo o desempenho animal em sistemas de pastejo (FAGERIA, 2014; BERNARDI et al., 2022). Entretanto, a eficiência da adubação depende de fatores como espécie forrageira, disponibilidade hídrica, manejo da pastagem e fertilidade do solo (EUCLIDES et al., 2019).

Estudos recentes demonstram que a adubação balanceada com nitrogênio, fósforo e potássio pode proporcionar incrementos expressivos na produção de forragem e na capacidade de suporte das pastagens, principalmente em solos de baixa fertilidade (SILVA et al., 2023;

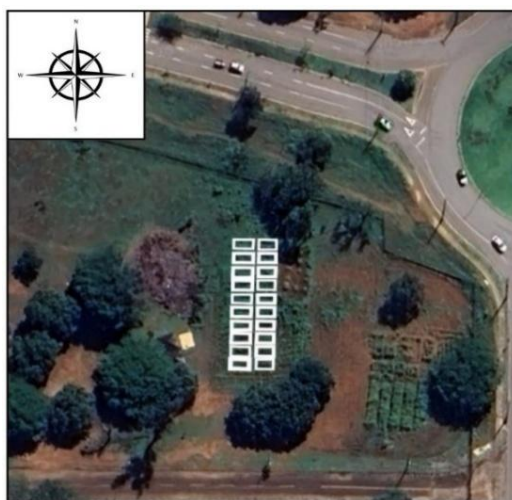
VILELA et al., 2017). Dessa forma, o manejo adequado da fertilidade do solo contribui para maior eficiência produtiva, melhor aproveitamento dos nutrientes e maior sustentabilidade dos sistemas pecuários tropicais (BERNARDI et al., 2022; EUCLIDES et al., 2019).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização do local

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus Palmas* (IFTO), localizada no município de Palmas, no estado do Tocantins, nas coordenadas geográficas 10°11'6.31"S e 48°18'36.17"W. O tipo de solo é caracterizado como latossolo vermelho-amarelo distrófico (OLIVEIRA et al., 2023). De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante da região de Palmas – TO, é do tipo Aw, caracterizado como tropical quente com estação chuvosa no verão e seca no inverno (ALVARES et al., 2013). A área experimental já possuía dois anos de condução de trabalho de experimentação agrícola, e estava previamente implantada com capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu, com aproximadamente dois anos de estabelecimento, tendo sido submetida a adubações orgânica e mineral e a cortes periódicos para manutenção da pastagem. O experimento foi conduzido durante o período de outubro de 2025 a fevereiro de 2026. A Figura 1 apresenta a localização da área experimental por meio de imagem de satélite obtida no Google Earth, destacando a área utilizada no experimento.

Figura 1 – Vista aérea da área experimental destinada à implantação do experimento no IFTO – *Campus Palmas*

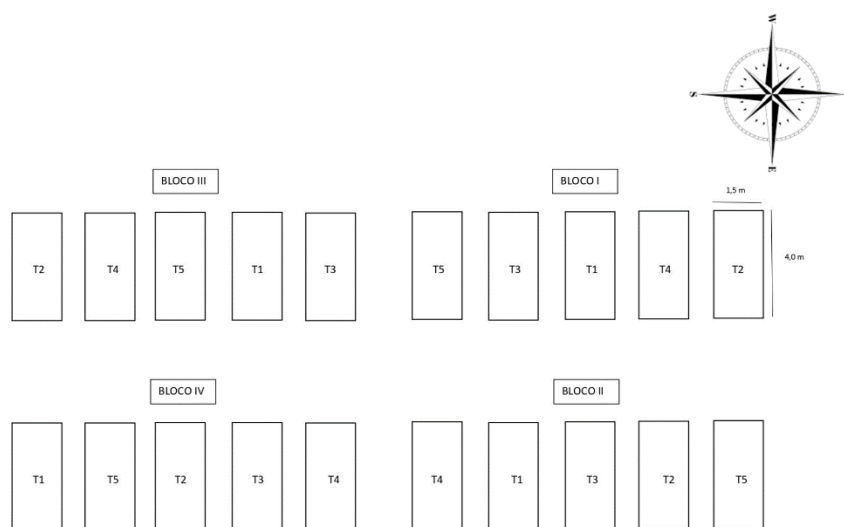


Fonte: Google Earth, 2026

3.2 Instalação e Condução do Experimento

O delineamento experimental adotado foi o Delineamento em Blocos ao Acaso (DBC), com 5 tratamentos e 4 repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Cada parcela apresentou dimensões de 2,0 m × 1,5 m, contendo duas linhas de plantio espaçadas em 0,50 m. Conforme o croqui da área experimental apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Croqui da área experimental mostrando a disposição das parcelas do estudo



Fonte: Autoria Própria (2026)

O trabalho consistiu em avaliar o efeito residual dos diferentes manejos de adubação mineral e orgânica, realizadas no período anterior de experimentação (2022). Vale ressaltar que os cálculos realizados para a definição das doses de adubação, foram consideradas a área toda, ou seja, 4,0 m x 2,4 m. A descrição dos tratamentos avaliados quanto aos efeitos residuais das adubações está apresentada a seguir:

- T1: Testemunha com adubação mineral de base com NPK 4-14-8 (500 kg ha⁻¹) no 2º ano de manejo;
- T2: Adubação mineral de base com NPK 4-14-8 (500 kg ha⁻¹) + adubação de cobertura de 100 kg ha⁻¹ de N;
- T3: Adubação mineral de base com NPK 4-14-8 (500 kg ha⁻¹) + adubação de cobertura de 100 kg ha⁻¹ de N em parcelamento de 2x;
- T4: Adubação orgânica de base com esterco bovino curtido (20 t ha⁻¹; 19,2 kg parcela⁻¹) + adubação de cobertura de 100 kg ha⁻¹ de N;

- T5: Adubação orgânica de base com esterco bovino curtido (20 t ha^{-1} ; $19,2 \text{ kg parcela}^{-1}$);

Inicialmente, realizou-se a coleta de solo para análise química. Em cada tratamento, foram coletadas amostras simples, as quais foram homogeneizadas para a formação de uma amostra composta (Figura 3). Esse procedimento teve como objetivo avaliar os resíduos provenientes das adubações mineral e orgânica previamente aplicadas na área.

Com base nos resultados das análises químicas do solo dos tratamentos (T1 a T5), não foi realizada a correção da acidez. Embora os valores de pH indiquem solo ácido, os níveis de saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%) não evidenciaram limitações severas ao desenvolvimento das plantas, uma vez que os valores de m% permaneceram relativamente baixos, indicando ausência de toxidez significativa por alumínio.

Adicionalmente, considerando o histórico de manejo da área, com aplicações prévias de adubação mineral e orgânica, infere-se que o solo apresentava condições químicas relativamente estáveis. De acordo com recomendações técnicas, a calagem deve ser realizada quando há necessidade de elevar a saturação por bases ou reduzir a toxidez por alumínio, o que não foi observado de forma crítica neste estudo (EMBRAPA, 2018).

Figura 3 - Coleta de solo realizada no dia 12/09/2025



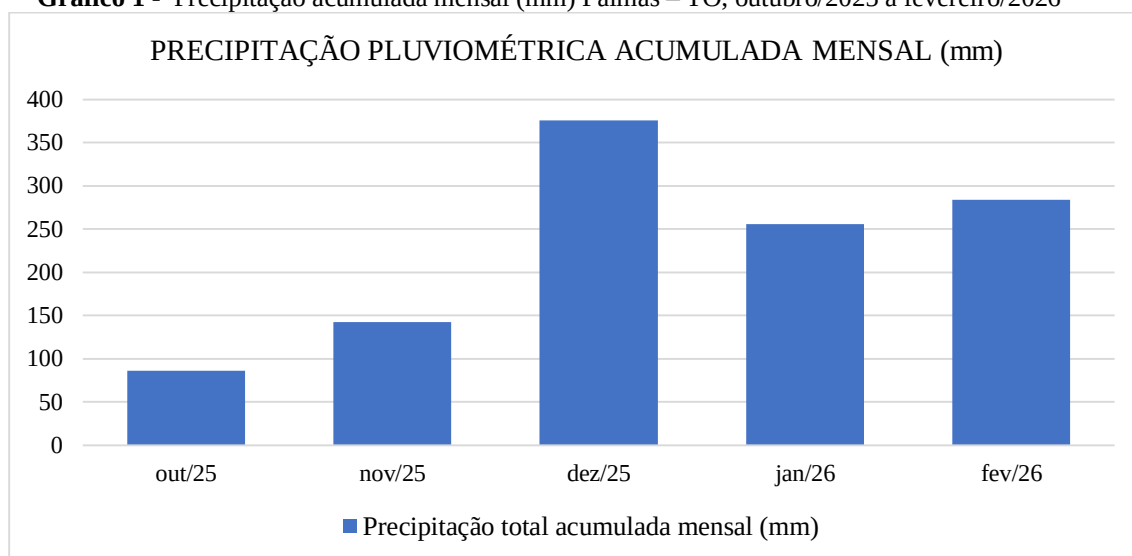
Fonte: Autoria própria, 2026.

As variáveis climáticas consideradas neste estudo foram obtidas junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), por meio da estação meteorológica automática de Palmas – TO (Estação 83033). Foram utilizados dados mensais de precipitação pluviométrica

acumulada (mm), temperaturas máxima e mínima (°C) e umidade relativa do ar (%), referentes ao período de outubro/2025 a fevereiro/2026.

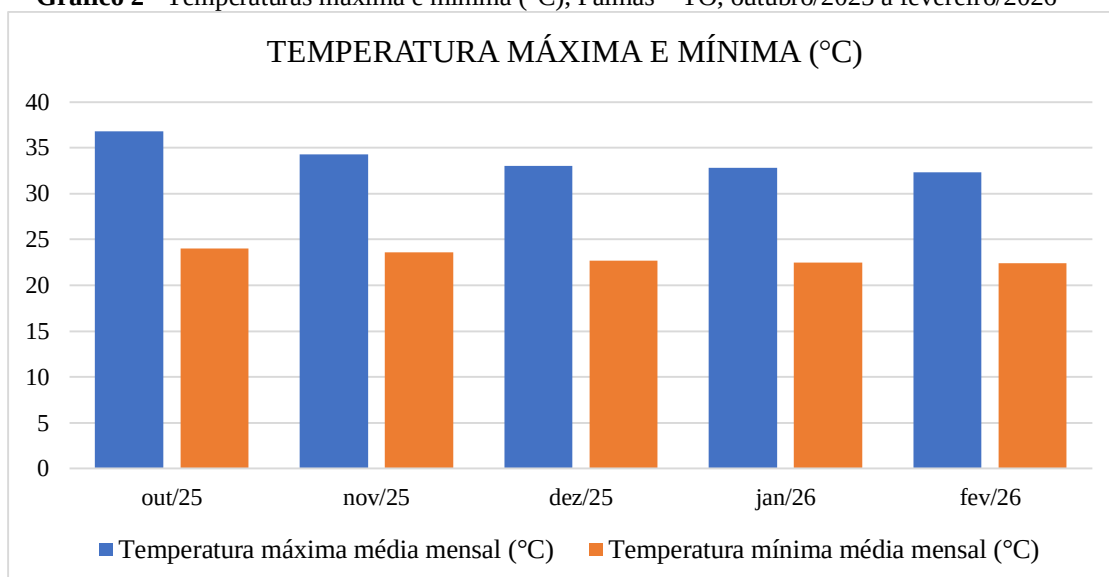
Os dados estão apresentados nos Gráficos 1, 2 e 3 e foram fundamentais para a interpretação do desempenho do capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu), sobretudo em relação aos processos de crescimento, perfilhamento e rebrota. A disponibilidade hídrica e as condições térmicas ao longo do período experimental influenciam diretamente a produção de massa seca e a dinâmica de desenvolvimento dessa forrageira, sendo, portanto, fatores determinantes na análise dos resultados obtidos.

Gráfico 1 - Precipitação acumulada mensal (mm) Palmas – TO, outubro/2025 a fevereiro/2026

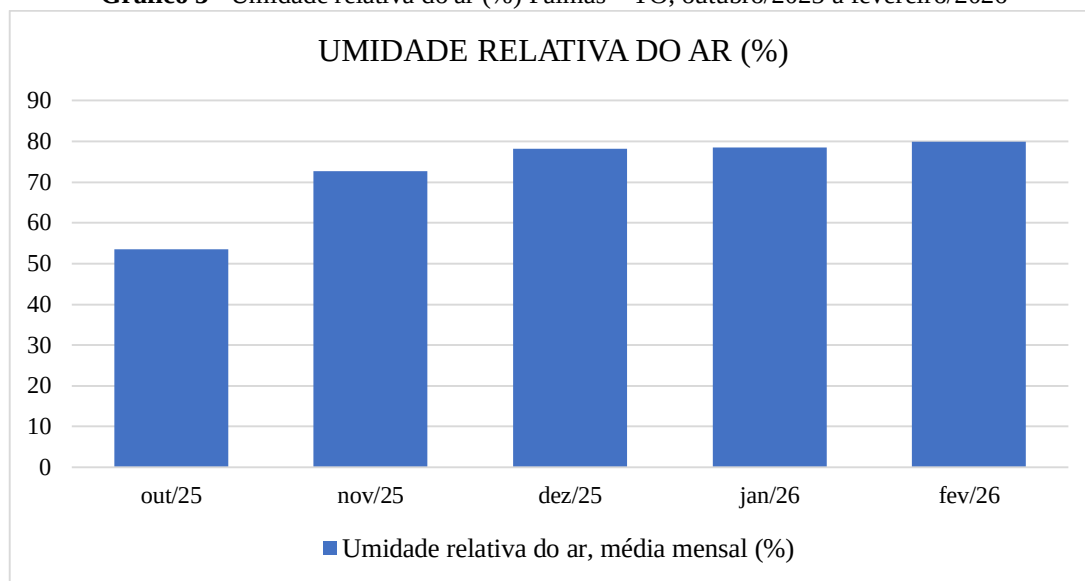


Fonte: INMET (2026)

Gráfico 2 - Temperaturas máxima e mínima (°C), Palmas – TO, outubro/2025 a fevereiro/2026



Fonte: INMET (2026)

Gráfico 3 - Umidade relativa do ar (%) Palmas – TO, outubro/2025 a fevereiro/2026

Fonte: INMET (2026)

3.3 Características Avaliadas

Foram realizadas três coletas de dados com o objetivo de avaliar o efeito residual das adubações mineral e orgânica na resposta do capim marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu). Para isso, foram analisados os seguintes parâmetros:

- Teor relativo de clorofila (TRC) em unidade SPAD, determinada por meio de clorofilômetro portátil modelo Minolta SPAD-502 ;
- Altura de plantas (cm), mensurada por meio de régua graduada;
- Massa seca da parte aérea (g.m^{-2}), anteriormente foi produzido um quadrado de PVC com dimensões de 0,50 m por 0,50 m, no qual foi lançado aleatoriamente em cada parcela, determinando a área útil de coleta. Realizou o corte da parte aérea a 20 cm acima do solo, sendo devidamente identificado e acondicionado em sacos de papel, posteriormente encaminhado para estufa de circulação forçada de ar, durante 48 horas, à temperatura de 65 °C. Após esse período foi realizada a pesagem das amostras, e anotação dos resultados obtidos de cada tratamento.

A partir dessas variáveis, foi possível inferir o desempenho da forrageira em função dos efeitos residuais dos manejos de adubação.

A primeira coleta de dados foi realizada em 10/11/2025 (Figura 4). Para as avaliações, utilizou uma régua graduada de 60 cm para mensurar a altura de planta em centímetros, um clorofilômetro para obter o teor relativo de clorofila, e um quadrado de PVC com dimensões de

0,50 m por 0,50 m para a obtenção da massa seca da parte aérea. O quadrado foi lançado aleatoriamente dentro da parcela, sendo a área útil de coleta para a determinação da massa seca da parte aérea.

A corte foi realizado a 20 cm acima do solo, as mesmas foram armazenadas em sacos de papel previamente identificados e levados para secagem em estufa de ventilação forçada à 65°C por 48 horas (Figura 6). Posteriormente, a esse período ocorreu a pesagem dessas amostras no laboratório de Fitotecnia na balança analítica e anotação desses dados em planilha eletrônica (Figura 7). E também foi realizada a adubação nitrogenada em cobertura após o corte, utilizando ureia na dose de 35,5 g por parcela, determinada com base em cálculos (Figura 5).

Figura 4 - Coleta de dados realizada em 10/11/2025



Fonte: Autoria própria, 2026

Figura 5 - Adubação nitrogenada em cobertura (ureia) realizada em 10/11/2025



Fonte: Autoria própria, 2026

Figura 6 - Parte aérea submetida a estufa de ventilação forçada a 65°C por 48 h, realizada em 10/11/2025



Fonte: Autoria própria, 2026

Figura 7 - Pesagem das amostras em balança analítica realizada no dia 12/11/2025



Fonte: Autoria própria, 2026

A segunda coleta de dados foi realizada no dia 10/01/2026 (Figura 8), foram analisadas as mesmas variáveis da primeira coleta, juntamente com a adubação nitrogenada em cobertura (Figura 9).

Figura 8 - Coleta de dados realizada em 10/01/2026



Fonte: Autoria própria, 2026

Figura 9 - Adubação nitrogenada em cobertura (ureia) realizada em 10/01/2026



Fonte: Autoria própria, 2026

Por fim, no dia 10/02/2026 sucedeu a última coleta de dados (Figura 10 e 11). Sendo realizadas as mesmas análises feitas nas coletas de dados anteriores. Não foi realizada a adubação nitrogenada em cobertura nesse dia, tendo em vista que não teria análises posteriores a essa data.

estatística, as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey, com nível de significância de 5% de probabilidade, com o objetivo de identificar quais tratamentos apresentaram diferenças estatísticas entre si. As análises foram realizadas com auxílio da planilha eletrônica do Microsoft Excel disponibilizada pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar, 2026).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises química do solo referentes aos diferentes tratamentos avaliados estão apresentados nas Tabelas 1. A partir desses dados, foi possível observar as variações nos atributos do solo em função dos tratamentos aplicados, permitindo uma análise comparativa das alterações promovidas ao longo do experimento.

Tabela 1 - Atributos químicos do solo da área experimental, camada 0 – 20 cm, dos tratamentos T1 a T5

Propriedades	Unidade de Medida	T1	T2	T3	T4	T5
Macronutrientes						
Cálcio (Ca)		1,62	2,15	1,96	1,52	1,98
Magnésio (Mg)	cmolc dm ³	0,34	0,48	0,41	0,41	0,48
Potássio (K)		0,03	0,03	0,03	0,04	0,05
Fósforo (P) Mehlich ⁻¹	mg dm ³	0,94	1,28	1,28	1,37	1,86
Elementos Limitantes						
Hidrogênio (H) + Alumínio (Al)	cmolc dm ³	3,70	4,50	4,90	4,70	4,20
Alumínio (Al)		0,25	0,20	0,29	0,30	0,20
Parâmetros						
pH em Cloreto de Cálcio (CaCl ₂)		4,77	4,90	4,64	4,53	4,93
pH (H ₂ O)		5,40	5,53	5,27	5,16	5,56
Ca/T		28,47	30,03	26,85	22,79	29,51
Mg/T	%	5,98	6,70	5,62	6,15	7,15
K/T		0,53	0,42	0,41	0,60	0,75
C.T.C Potencial (T)		5,69	7,16	7,30	6,67	6,71
Soma de bases (SB)	cmolc/dm ³	1,99	2,66	2,40	1,97	2,51
Saturação de bases (V)	%	34,97	37,15	32,88	29,54	37,41
Saturação por Alumínio (m)		11,16	6,99	10,78	13,22	7,38
Materia Orgânica (M.O)	g dm ³	20,67	27,79	26,44	26,63	26,44

*C.T.C = capacidade de troca cátions

*pH = potencial hidrogeniônico

Fonte: Autoria própria, 2025

Na primeira coleta realizada em 10/11/2025 para a manutenção da forrageira, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos para as variáveis altura de planta (AP), teor relativo de clorofila (TRC) e massa seca da parte aérea (MSPA), conforme apresentado na Tabela 6 ($p > 0,05$). A ausência de significância estatística nesta primeira coleta pode ser explicada pelo estágio inicial de avaliação da pastagem, em que os efeitos das diferentes fontes e formas de adubação ainda estão em processo de estabelecimento e expressão plena no sistema solo-planta. Apesar da ausência de significância estatística, foram

verificadas diferenças numéricas entre as médias dos tratamentos, indicando tendências de resposta da forrageira às diferentes formas de adubação.

Para a variável altura de planta (cm), ao analisar as médias dos tratamentos apresentadas na Tabela 6, verificou que o tratamento T3 (adubação mineral de base com NPK 500 kg ha⁻¹ + 100 kg de N em cobertura aplicado em duas parcelas), apresentou a maior média numérica, com 66,25 cm, comparado aos demais tratamentos conforme Tabela 6. Esse comportamento, pode estar associado ao efeito combinado do parcelamento da adubação nitrogenada, que favorece o aproveitamento do N pela planta ao longo dos ciclos. Segundo MARTHA JÚNIOR et al. (2004) o nitrogênio promove incremento na produção de forragem de forma imediata e visível. ROCHA et al. (2020) afirmam que o crescimento da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a adubação nitrogenada apresentou resposta positiva em altura de planta nas primeiras avaliações, após o corte de uniformização, evidenciando a importância do N no desenvolvimento vegetativo inicial.

Para o teor relativo de clorofila, expresso em unidades SPAD, o tratamento T3 (adubação mineral de base com NPK 500 kg ha⁻¹ + 100 kg de N em cobertura, aplicado em duas parcelas) apresentou o maior valor numérico entre os tratamentos, com 46,93 unidades SPAD, conforme Tabela 6. O nitrogênio, por ser componente de compostos orgânicos essenciais à vida das plantas, como aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos e clorofila, é um dos nutrientes mais importantes para a produção das gramíneas forrageiras, estando a fotossíntese, o crescimento e a produtividade fortemente ligados à sua disponibilidade (LAVRES JÚNIOR; MONTEIRO, 2003). De acordo com REIS et al. (2022), maiores disponibilidades de nitrogênio proporcionam incremento nos índices SPAD em *Urochloa brizantha*, refletindo maior concentração de clorofila e maior eficiência fotossintética das plantas.

Para a variável massa seca da parte aérea (MSPA), os tratamentos T3 (191,90 g m⁻²) e T4 (186,54 g m⁻²) apresentaram os maiores valores numéricos, conforme Tabela 6. Esses resultados indicam que a combinação da adubação mineral com NPK e o parcelamento do N em cobertura tendem a favorecer o acúmulo de biomassa na forrageira. SANTOS et al. (2020) observaram que o parcelamento da adubação nitrogenada em capim-marandu favorece o acúmulo de forragem e contribui para maior disponibilidade de massa verde durante o período seco, reduzindo os efeitos da estacionalidade produtiva das pastagens. BARBEDO et al. (2020) também constataram que a adubação com N e K proporcionou incrementos significativos na produção de matéria seca de cultivares de *Urochloa brizantha*, reforçando a importância do manejo integrado desses nutrientes para o desempenho produtivo das forrageiras.

Tabela 2 - Altura de plantas (AP), teor relativo de clorofila (TRC) e massa seca da parte aérea (MSPA) do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu na primeira coleta, realizada em 10/11/2025

TRATAMENTOS	AP (cm)	TRC (SPAD)	MSPA (g/m ²)
T1 - Testemunha (AM)	59,25	33,23	134,69
T2 - AM + AC	60,25	35,98	147,99
T3 - AM + AC (2x)	66,25	46,93	191,90
T4 - AO + AC	65,50	43,40	186,54
T5 - AO	60,00	46,45	160,62
Média geral	62,25	41,18	168,35
F	0,23	2,17	0,23
CV (%)	22,38	20,71	48,55

Nível de significância: * significativo a 5%; ns: não significativo.

CV (%): coeficiente de variação.

T1 (AM) - Testemunha, com adubação mineral no 2º ano; T2 (AM + AC) - Adubação mineral de base NPK (500 kg ha⁻¹) + 100 kg ha⁻¹ de N em cobertura; T3 (AM + AC 2x) - Adubação mineral de base com NPK (500 kg ha⁻¹) + 100 kg de N em cobertura (2x); T4 (AO + AC) - Adubação orgânica de base com esterco bovino curtido (20 t ha⁻¹, 19,2 kg parcela⁻¹) + 100 kg ha⁻¹ de N em cobertura; T5 (AO) - Adubação orgânica de base com esterco bovino curtido (20 t ha⁻¹, 19,2 kg parcela⁻¹).

AP: altura de planta; TRC: teor relativo de clorofila (SPAD); MSPA: massa seca da parte aérea.

Fonte: Autoria própria, 2026

Outro fator que possivelmente influenciou os resultados da primeira coleta foi o regime pluviométrico registrado em Palmas (TO) nos meses que antecederam e coincidiram com o desenvolvimento da forrageira. No Gráfico 1, que apresenta a precipitação acumulada mensal (mm), observa-se que o mês de outubro de 2025 registrou índice pluviométrico de apenas 86,2 mm, sendo um dos períodos mais críticos em relação à disponibilidade hídrica quando comparado aos meses subsequentes, como dezembro de 2025 (375,6 mm) e fevereiro de 2026 (284,4 mm). A baixa disponibilidade de água no solo durante a fase inicial de estabelecimento do capim-marandu pode comprometer diretamente a emissão de perfilhos, a expansão foliar e o desenvolvimento radicular da planta, reduzindo o potencial produtivo da pastagem (BONFIM-SILVA et al., 2011).

Além da baixa precipitação, o mês de outubro de 2025 apresentou temperatura máxima de 37 °C (Gráfico 2), associada à baixa umidade relativa mínima do ar, registrada em 38% (Gráfico 3). Essas condições climáticas favorecem o aumento da evapotranspiração e da demanda atmosférica por água, intensificando o estresse hídrico sobre a planta. Em condições de déficit hídrico e elevadas temperaturas, o capim-marandu tende a reduzir sua atividade fisiológica por meio do fechamento estomático, diminuindo a assimilação de CO₂ e, consequentemente, a taxa fotossintética e o crescimento vegetativo (SILVA et al., 2018).

Segundo ARAUJO et al. (2011), gramíneas forrageiras tropicais submetidas ao déficit hídrico apresentam redução significativa na produção de matéria seca e no perfilhamento, principalmente quando o estresse ocorre em fases iniciais de desenvolvimento. Esse

comportamento também foi observado em cultivares de *Urochloa brizantha* submetidas à limitação hídrica, que apresentaram reduções expressivas na massa seca total chegando a 41% no capim-marandu e 49% no capim-xaraés, além de comprometimento do crescimento da parte aérea e da área foliar (PEZZOPANE et al., 2015; SANTOS et al., 2013).

Na segunda coleta, realizada 60 dias após o 1º corte, os tratamentos não apresentaram diferenças significativas para nenhuma das variáveis avaliadas, altura de planta (AP), teor relativo de clorofila (TRC/SPAD) e massa seca da parte aérea (MSPA), conforme demonstrado na Tabela 7 (CV de 16,56%, 22% e 62,76%, respectivamente; F não significativo a 5%).

Analisando os resultados obtidos, verificou que o tratamento T4 (adubação orgânica de base com esterco bovino curtido + 100 kg de N em cobertura) e T1 (adubação mineral no 2º ano de manejo) apresentaram a mesma média para a variável altura de planta (AP), ambos com 92,25 cm. Esse resultado pode ser, em parte, explicado pelas condições químicas do solo de cada tratamento, evidenciadas nas Tabelas 1. O solo do tratamento T4 apresentou teor de matéria orgânica (M.O.) de 26,63 g dm³, valor consideravelmente superior ao observado no T1, que registrou 20,67 g dm³.

A matéria orgânica do solo (MOS) atua como fonte indireta de nitrogênio para as plantas forrageiras, uma vez que a quantidade de N disponibilizada por meio de sua mineralização determina tanto a produção de forragem na ausência de adubação nitrogenada quanto o potencial produtivo quando o fertilizante é utilizado (COSTA et al., 2006). Nesse contexto, a adição de resíduos culturais e esterco animal ao solo contribui para a melhoria de seus atributos físicos, químicos e biológicos, favorecendo a disponibilidade de nutrientes e a atividade microbiana responsável pelos processos de decomposição e mineralização (BETTIOL et al., 2023). Contudo, o N proveniente da mineralização da MOS frequentemente não é suficiente para atender à demanda de gramíneas forrageiras tropicais de alto potencial produtivo, tornando a adubação nitrogenada uma prática indispensável para a manutenção da produtividade das pastagens ao longo do tempo (FAGUNDES et al., 2005).

Para o teor relativo de clorofila (TRC), medido pelo índice SPAD, os tratamentos também não apresentaram diferença estatística significativa na segunda, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As médias observadas seguiram a seguinte ordem decrescente: T3 (62,53), T4 (54,25), T5 (51,93), T1 (51,30) e T2 (42,95), com média geral de 52,59. O tratamento T3 (adubação mineral de base com NPK + 100 kg de N 2x) apresentou o maior índice SPAD (62,53). Esse resultado pode estar relacionado ao maior aporte de nitrogênio proporcionado pela dupla aplicação em cobertura, uma vez que os teores de clorofila aumentam com as doses de nitrogênio aplicadas, verificando a relação direta entre os teores de clorofila e

as concentrações de N nas folhas recém-expandidas de gramíneas forrageiras (PRIMAVESI et al., 2006).

Para a variável massa seca da parte aérea (MSPA), os tratamentos não apresentaram diferença estatística significativa na segunda coleta, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As médias observadas foram: T3 com maior produção ($165,54 \text{ g m}^{-2}$), seguido de T2 e T4 ($134,39 \text{ g m}^{-2}$), T1 ($127,66 \text{ g m}^{-2}$) e T5 ($122,72 \text{ g m}^{-2}$), com média geral de $151,23 \text{ g m}^{-2}$. Embora sem significância estatística, o T3 (adubação mineral de base com NPK) ao comparado com os demais tratamentos em MSPA, apresentou maior média numérica. As produções de matéria seca de folhas, colmo e total respondem positivamente à aplicação combinada de fósforo e nitrogênio, evidenciando a importância da adubação de base para a produtividade de forrageiras tropicais (SOUZA et al., 2018).

Tabela 3 - Altura de plantas (AP), teor relativo de clorofila (TRC) e massa seca da parte aérea (MSPA) do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu na segunda coleta, realizada em 10/01/2026

TRATAMENTOS	AP (cm)	TRC (SPAD)	MSPA (g/m^{-2})
T1 - Testemunha (AM)	92,25	51,30	127,66
T2 - AM + AC	84,50	42,95	134,39
T3 - AM + AC (2x)	84,25	62,53	165,54
T4 - AO + AC	92,25	54,25	134,39
T5 - AO	85,00	51,93	122,72
Média geral	87,65	52,59	151,23
F	0,34	1,47	0,54
CV (%)	16,56	22,00	62,76

Nível de significância: * significativo a 5%; ns: não significativo.

CV (%): coeficiente de variação.

T1 (AM) - Testemunha, com adubação mineral no 2º ano; T2 (AM + AC) - Adubação mineral de base NPK (500 kg ha^{-1}) + 100 kg ha^{-1} de N em cobertura; T3 (AM + AC 2x) - Adubação mineral de base com NPK (500 kg ha^{-1}) + $100 \text{ kg de N em cobertura (2x)}$; T4 (AO + AC) - Adubação orgânica de base com esterco bovino curtido (20 t ha^{-1} , $19,2 \text{ kg parcela}^{-1}$) + 100 kg ha^{-1} de N em cobertura; T5 (AO) - Adubação orgânica de base com esterco bovino curtido (20 t ha^{-1} , $19,2 \text{ kg parcela}^{-1}$).

AP: altura de planta; TRC: teor relativo de clorofila (SPAD); MSPA: massa seca da parte aérea.

Fonte: Autoria própria, 2026

Na terceira coleta, realizada em 10/02/2026, os tratamentos não apresentaram diferença estatística significativa para nenhuma das variáveis avaliadas, altura de planta (AP), teor relativo de clorofila (TRC) e massa seca da parte aérea (MSPA), conforme demonstrado na Tabela 8 (F = ns; CV de 8,2%, 14,51% e 48,74%, respectivamente), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a variável altura de planta (AP), os tratamentos T1 (Testemunha – adubação mineral) e T5 (adubação orgânica de base com esterco bovino curtido) apresentaram as maiores médias, ambos com 86,75 cm, superando numericamente os demais tratamentos, com média

geral de 84,05 cm. É relevante destacar que T5, mesmo sem receber adubação nitrogenada em cobertura, igualou numericamente o desempenho de T1. A adubação orgânica pode influenciar de forma positiva e significativa o desenvolvimento de gramíneas forrageiras, sendo que o aumento de doses de esterco proporciona melhorias nas características produtivas das forrageiras (SANTOS et al., 2016).

Para o teor relativo de clorofila (TRC), o tratamento T3 (adubação mineral de base com NPK + 100 kg de N em cobertura, em duas aplicações) apresentou maior tendência numérica (48,85), seguido de T4 (48,05), com média geral de 47,12. Esse resultado reforça a tendência já observada na coleta anterior, na qual o maior aporte de nitrogênio mineral favorece a síntese de clorofila.

Para a massa seca da parte aérea (MSPA), o tratamento T1 (Testemunha – adubação mineral) apresentou a maior produção (173,97 g m⁻²), seguido de T4 (165,64 g m⁻²) e T5 (150,19 g m⁻²), com média geral de 148,11 g m⁻². Plantas de capim-marandu submetidas a maiores doses de adubação nitrogenada apresentam maior altura, maior densidade populacional de perfilhos e maior produção de matéria seca da parte aérea, evidenciando a importância do nitrogênio para o desenvolvimento estrutural e produtivo da forrageira (SILVA et al., 2013; MELO et al., 2021). Esse efeito positivo do nitrogênio decorre de sua atuação nas zonas meristemáticas, estimulando o alongamento de colmo, a taxa de aparecimento foliar e, conseqüentemente, o perfilhamento, o que resulta em maior acúmulo de biomassa ao longo dos ciclos de crescimento (SALES et al., 2014).

Tabela 4 - Altura de plantas (AP), teor relativo de clorofila (TRC) e massa seca da parte aérea (MSPA) do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu na terceira coleta, realizada em 10/02/2026

TRATAMENTOS	AP (cm)	TRC (SPAD)	MSPA (g/m ²)
T1 - Testemunha (AM)	86,75	45,45	173,97
T2 - AM + AC	80,25	45,58	109,25
T3 - AM + AC (2x)	83,25	48,85	141,51
T4 - AO + AC	83,25	48,05	165,64
T5 - AO	86,75	47,65	150,19
Média geral	84,05	47,12	148,11
F	0,64	0,20	0,49
CV (%)	8,20	14,51	48,74

Nível de significância: * significativo a 5%; ns: não significativo.

CV (%): coeficiente de variação.

T1 (AM) - Testemunha, com adubação mineral no 2º ano; T2 (AM + AC) - Adubação mineral de base NPK (500 kg ha⁻¹) + 100 kg ha⁻¹ de N em cobertura; T3 (AM + AC 2x) - Adubação mineral de base com NPK (500 kg ha⁻¹) + 100 kg de N em cobertura (2x); T4 (AO + AC) - Adubação orgânica de base com esterco bovino curtido (20 t ha⁻¹, 19,2 kg parcela⁻¹) + 100 kg ha⁻¹ de N em cobertura; T5 (AO) - Adubação orgânica de base com esterco bovino curtido (20 t ha⁻¹, 19,2 kg parcela⁻¹).

AP: altura de planta; TRC: teor relativo de clorofila (SPAD); MSPA: massa seca da parte aérea.

Ao analisar comparativamente os atributos químicos do solo entre a condição inicial registrada em 2022 (Tabela 9) e os resultados obtidos nos tratamentos T1 a T5 em 2025 (Tabela 1 a 5), constata-se melhorias descritivas na fertilidade do solo decorrentes das adubações realizadas. Em 2022, o solo apresentava características altamente restritivas, com pH de 4,10, soma de bases de 0,74 cmolc dm³, matéria orgânica de 1,69 g dm³ e alumínio tóxico de 0,50 cmolc dm³, condição típica dos solos de Cerrado, reconhecidamente caracterizados por elevada acidez e baixa disponibilidade de nutrientes (SOUSA; LOBATO, 2004). Após a implantação dos tratamentos, os resultados de 2025 revelaram melhora expressiva em todos os parâmetros avaliados, com elevação do pH, da soma de bases, dos teores de cálcio, fósforo e matéria orgânica, além de redução consistente da saturação por alumínio, indicando ambiente químico menos tóxico e mais favorável ao desenvolvimento radicular (FAGERIA; BALIGAR, 2008). Tais evidências demonstram que as práticas de adubação adotadas foram eficazes na recuperação da fertilidade do solo, reafirmando a relevância do manejo nutricional adequado como estratégia indispensável para a produtividade dos sistemas agrícolas em solos de Cerrado (MARTHA JÚNIOR et al., 2007).

Tabela 5 – Análise química do solo na camada de 0-20 cm, coletado antes da implantação dos tratamentos

Propriedades	Unidade de Medida	Teor
Macronutrientes		
Cálcio (Ca)	cmolc/dm ³	0,61
Magnésio (Mg)		0,06
Potássio (K)		0,07
Fósforo (P) Mehlich ⁻¹	mg/dm ³	0,37
Elementos Limitantes		
Hidrogênio (H) + Alumínio (Al)	cmolc/dm ³	6,10
Alumínio (Al)		0,50
Parâmetros		
pH		4,10
Areia		54,57
Silte	%	10,43
Argila		35
C.T.C Potencial (T)	cmolc/dm ³	6,84
Soma de bases (SB)		0,74
Matéria Orgânica (M.O)	g dm ³	1,69

*C.T.C = capacidade de troca cátions

*pH = potencial hidrogeniônico

Fonte: TEIXEIRA, 2022

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos nas três coletas realizadas, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos para as variáveis altura de planta (AP), teor relativo de clorofila (TRC) e massa seca da parte aérea (MSPA), embora tendências numéricas tenham sido identificadas, especialmente para o T3. O tratamento T3 (adubação mineral de base com NPK + 100 kg de N em cobertura em duas aplicações) apresentou as maiores médias numéricas nas variáveis TRC e MSPA na primeira e segunda coletas, evidenciando o efeito positivo do parcelamento do nitrogênio sobre o desenvolvimento do capim-marandu. O parcelamento favorece maior sincronismo entre a disponibilidade de N no solo e a demanda da planta, reduzindo perdas por volatilização e lixiviação e promovendo maior absorção e acúmulo de fitomassa.

A ausência de significância estatística pode ser atribuída ao estágio inicial do experimento, às condições climáticas adversas registradas no período, especialmente a baixa precipitação e as elevadas temperaturas em outubro de 2025, e ao elevado coeficiente de variação observado em algumas variáveis.

Quanto à fertilidade do solo, as análises de 2025 evidenciaram melhora expressiva em todos os atributos químicos avaliados em relação à condição inicial de 2022, confirmando a eficácia das práticas de adubação adotadas na recuperação do solo, e na criação de condições mais favoráveis ao desenvolvimento da *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

REFERÊNCIAS

ABIEC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. **Beef report 2025: perfil da pecuária no Brasil**. São Paulo: ABIEC, 2025.

ABREU, João Lucas da Silva. **Estratégias de correção da fertilidade do solo para a produtividade e desenvolvimento radicular no capim Marandu**. 2023. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação Integrada em Zootecnia nos Trópicos, Araguaína, 2023.

ALVARES, Clayton Alcarde et al. **Köppen's climate classification map for Brazil**. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ALEXANDRINO, Eduardo; VAZ, Ricardo Gomes de Moura Vieira; SANTOS, Aureliano Carvalho. **Características da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o seu estabelecimento submetida a diferentes doses de nitrogênio**. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 886–893, 2010.

ARAUJO, Simone Alves Cordeiro et al. **Crescimento de gramíneas forrageiras tropicais submetidas ao déficit hídrico**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 40, n. 1, p. 134–140, 2011.

BAPTISTELLA, José Luiz Corrêa et al. ***Urochloa spp.* and the challenges of studying C4 photosynthesis: how can adaptations to environments with fluctuating CO2 concentrations and water availability improve yield?** *Plants*, v. 9, n. 6, p. 1-28, 2020.

BARBEDO, Andréia Santos Corrêa et al. **Adubação nitrogenada e potássica na produção de cultivares de *Urochloa brizantha***. *Research, Society and Development, Vargem Grande Paulista*, v. 9, n. 9, p. 1-17, 2020.

BARBERO, Rafael Pineda et al. **Potencial de produção de bovinos de corte em pastagens tropicais: revisão de literatura**. *Ciência Animal Brasileira*, v. 22, e69609, 2021.

BERNARDI, Alberto Carlos de Campos et al. **Fertilidade do solo e manejo da adubação em pastagens**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2022.

BERNARDI, Alberto Carlos de Campos et al. **Variable rate fertilization and efficient use of nutrients in pastures**. 2024.

BENÍCIO, Luíz Paulo Figueredo; OLIVEIRA, Igo Moreira. **Produtividade de pastagens de *Brachiaria brizantha*, c.v. Marandu em função de níveis de adubação fosfatada e calagem**. *PUBVET, Londrina*, V. 5, N. 13, Ed. 160, Art. 1079, 2011.

BETTIOL, Wagner et al. **Matéria orgânica e atividade biológica do solo em sistemas agrícolas tropicais**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2023.

BONFIM-DA-SILVA, Edna Maria; MONTEIRO, Francisco Antonio. **Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim-braquiária proveniente de área de pastagem degradada**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 4, p. 1289-1297, 2006.

BONFIM-SILVA, Edna Maria et al. **Produção e morfologia do capim-marandu submetido ao estresse hídrico**. Revista Caatinga, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 142-149, 2011.

BORGES, Wellington Luiz de Barros et al. **Fontes de nutrientes para as culturas: adubos orgânicos, minerais e organominerais**. Informações Agronômicas, n. 169, p. 1-12, 2020.

CABRAL, Carlos Eduardo Avelino; CABRAL, Carla Heloisa Avelino; SANTOS, Alyce Raiana Monteiro; MOTTA, Aline Müller; MOTA, Lucas Gímenes. **Impactos técnico-econômicos da adubação de pastos**. Nativa, Sinop, v. 9, n. 2, p. 173-181, 2021. DOI: 10.31413/nativa.v9i2.12047.

CASTRO, José Marcos Cardoso et al. **Eficiência da adubação orgânica em forrageiras tropicais**. Agropecuária Científica no Semiárido, v. 12, n. 2, p. 98-106, 2016.

CHERUBIN, Mauricio Roberto et al. **Matéria orgânica do solo em áreas de pastagens no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2023.

COSTA, Newton de Lucena et al. **Matéria orgânica do solo e disponibilidade de nitrogênio para gramíneas forrageiras**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Porto Velho, n. 48, p. 1-22, 2006.

COSTA, Newton de Lucena et al. **Adubação nitrogenada em gramíneas forrageiras tropicais: eficiência produtiva e nutricional**. Research, Society and Development, v. 11, n. 5, 2022.

CÔRTEZ, Isabella Hoske Gruppioni et al. ***Urochloa brizantha* (Syn. *Brachiaria brizantha*)**. 2022.

CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa et al. **Lasting effect of *Urochloa brizantha* on a common bean-wheat-maize rotation in a medium-term no-till system**. Frontiers in Sustainable Food Systems, v. 7, 2023. DOI: 10.3389/fsufs.2023.940996.

EMBRAPA. **Capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu)**. Brasília: Embrapa, 2020.

EPAMIG. **Efeito residual da adubação no cultivo sucessivo de culturas anuais**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 21, n. 205, p. 30-38, 2000.

ESTRELA, Maria da Silva. **Efeito residual de adubação orgânica sobre a fertilidade do solo e a produtividade de culturas**. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 13, n. 2, p. 95-103, 2018.

EUCLIDES, Valéria Pacheco Batista et al. **Intensificação da produção animal em pastagens tropicais**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2019.

FAGERIA, Nand Kumar. **Nitrogen Management in Crop Production**. Boca Raton: CRC Press, 2014.

FAGERIA, Nand Kumar; MOREIRA, Adriano. **The role of mineral nutrition on root growth of crop plants**. *Advances in Agronomy*, v. 110, p. 251-331, 2011.

FAGERIA, Nand Kumar; BALIGAR, Virupax Chandrashekar. **Ameliorating soil acidity of tropical oxisols by liming for sustainable crop production**. *Advances in Agronomy*, San Diego, v. 99, p. 345-399, 2008.

FAGUNDES, José Luiz et al. **Acúmulo de forragem em pastagens de *Brachiaria decumbens* adubadas com nitrogênio**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 40, n. 4, p. 397-403, 2005.

GLATZLE, Stephan et al. **Integrated land-use systems contribute to restoring water cycles in the Brazilian Cerrado biome**. *Land*, v. 13, n. 2, p. 221, 2024. DOI: 10.3390/land13020221.

GOOGLE. **Google Earth**. Disponível em: [Google Earth](https://www.google.com/earth/). Acesso em: 20 mar. 2026.

GOMES, João Alves et al. **Adubação orgânica e suas implicações sobre as propriedades físicas e químicas do solo**. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 3, n. 2, p. 1-9, 2008.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados meteorológicos: estações automáticas**. Brasília: INMET, [2026]. Disponível em: [INMET Dados Históricos](https://portal.inmet.gov.br/dados-historicos). Acesso em: 03 mar. 2026.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil 1991–2020: Palmas – TO**. Brasília: INMET, 2022. Disponível em: [INMET Normais Climatológicas](https://portal.inmet.gov.br/normais-climatologicas). Acesso em: 12 maio 2026.

JUNIOR, R. B. **Fertilizantes minerais: vantagens, limitações e perspectivas de uso**. *Informações Agronômicas*, n. 167, p. 1-8, 2019.

LAVRES JÚNIOR, José; MONTEIRO, Francisco Antonio. **Perfilhamento, área foliar e teor de clorofila do capim-mombaça submetido a doses de nitrogênio**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1609-1617, 2003.

MARTHA JÚNIOR, Geraldo Bueno et al. **Adubação nitrogenada em pastagens: eficiência e recuperação aparente do nitrogênio**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004.

MARTHA JÚNIOR, Geraldo Bueno et al. **Manejo da fertilidade do solo em pastagens tropicais**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007.

MELO, Gabriel Martins Pereira et al. **Produção de matéria seca e características estruturais do capim-marandu sob adubação nitrogenada**. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia, v. 8, n. 2, p. 1-9, 2021.

NAMAZZI, C. et al. **Adaptability of *Urochloa* species to low-fertility soils in tropical environments**. *Grass and Forage Science*, v. 75, n. 3, p. 285-296, 2020.

NUNES, Renato de Souza et al. **Crops' Yield and Roots Response to Soil Phosphorus Distribution Resulting From Long-Term Soil and Phosphate Fertilization Management Strategies**. *Frontiers in Agronomy*, v. 3, 2021. DOI: 10.3389/fagro.2021.757100.

OCHOA MARTÍNEZ, Eduardo. **Reciclagem de nutrientes na produção agropecuária: adubação orgânica como estratégia de mitigação ambiental**. *Agroecologia*, v. 12, n. 1, p. 18-24, 2017.

PENTEADO, Sebastião Roberto. **Adubação orgânica: aproveitamento dos resíduos orgânicos**. Campinas: Via Orgânica, 2001.

PEZZOPANE, José Ricardo Macedo et al. **Respostas morfofisiológicas de gramíneas forrageiras ao déficit hídrico**. *Boletim de Indústria Animal*, Nova Odessa, v. 72, n. 2, p. 173-181, 2015.

PRIMAVESI, Ana Carolina et al. **Adubação nitrogenada em capim-coastcross: efeitos no teor de clorofila e na produção**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 6, p. 1713-1720, 2004.

PRIMAVESI, Odo et al. **Indicadores nutricionais e índice SPAD em gramíneas forrageiras adubadas com nitrogênio**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006.

REIS, João Silva et al. **Adubação orgânica e seus efeitos sobre a fertilidade do solo e a produtividade de culturas**. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 44, n. 2, p. 213-224, 2021.

REIS, Ricardo Andrade et al. **Índice SPAD e eficiência fotossintética de *Urochloa brizantha* submetida à adubação nitrogenada**. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v. 17, n. 2, p. 1-8, 2022.

ROCHA, Gabriel Oliveira et al. **Crescimento inicial de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida à adubação nitrogenada**. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 45612-45624, 2020.

ROCHA JUNIOR, Valdir Rocha et al. **Alternativas de adubação para pastagens e uso de resíduos orgânicos na pecuária**. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 17, n. 3, p. 515-528, 2016.

RUDNICK, Vanessa Aparecida de Souza et al. **Efeito do uso e manejo da pastagem na fertilidade do solo**. Embrapa Rondônia, 2015.

SALES, Elvino Ferreira et al. **Morfogênese e produção do capim-marandu sob doses de nitrogênio**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2137-2148, 2014.

SANTIAGO, Alexandre Dias; ROSETTO, Raffaella. **Adubação orgânica: características e vantagens do uso de fontes naturais**. *Informe Agropecuário*, v. 41, n. 304, p. 25-33, 2020.

SANTOS, Mércia Virginia et al. **Esterco bovino na produção de gramíneas forrageiras tropicais**. *Revista Agro@mbiente On-line*, Boa Vista, v. 10, n. 4, p. 321-329, 2016.

SANTOS, Patrícia Menezes et al. **Parcelamento da adubação nitrogenada em capim-marandu**. Boletim de Indústria Animal, Nova Odessa, v. 77, p. 1-11, 2020.

SANTOS, Patrícia Menezes; CRUZ, Pedro Gomes; ARAUJO, Luiz Carlos; PEZZOPANE, José Ricardo Macedo; VALLE, Cacilda Borges do; PEZZOPANE, Ciro Guedes. **Response mechanisms of *Brachiaria brizantha* cultivars to water deficit stress**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 42, n. 11, p. 767–773, 2013. DOI: 10.1590/S1516-35982013001100001.

SILVA, Daniel Rodrigues Gomes et al. **Efeito residual da adubação fosfatada em cultivos sucessivos de feijão-caupi**. Revista Caatinga, v. 27, n. 3, p. 192-200, 2014.

SILVA, Leandro da Luz; RIBON, Anderson Antonio; BACKES, Clarice. **Carbono e matéria orgânica do solo em sistema de manejo de produção de pastagem: uma revisão sistemática com meta-análise**. Agrarian, v. 16, n. 56, 2023.

SILVA, Sila Carneiro et al. **Adubação orgânica como alternativa à fertilização mineral em pastagens: revisão**. Ciência Rural, v. 43, n. 8, p. 1512-1519, 2013.

SILVA, Thiago Oliveira et al. **Aspectos fisiológicos do capim-marandu sob estresse hídrico**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 13, n. 2, p. 214-221, 2018.

SILVA, Valdinei José et al. **Características produtivas do capim-marandu sob doses de nitrogênio**. Revista Agropecuária Técnica, Areia, v. 34, n. 1, p. 118-125, 2013.

SOARES, João Paulo Guimarães et al. **Manejo da fertilidade de solos em áreas de pastagem orgânica**. Embrapa, 2018.

SORATTO, Rogério Peres et al. **Efficiency and residual effect of alternative potassium sources in grain crops**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 56, 2021. DOI: 10.1590/S1678-3921.pab2021.v56.02686.

SOUSA, Dirceu Maximino Fernandes; LOBATO, Edson. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

SOUZA, Fernando Henrique Dutra et al. **Produção de matéria seca de gramíneas forrageiras sob adubação fosfatada e nitrogenada**. Revista de Ciências Agrárias, Belém, v. 61, p. 1-7, 2018.

TEIXEIRA, Istéfany Gabriela da Silva. **Fontes orgânica e mineral na adubação nitrogenada sob sistema de integração lavoura-pecuária no Cerrado**. 2023. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), Campus Palmas, Palmas-TO, 2023.

TOLEDO, Diego Monteiro et al. **Manejo nutricional e prevenção da degradação em pastagens de *Urochloa brizantha***. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales, v. 10, n. 1, p. 45-55, 2022.

UFSCar. **Planilha eletrônica para análise estatística via ANOVA e teste de Tukey**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2026.

VIDIGAL, Sérgio Maurício et al. **Efeito imediato e residual da adubação orgânica sobre a fertilidade do solo.** Horticultura Brasileira, v. 13, n. 1, p. 31-35, 1995.

VILELA, Lourival et al. **Calagem e adubação para pastagens tropicais no Cerrado.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2017.

WADT, Paulo Guilherme Salvador; DIAS FILHO, Moacyr Bernardino; SOARES, João Paulo Guimarães. **Manejo do solo em pastagens plantadas.** Embrapa Acre, 2005.