



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA



GEAN DA SILVA MENDES

**PRODUTIVIDADE E RESPOSTA MORFOLÓGICA DO CAPIM ANDROPOGON
(*ANDROPOGON GAYANUS*) SUBMETIDA Á DIFERENTES NÍVEIS DE
ADUBAÇÃO FOLIAR**

**Corrente
2025**



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA



GEAN DA SILVA MENDES

**PRODUTIVIDADE E RESPOSTA MORFOLÓGICA DO CAPIM ANDROPOGON
(*ANDROPOGON GAYANUS*) SUBMETIDA Á DIFERENTES NÍVEIS DE
ADUBAÇÃO FOLIAR**

Trabalho apresentado como pré-requisito para
avaliação e obtenção de nota na disciplina
Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de
Bacharelado em Zootecnia, da Universidade
Estadual do Piauí – UESPI, Campus Jesualdo
Cavalcanti.

Orientador (a) Prof^ª.: Dr^a. Juliana da Silva
Barros

**Corrente
2025**



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA



GEAN DA SILVA MENDES

JULIANA DA SILVA BARROS

**PRODUTIVIDADE E RESPOSTA MORFOLÓGICA DO CAPIM ANDROPOGON
(*ANDROPOGON GAYANUS*) SUBMETIDA Á DIFERENTES NÍVEIS DE
ADUBAÇÃO FOLIAR**

Banca examinadora

Prof.^a. Dr.^a. Juliana da Silva Barros (UESPI)
Orientadora

Prof.^a. Dr.^a. Elizângela Oliveira Cardoso Santana

Prof.^a. Dr.^a. Lizandra de Sousa Luz Duarte

**Corrente
2025**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho com profundo carinho e gratidão aos meus pais, Constantino Mendes da Silva e Quêle Rejânia da Silva Mendes, que sempre acreditaram em mim e foram meu porto seguro em todos os momentos. Cada conquista que alcanço é reflexo do amor, dos ensinamentos e da força que recebi de vocês. Às minhas irmãs, Kariane da Silva Mendes e Benedita da Silva Mendes, pelo incentivo e apoio constante, que me deram forças para continuar firme nesta caminhada. À minha orientadora e coordenadora, professora Juliana Barros, pelo exemplo de dedicação, paciência e compromisso com a formação de seus alunos. À minha família e aos colegas de curso, que compartilharam comigo momentos de esforço, aprendizado e alegria, tornando essa jornada mais leve e significativa. Ao Curso de Zootecnia da Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Campus Deputado Jesualdo Cavalcante, pela oportunidade de aprendizado, pelo acolhimento e pela base sólida de conhecimento que me permitiram chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela saúde, sabedoria e pela oportunidade de concluir mais esta etapa tão importante da minha vida. Aos meus pais, Constantino Mendes da Silva e Quêle Rejânia da Silva Mendes, e às minhas irmãs, Kariane da Silva Mendes e Benedita da Silva Mendes, pela dedicação, amor e pelo exemplo de honestidade e perseverança, que sempre me motivaram a nunca desistir diante das dificuldades. Tudo o que conquistei é reflexo do apoio e da confiança que depositaram em mim. À minha orientadora e coordenadora do curso de Zootecnia, professora Juliana Barros, pela paciência, orientação e comprometimento ao longo da elaboração deste trabalho. À minha família em geral, que mesmo de longe sempre torceu pelo meu sucesso, e aos meus colegas de curso, que compartilharam comigo momentos de aprendizado, desafios e conquistas, tornando essa trajetória mais enriquecedora e especial. Ao Curso de Zootecnia da Universidade Estadual do Piauí – UESPI, pela oportunidade de aprendizado, pelo acolhimento e pela base sólida de conhecimento que me permitiram chegar até aqui.

RESUMO

MENDES, Gean da Silva. **Produtividade e resposta morfológica do capim *Andropogon (Andropogon Gayanus)* submetida a diferentes níveis de adubação foliar.** Corrente: Universidade Estadual do Piauí, 2025.

O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes níveis de adubação foliar nitrogenada sobre o crescimento morfogênico e a produtividade do capim *Andropogon (Andropogon Gayanus)*, espécie forrageira de grande importância em sistemas pecuários tropicais. O experimento foi conduzido em estufa no campus da Universidade Estadual do Piauí – UESPI, em Corrente-PI, utilizando delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos de adubação foliar à base do Aggro Folhas Completo 20-10-10 + Micros (0; 50; 100; 150 g/L) e três repetições, totalizando 12 unidades experimentais. Foram avaliadas a altura, comprimento, largura das folhas, número de perfilhos e área foliar, durante 45 dias. Os resultados evidenciaram que a concentração de 50 g/L proporcionou os melhores índices de crescimento, com maior comprimento e largura foliar, além de maior perfilhamento, indicando um efeito positivo e equilibrado da adubação foliar sobre o desenvolvimento da forrageira. Em contrapartida, concentrações mais elevadas (100 e 150 g/L) provocaram efeitos negativos, semelhantes ao controle, com redução acentuada das características avaliadas, sugerindo possível fitotoxicidade. Conclui-se que a adubação foliar nitrogenada, quando aplicada em doses adequadas, pode ser uma ferramenta eficaz para potencializar o desempenho do capim *Andropogon*, representando uma alternativa complementar à adubação de solo. Entretanto, é necessário atentar para a definição precisa de doses e manejo, a fim de evitar perdas de desempenho e garantir maior eficiência na utilização dos nutrientes.

Palavras-chave: Adubação foliar, forrageira tropical, nitrogênio, perfilhamento e produtividade.

ABSTRACT

MENDES, Gean da Silva. **Productivity and morphological response of *Andropogon* grass (*Andropogon Gayanus*) subjected to different levels of foliar fertilization.** Corrente: Universidade Estadual do Piauí, 2025.

The present study aimed to evaluate the effects of different levels of foliar nitrogen fertilization on the morphogenic growth and productivity of *Andropogon* grass (*Andropogon gayanus*), a forage species of great importance in tropical livestock systems. The experiment was conducted in a greenhouse at the State University of Piauí – UESPI, Campus Deputado Jesualdo Cavalcante, in Corrente-PI, using a completely randomized design (CRD), with four foliar fertilization treatments based on Aggro Folhas Completo 20-10-10 + Micros (0, 50, 100, and 150 g/L) and three replications, totaling 12 experimental units. The variables evaluated included plant height, leaf length and width, number of tillers, and leaf area over 45 days. The results showed that the 50 g/L concentration provided the best growth indices, with greater leaf length and width, as well as higher tillering, indicating a positive and balanced effect of foliar fertilization on forage development. In contrast, higher concentrations (100 and 150 g/L) caused negative effects similar to the control, with a marked reduction in the evaluated characteristics, suggesting possible phytotoxicity. It is concluded that foliar nitrogen fertilization, when applied at appropriate doses, can be an effective tool to enhance the performance of *Andropogon* grass, representing a complementary alternative to soil fertilization. However, it is necessary to pay attention to the precise definition of doses and management practices to avoid performance losses and ensure greater nutrient use efficiency.

Keywords: Foliar fertilization, tropical forage, nitrogen, tillering, and productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Análise química do solo utilizado no experimento.....	13
Figura 2 - Comprimento das folhas em função do tratamento	14
Figura 3 - Largura das folhas em função do tratamento.....	15
Figura 4 - Número de perfilhos em função do tratamento.	16
Figura 5 - Número de folhas mortas em função do tratamento.	17

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL - Alumínio

CA - Cálcio

DIC - Delineamento Inteiramente Casualizado

DVF - Duração da vida da folha

FDA - Fibra em detergente ácido

FDN - Fibra em detergente neutro, - Fibra em detergente neutro

K - Potássio

KC - Cloreto de potássio

MG - Magnésio

MS - Matéria seca

N - Nitrogênio

NA - Sódio

P - Fósforo

PI - Piauí

TAF - Taxa de aparecimento de folhas

TALF - Taxa de alongamento foliar

TP - Taxa de perfilhamento

UESPI - Universidade Estadual do Piauí

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
2.1. Importância do capim Andropogon (<i>Andropogon Gayanus</i>) na produção animal	8
2.2. Morfogênese e variáveis de crescimento	9
2.3. Papel e desempenho do nitrogênio	10
2.4. Adubação foliar e manejo nutricional	11
2.5. Importância e estratégias de manejo.....	11
3. MATERIAIS E MÉTODOS	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	14
4.1. Comprimento das folhas em função do tratamento	14
4.2. Largura das folhas em função do tratamento	15
4.3. Número de perfilhos em função do tratamento	16
4.4. Número de folhas mortas em função do tratamento	17
5. CONCLUSÃO.....	18

1. INTRODUÇÃO

O capim *Andropogon* (*Andropogon Gayanus*), originário do continente africano, é uma forrageira bastante utilizada em sistemas de produção animal nas regiões tropicais. Seu uso é favorecido pela adaptação a solos de baixa fertilidade, resistência a condições ambientais adversas e elevada produção de matéria seca, características que contribuem para a recuperação de áreas de pastagens degradadas. Um dos principais diferenciais da espécie é a tolerância a solos ácidos e pedregosos, embora ainda haja limitações quanto ao aproveitamento máximo de seu potencial produtivo, especialmente no que se refere ao manejo nutricional (EUCLIDES et al., 2010).

A adubação nitrogenada do solo é uma prática consolidada, porém a aplicação foliar tem recebido atenção crescente, devido à rápida absorção dos nutrientes e à possibilidade de ajustes pontuais, com maior eficiência (SANCHÊS et al., 2020; BESERRA, 2021). Essa técnica pode interferir em características morfogênicas relevantes, como o perfilhamento, o alongamento das folhas e o índice de área foliar, fatores diretamente relacionados à produção de biomassa (VANTINI et al., 2008; MAGALHÃES et al., 2009). Entretanto, ainda são escassas as pesquisas sobre os efeitos de diferentes níveis de adubação foliar no desempenho do capim *Andropogon*, o que dificulta sua aplicação em larga escala.

Estudos realizados com o capim *Andropogon* (*Andropogon Gayanus*) destacam que a produtividade em matéria seca pode responder positivamente a aumentos na adubação nitrogenada, embora os ganhos dependam da dose, da época de aplicação e da frequência de corte. Por exemplo, em um experimento no Cerrado, diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio (200; 400; 600; 800 kg N/ha/ano) aplicadas ao capim *Andropogon* resultaram em aumentos significativos de produção de matéria seca, especialmente nos níveis mais elevados de nitrogênio, embora os efeitos da irrigação tivessem menor magnitude (EMBRAPA, 2006).

Além disso, pesquisas demonstram que o teor de proteína bruta decresce com o avanço da idade de corte (passando de cerca de 15% para valores próximos de 6-7%) em *Andropogon*, ao passo que as frações de carboidratos não fibrosos diminuem e as de fibra (FDN e FDA) aumentam, prejudicando digestibilidade (SILVA et al., 2014). Essas evidências reforçam que, embora a adubação nitrogenada convencional (via solo) já seja essencial, há espaço para explorar estratégias alternativas, como a aplicação foliar, otimizadas quanto ao momento, dose e interação com o estágio de desenvolvimento da planta.

Diante da necessidade de sistemas mais eficientes, investigar os impactos da adubação foliar em forrageiras tropicais é essencial, pois essa estratégia pode aumentar a eficiência do

uso de nutrientes, reduzir a aplicação indiscriminada de fertilizantes no solo e elevar a produtividade forrageira, em comparação com práticas agrícolas mais rentáveis e ambientalmente responsáveis (SANTOS et al., 2021; FERREIRA et al., 2022). Ressalta-se ainda que as respostas das plantas variam conforme o estágio de desenvolvimento e as condições do ambiente, exigindo ajustes de dose e frequência de aplicação para otimizar os resultados (GARCIA et al., 2022; ZHANG et al., 2023).

Assim, este estudo tem como objetivo avaliar os efeitos de diferentes níveis de adubação foliar nitrogenada sobre o crescimento morfogênico e a produtividade do capim *Andropogon*, a fim de subsidiar recomendações técnicas mais adequadas para o manejo da espécie.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância do capim *Andropogon* (*Andropogon Gayanus*) na produção animal

O capim *Andropogon* (*Andropogon Gayanus*) é uma gramínea forrageira de grande relevância para sistemas de produção animal em regiões tropicais, notadamente no Brasil. Sua adaptabilidade a condições adversas, como solos ácidos, de baixa fertilidade e períodos de estiagem prolongada, o torna uma escolha estratégica para a pecuária, especialmente em biomas como o Cerrado, onde essas características edafoclimáticas são comuns (SCHINDEL et al., 2022). Essa rusticidade permite sua exploração em áreas onde outras espécies forrageiras mais exigentes teriam dificuldades em se estabelecer e manter produtividade satisfatória.

A capacidade do *Andropogon* de produzir elevada biomassa mesmo sob condições de estresse hídrico e nutricional é um diferencial. Essa característica o posiciona como uma ferramenta essencial não apenas para a manutenção da capacidade de suporte das pastagens existentes, mas também para a recuperação de áreas degradadas (DE LUCENA COSTA et al., 2025). Ao ser introduzido em pastagens com baixo desempenho, o *Andropogon* contribui para a melhoria da cobertura do solo, controle da erosão e restauração da produtividade, alinhando-se aos princípios da intensificação sustentável.

O trabalho de melhoramento genético desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) resultou em cultivares com características agrônômicas superiores. Estudos recentes têm avaliado o desempenho de bovinos em pastagens de *Andropogon*, evidenciando que, com manejo adequado, é possível alcançar bons índices de ganho de peso. A persistência e adaptabilidade, demonstram a importância contínua do *Andropogon* como base forrageira em sistemas de recria e engorda (CARVALHO et al., 2021).

Além de seu uso no pastejo contínuo ou rotacionado, o *Andropogon Gayanus* é também valorizado pela sua versatilidade na conservação de forragens. A produção de feno ou silagem a partir dessa gramínea oferece uma alternativa para suplementação alimentar dos animais em períodos de escassez de pasto, garantindo a continuidade da produção. Essa flexibilidade de manejo, aliada à sua tolerância a condições desafiadoras, reforça a posição do *Andropogon* como um componente-chave para enfrentar os desafios dos sistemas de produção animal (JAYME et al., 2022).

2.2. Morfogênese e variáveis de crescimento

A morfogênese do capim *Andropogon Gayanus* compreende os processos de formação e desenvolvimento de suas estruturas, como folhas, colmos e perfilhos. Variáveis morfogênicas, como a taxa de aparecimento de folhas (TAF), taxa de alongamento foliar (TALF), duração da vida da folha (DVF) e a taxa de perfilhamento (TP), são cruciais para entender o crescimento da planta e sua resposta a diferentes condições. Esses parâmetros são intrinsecamente influenciados por fatores genéticos da cultivar, condições ambientais (temperatura, luminosidade, umidade) e, significativamente, pelo manejo da pastagem, determinando o tamanho e a produtividade do dossel forrageiro (LIMA et al., 2020).

Estudos detalhados sobre a morfogênese de cultivares de *Andropogon* sob diferentes idades de rebrota têm revelado variações significativas no ritmo de crescimento e na estrutura foliar. Por exemplo, períodos de descanso mais longos podem resultar em maior acúmulo de biomassa, mas também em aumento da senescência foliar, afetando a qualidade da forragem (CAVALCANTI et al., 2020). A compreensão dessas dinâmicas é fundamental para otimizar o manejo e maximizar a utilização da pastagem pelos animais.

Ajustes precisos no manejo da pastagem, como a definição de dias de descanso ou a altura de corte, são ferramentas poderosas para modular as variáveis morfogênicas e estruturais do capim. Por exemplo, cortes mais baixos ou frequentes podem estimular o perfilhamento, enquanto cortes mais altos e menos frequentes podem favorecer o acúmulo de massa seca e a acumulação de reservas (SOUSA et al., 2018).

Pesquisas recentes têm explorado a relação entre a eficiência no uso de nutrientes, como o fósforo, e a adaptação morfogênica e estrutural em gramíneas tropicais, incluindo o *Andropogon*. Genótipos que demonstram maior eficiência na absorção e utilização de fósforo tendem a apresentar melhor desempenho em solos de baixa fertilidade, produzindo maior biomassa e mantendo características morfogênicas favoráveis mesmo sob restrições nutricionais (SILVA JÚNIOR et al., 2022). Essa linha de pesquisa busca identificar e

desenvolver cultivares mais adaptadas e produtivas em ambientes com baixa disponibilidade de nutrientes.

2.3. Papel e desempenho do nitrogênio

O nitrogênio (N) é amplamente reconhecido como o nutriente que mais limita a produtividade de gramíneas forrageiras em sistemas tropicais, e o capim *Andropogon Gayanus* não é exceção. A aplicação de N adequado no solo é necessário para impulsionar taxas de alongamento foliar, aumentar o perfilhamento e, conseqüentemente, elevar a produtividade total de forragem. A disponibilidade de nitrogênio influencia diretamente a síntese de proteínas e clorofila, elementos essenciais para o crescimento vegetativo e a capacidade fotossintética da planta, impactando diretamente o valor nutritivo (COSTA et al., 2016).

Doses adequadas de nitrogênio podem encurtar significativamente os ciclos de rebrota do *Andropogon*, permitindo um maior número de pastejos ou cortes ao longo do ano e, assim, aumentando a capacidade de suporte da pastagem. No entanto, é fundamental que a aplicação de N seja balanceada; o excesso de nitrogênio, especialmente sem um manejo adequado da pastagem (como altura de corte ou pressão de pastejo), pode levar a um crescimento excessivo e, paradoxalmente, aumentar a taxa de senescência foliar, resultando em perdas de qualidade e quantidade de forragem aproveitável (BESERRA et al., 2021).

A compreensão das fontes e tecnologias de aplicação de nitrogênio é vital para otimizar a resposta do *Andropogon*. Estudos comparativos com outras gramíneas tropicais de alto potencial têm demonstrado que a escolha da fonte de N (ex: ureia, sulfato de amônio), o momento da aplicação e o método (a lanço, incorporado) influenciam positivamente o crescimento, o status fisiológico da planta e a qualidade nutricional da forragem produzida. Esse ajuste da adubação nitrogenada é fundamental para maximizar o retorno do investimento e minimizar perdas de nutrientes para o ambiente (BERNARDI et al., 2018).

Além de seu impacto direto na produtividade, o nitrogênio também desempenha um papel importante na melhoria da tolerância do *Andropogon* a estresses abióticos, como a seca. Plantas bem nutridas com N tendem a desenvolver sistemas radiculares mais robustos e a ter maior eficiência no uso da água, tornando-as mais resilientes a períodos de escassez hídrica. Esse efeito indireto da adubação nitrogenada contribui para a estabilidade da produção de forragem em condições climáticas variáveis, um aspecto crítico para a pecuária em regiões tropicais e semiáridas (DE FREITAS MARTINS et al., 2025).

2.4. Adubação foliar e manejo nutricional

A adubação foliar emerge como uma estratégia complementar à fertilização do solo, oferecendo uma via rápida para a suplementação de nutrientes, especialmente o nitrogênio, em fases críticas do ciclo de desenvolvimento do capim *Andropogon* (*Andropogon Gayanus*). Esta técnica permite que os nutrientes sejam absorvidos diretamente pelas folhas, o que pode ser vantajoso para correções emergenciais ou para suprir demandas específicas da planta em momentos de alta exigência metabólica, onde a absorção via solo pode ser mais lenta ou limitada devido a condições edáficas (REIS, 2021).

No entanto, evidências de campo sugerem que, quando utilizada isoladamente, a adubação foliar pode apresentar um efeito limitado na massa total de forragem produzida, principalmente se o solo não estiver adequadamente fertilizado com os nutrientes essenciais. A fertilização foliar é mais eficaz como um complemento a um programa de adubação de base no solo, que garante a disponibilidade contínua dos macros e micronutrientes necessários para o desenvolvimento pleno da planta e para o alcance de altos potenciais produtivos (MAMMANA, 2022).

Ensaios comparando diferentes vias de aplicação de nitrogênio, como a foliar (utilizando ureia líquida, por exemplo) versus a aplicação ao solo (com ureia granulada), indicam que cada método tem seu papel. A via foliar pode ser particularmente útil para melhorar atributos específicos de qualidade da forragem em curto prazo ou para fornecer um aumento rápido de N antes de um evento de pastejo ou corte, promovendo a recuperação rápida da pastagem. Contudo, para impulsionar a produtividade total de biomassa e assegurar a longevidade da pastagem, a fertilização do solo permanece como a estratégia fundamental e indispensável (COSTA et al., 2016).

Pesquisas mais recentes continuam a investigar os efeitos da adubação foliar no *Andropogon*, mostrando que ela pode influenciar positivamente ao número de perfilhos e a área foliar, contribuindo para uma melhor estrutura do dossel e maior interceptação luminosa. É importante notar, contudo, que a magnitude desses efeitos pode variar significativamente em função das condições ambientais específicas e do tipo de solo (RIVERA et al., 2022).

2.5. Importância e estratégias de manejo

O *Andropogon Gayanus* é uma gramínea que se destaca por sua notável versatilidade, sendo empregada com sucesso tanto em sistemas pecuários extensivos, caracterizados por baixa intensificação, quanto em sistemas semi-intensivos, onde há um maior investimento em

tecnologias e manejo. A sua capacidade de adaptação a diferentes regimes de pastejo e a variadas condições edafoclimáticas permite que os produtores explorem seu potencial em diversas escalas de produção, tornando-o um pilar da pecuária em regiões tropicais (PEREIRA et al., 2016).

A adoção de estratégias de manejo integradas no cultivo do *Andropogon* contribui significativamente para o aumento da produtividade da pastagem. A combinação de uma nutrição balanceada, seja via solo ou foliar, com um controle adequado do período de descanso e da altura de saída do pastejo, resulta em maior acúmulo de biomassa e melhoria da qualidade nutricional da forragem (SERAFIM et al., 2015). Essas práticas não apenas promovem um crescimento mais vigoroso da planta, mas também otimizam a eficiência no uso de recursos hídricos e minerais.

Além de sua relevância para a produção de forragem, o *Andropogon Gayanus* desempenha um papel fundamental na recuperação de pastagens degradadas, um problema sério em muitas regiões tropicais. Sua rusticidade e capacidade de estabelecer-se em solos empobrecidos permitem a rápida formação de cobertura vegetal, protegendo o solo contra a erosão, aumentando a matéria orgânica e melhorando a ciclagem de nutrientes. Adicionalmente, sua resistência natural a diversas pragas e doenças comuns em pastagens contribui para a longevidade e estabilidade dos sistemas produtivos (SOUSA JUNIOR et al., 2023).

Considerando todas essas características: alta produtividade, rusticidade, adaptabilidade e múltiplos benefícios ambientais, o *Andropogon Gayanus* se consolida como uma opção estratégica e indispensável para a intensificação sustentável da pecuária em ambientes tropicais. Ele oferece uma base forrageira robusta que suporta o aumento da lotação animal e a melhoria dos índices zootécnicos, ao mesmo tempo em que promove a saúde do solo e a resiliência do sistema produtivo (CABRAL et al., 2021).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Piauí – UESPI, campus de Corrente-PI, localizado no extremo sul do estado, com coordenadas geográficas 10.4418° S e - 45.1645° W (10° 26' 30" Sul, 45° 9' 52" Oeste). A execução ocorreu em uma estufa coberta com sombrite de 50%, pertencente à instituição, e a irrigação foi realizada manualmente de forma uniforme durante todo o período experimental.

Para a instalação do experimento, foram utilizados vasos plásticos, devidamente identificados e preenchidos com solo previamente peneirado e homogeneizado, nos quais foram semeadas 8 sementes de capim *Andropogon* (*Andropogon Gayanus*) por vaso. Após 14 dias da

semeadura, foi realizado o desbaste, deixando-se 4 plantas por vaso, sendo analisadas 3 folhas por planta. O delineamento adotado foi o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), adequado para ambientes homogêneos e controlados como estufas, facilitando a alocação aleatória dos tratamentos e simplificando a análise estatística.

Foram avaliados quatro tratamentos com diferentes concentrações de adubação foliar à base de nitrogênio, utilizando como solução fertilizante o Aggro Folhas Completo[®] 20-10-10 + Micros Fertilizante Mineral Misto: T1 (0 g/L, controle), T2 (50 g/L), T3 (100 g/L) e T4 (150 g/L), com três repetições cada, totalizando 12 unidades experimentais (vasos). As soluções foram aplicadas por borrifador logo após o desbaste, conforme recomendações do produto. As variáveis de crescimento foram avaliadas semanalmente do dia 0 ao dia 45, nos dias D0, D7, D14, D21, D28, D35, D42 e D45, incluindo altura da planta, número de perfilhos por planta, número de folhas vivas por perfilho, comprimento e largura média das folhas, além da área foliar estimada.

Além disso, foi realizada uma análise química do solo utilizado no experimento, com o objetivo de caracterizar a fertilidade inicial do substrato e subsidiar as recomendações de adubação, conforme Figura 1.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ - CAMPUS DE CORRENTE		LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLOS - LASO		PROPRIEDADE: 884001-001-1000	
SOLICITANTE: MARCELA SILVA PIMENTA		LOCALIDADE: STARIPI		DATA DA COLETA: 08/01/2025	
MUNICÍPIO: CORRENTE		PROPRIEDADE: 884001-001-1000		DATA DA ANÁLISE: 08/01/2025	
ANÁLISE QUÍMICA DE AMOSTRAS DE SOLOS		RELACIONES			
1ª de Análise	Descrição da amostra	pH (CaCl ₂)	pH (H ₂ O)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)
08/01/2025	Gleba Capim	6,23	6,18	212,00	0,14
COMPLEXO SORTIVO (cmol/dm ³)		Na	Mg	Ca + Mg	Ca
		0,00	0,00	0,00	0,00
ANÁLISE DA FERTILIDADE		Na	Mg	Ca + Mg	Ca
		0,00	0,00	0,00	0,00
OBSERVAÇÕES		Na	Mg	Ca + Mg	Ca
		0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 1 - Análise química do solo utilizado no experimento

A coleta das amostras foi feita previamente à instalação do experimento, seguindo os critérios técnicos estabelecidos. As análises foram conduzidas de acordo com os métodos descritos por Silva (2009) e Sousa & Lobato (2004), utilizando os seguintes extratores: KCl 1 mol/L para os teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al); Mehlich1 para fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na); acetato de cálcio para a acidez potencial (H+Al); e dicromato de

potássio para a quantificação da matéria orgânica. As informações obtidas serviram de base para interpretação da disponibilidade de nutrientes no solo e possíveis ajustes na adubação.

Os dados coletados durante o experimento foram organizados em planilhas eletrônicas e submetidos à análise estatística utilizando os softwares R (R Core Team, 2024) ou SISVAR (Ferreira, 2019). Foi realizada análise de variância (ANOVA) para verificar a existência de diferenças significativas entre os tratamentos (Sampaio, 2002). A normalidade dos resíduos foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk (Shapiro & Wilk, 1965), enquanto a homogeneidade das variâncias foi verificada pelos testes de Bartlett (Bartlett, 1937) e Levene (Levene, 1960). Em caso de significância estatística ($p < 0,05$), as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey (Tukey, 1949), adotando-se nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Comprimento das folhas em função do tratamento

O comprimento da folha é uma variável importante, pois está diretamente relacionado à capacidade fotossintética da planta, ao acúmulo de biomassa e à eficiência na interceptação de luz, fatores essenciais para o bom desempenho das forrageiras. O aumento do comprimento foliar reflete maior potencial de crescimento e aproveitamento dos nutrientes disponíveis, sendo, portanto, um indicativo do vigor e da resposta da planta à adubação (COSTA et al., 2013). Os dados de comprimento foliar em função dos diferentes níveis de adubação foliar nitrogenada são apresentados na Figura 2.

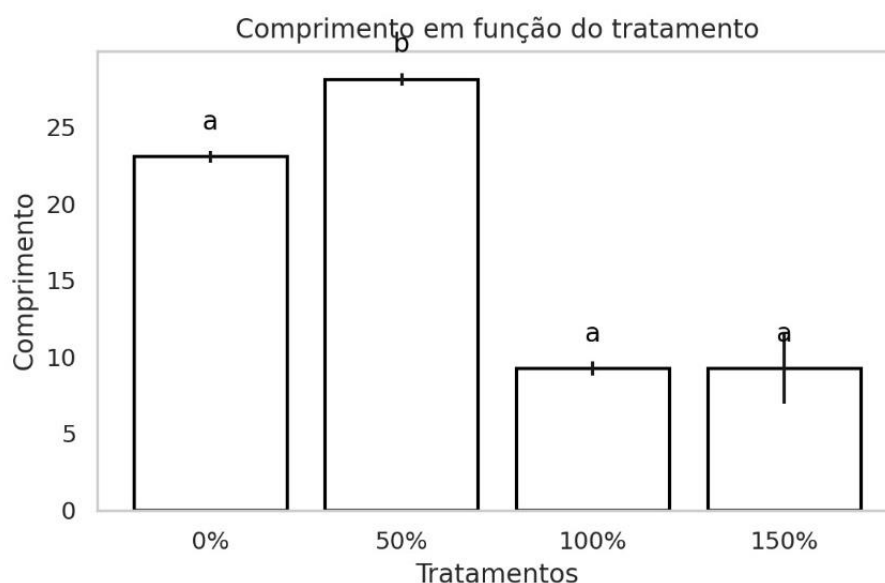


Figura 2- Comprimento das folhas em função do tratamento

O tratamento a 50 g/L demonstrou ser o mais eficaz, promovendo o maior comprimento, com uma média de aproximadamente 28 cm. Em contraste, o tratamento controle de 0 g/L, assim como as concentrações mais elevadas de 100 g/L e 150 g/L, resultaram em comprimentos significativamente menores, situando-se em torno de 9,5 cm e 23,9 cm. A análise estatística confirmou que o 50 g/L foi significativamente superior a todos os outros tratamentos. Curiosamente, 0 g/L, 100 g/L e 150 g/L não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si.

Este padrão sugere uma resposta curvilínea do *Andropogon Gayanus* à adubação foliar, onde a concentração de 50 g/L atua como um promotor de crescimento ótimo. Concentrações tanto abaixo, quanto acima desse ponto, resultaram em menor desenvolvimento linear da folha. A redução drástica do comprimento em 100 g/L e 150 g/L, equiparando-se estatisticamente ao controle, é um forte indicativo de fitotoxicidade ou estresse metabólico causado pelo excesso de nutrientes foliares. Estudos realizados por Chen et al. (2022) demonstram que a manutenção do balanço nutricional é fundamental, pois doses excessivas de nitrogênio ou de outros minerais podem, ao invés de estimular, inibir o crescimento das plantas, resultando em efeitos deletérios que superam os benefícios esperados da adubação.

4.2. Largura das folhas em função do tratamento

A largura da folha é um parâmetro essencial para avaliar o desenvolvimento vegetativo das plantas, refletindo o efeito de fatores nutricionais, fisiológicos e ambientais (MARÓSTICA et al., 2013). Os dados de largura em função da adubação foliar são apresentados na Figura 3.

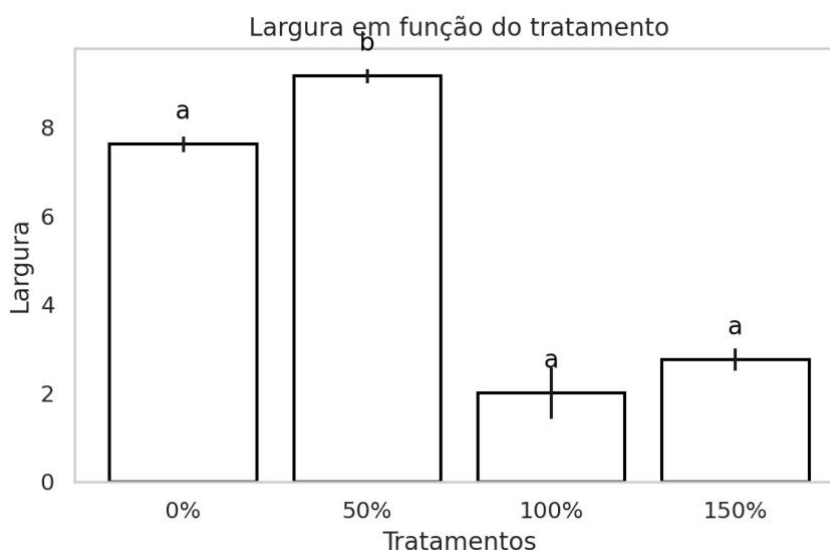


Figura 3 - Largura das folhas em função do tratamento.

O comportamento da largura das folhas espelhou o padrão observado para o comprimento das plantas, o tratamento com 50 g/L novamente se destacou, resultando nas folhas mais largas, com uma média de aproximadamente 9 cm. Os tratamentos 0 g/L, 100 g/L e 150 g/L apresentaram larguras médias significativamente inferiores, com valores próximos de 7,8 cm e 2,1 cm.

A similaridade nos resultados para comprimento e largura das folhas reforça a ideia de que a concentração de 50 g/L otimiza o desenvolvimento geral da estrutura foliar do *Andropogon Gayanus*. A largura das folhas é um componente importante da área foliar, que por sua vez está diretamente relacionada à capacidade fotossintética da planta e, consequentemente, à sua produtividade (LIMA et al., 2020). A redução acentuada na largura das folhas nos tratamentos de alta concentração indica que o excesso do fertilizante não apenas limita o alongamento, mas também a expansão lateral dos tecidos foliares, o que pode comprometer gravemente a eficiência fotossintética e a produção de biomassa (WANG et al., 2022).

4.3. Número de perfilhos em função do tratamento

O número médio de perfilhos por planta é um indicador relevante da capacidade de perfilhamento das plantas, refletindo a resposta ao manejo nutricional. Segundo Carvalho et al. (2019), a adubação nitrogenada pode influenciar positivamente a densidade de perfilhos em gramíneas forrageiras. No presente estudo, observou-se que o número médio de perfilhos por planta seguiu a mesma tendência positiva em relação à dose de 50 g/L, conforme Figura 4.

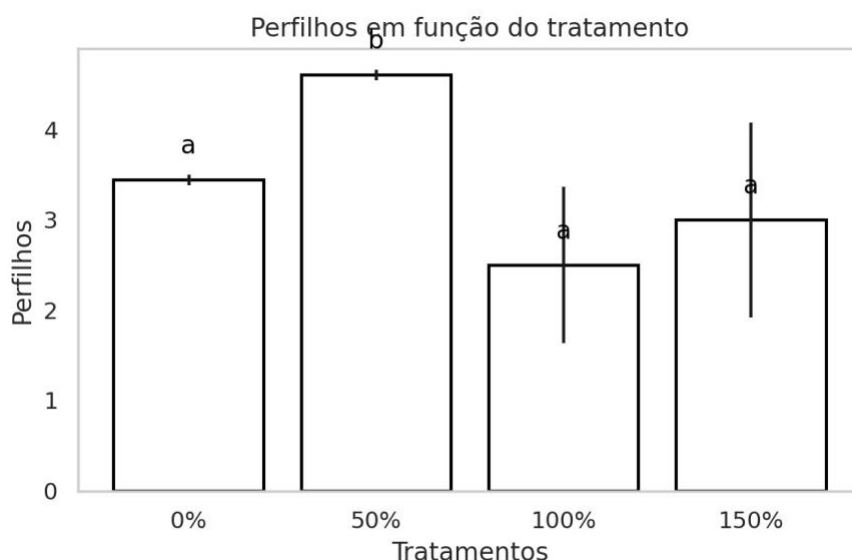


Figura 4 - Número de perfilhos em função do tratamento.

O tratamento de 50 g/L induziu o maior número de perfilhos, atingindo cerca de 4,8 perfilhos por planta. Em contrapartida, o tratamento 0 g/L e as concentrações elevadas 100 g/L e 150 g/L resultaram em um número significativamente menor de perfilhos, variando de aproximadamente 2,8 e 3,5.

O perfilhamento é um dos principais determinantes da capacidade de suporte de pastagens e da produtividade de forragem, pois representa a capacidade da planta de ramificar e formar novas hastes (OLIVEIRA et al., 2020). O estímulo ao perfilhamento em 50 g/L indica que esta concentração forneceu o balanço ideal de nutrientes para promover a divisão celular e o desenvolvimento de gemas axilares.

A supressão do perfilhamento nas doses mais altas é um sinal adicional de estresse e toxicidade, onde a planta, em vez de investir em novas estruturas de crescimento, pode estar redirecionando sua energia para a manutenção básica ou mecanismos de defesa contra o excesso de nutrientes (BESERRA et al., 2021).

4.4. Número de folhas mortas em função do tratamento

A avaliação do número de folhas mortas é um parâmetro importante para compreender a senescência e a qualidade fisiológica das plantas. As aplicações de fertilizantes foliares podem alterar funções fisiológicas das folhas sem, entretanto, aumentarem significativamente a senescência ou número de folhas mortas em determinados tratamentos (XU et al., 2025). No presente estudo, não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos, conforme Figura 5.

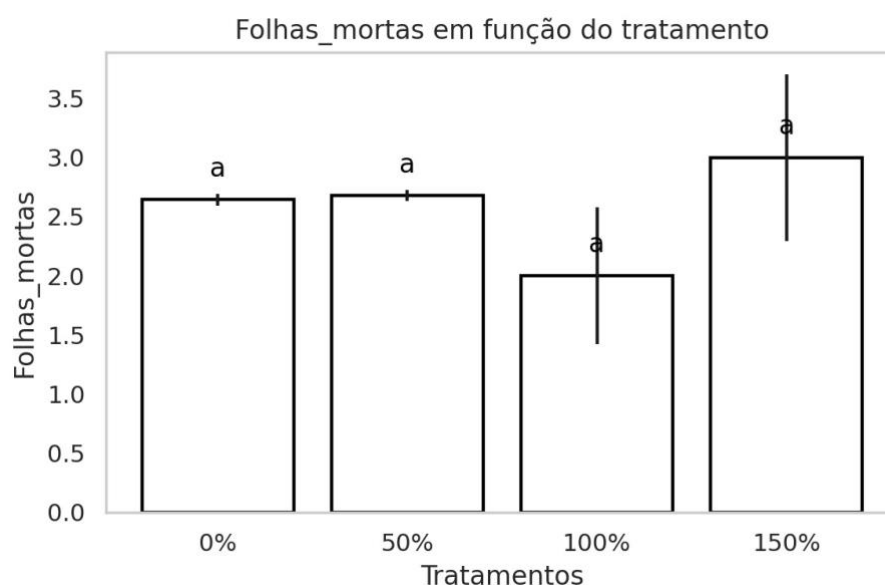


Figura 5 - Número de folhas mortas em função do tratamento.

Todas as concentrações de fertilizante (0 g/L, 50 g/L, 100 g/L e 150 g/L) indicando que, estatisticamente, a quantidade de folhas mortas foi similar em todos os grupos. Embora visualmente possa haver pequenas variações entre as médias, essas diferenças não foram suficientes para serem consideradas significativas dentro do rigor estatístico do experimento.

Este resultado sugere que, a variável descrita, não induziu um aumento ou diminuição estatisticamente comprovados na senescência ou morte das folhas no Capim Andropogon (*Andropogon Gayanus*). Diferente dos parâmetros de crescimento, onde o excesso causou inibição, aqui, mesmo as doses mais elevadas não agravaram significativamente a taxa de senescência em relação ao controle. Isso pode indicar que, para a formação de folhas mortas, outros fatores internos e externos, como o ciclo de vida natural da folha, a idade da planta ou condições ambientais mais amplas, podem ter tido uma influência mais determinante do que a adubação foliar nas doses aplicadas (LIM et al., 2007).

5. CONCLUSÃO

A adubação foliar afetou o capim Andropogon (*Andropogon Gayanus*) de forma dependente da dose. A concentração de 50 g/L promoveu crescimento, enquanto doses maiores reduziram o desempenho, semelhante ao controle. O número de folhas mortas permaneceu inalterado. Recomenda-se atenção à dosagem para evitar efeitos adversos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. Proceedings of the Royal Society of London. Series A, **Mathematical and Physical Sciences**, 160(901), 268–282, 1937.

BERNARDI, A.; SILVA, A. W. L.; BARETTA, D. Estudo metanalítico da resposta de gramíneas perenes de verão à adubação nitrogenada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, p. 545-553, 2018. DOI: 10.1590/1678-4162-9501.

BESERRA, J. P. S. Análises morfogênicas e estruturais do Capim Andropogon sob aplicação foliar de substâncias húmicas e aminoácidos. 2021. 31 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2021. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/3152>

CABRAL, C. E. A.; SILVA, J. P.; PEREIRA, M. V.; ALMEIDA, F. C. Impactos técnico-econômicos da adubação de pastos. **Nativa**, Sinop, v. 9, n. 2, p. 173-181, 2021.

CARVALHO, A. N.; ALVES, L. C.; SANTOS, M. E. R.; ROCHA, G. O.; RODRIGUES, P. H. M.; CARVALHO, B. H. R. Como a idade do perfilho e a adubação nitrogenada modificam as características estruturais do capim-marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, p. 1-12, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet/article/download/44460/33808>

CARVALHO, M. A.; FONSECA, C. E. L.; RAMOS, A. K. B.; BRAGA, G. J.; FERNANDES, F. D.; PESSOA FILHO, M. A. C. de P.; MACIEL, G. A.; VERZIGNASSI, J. R.; GUSMÃO, M. R.; ANDRADE, C. M. S. de. BRS Sarandi: nova cultivar de *Andropogon gayanus* para pastagens. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2021. 28 p. (Documentos, 408).

CAVALCANTI, A. C.; LIMA, J. C. de L.; OLIVEIRA, J. B. de; SILVA, J. F. da; SILVA, J. M.; SILVA, J. F. da. Degradabilidade in situ dos componentes do feno de capim *Andropogon gayanus* colhido em diferentes idades. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 119, n. 2, p. 061-061, 2020.

CHEN, C. C.; HUANG, M. Y.; LIN, K. H.; HSUEH, M. T. Os efeitos da aplicação de nitrogênio sobre o crescimento, fotossíntese e atividade antioxidante de *Amaranthus viridis*. *Fotossintético*, v. 60, n. 3, p. 420–429, 2022.

COSTA, N. de L.; MORAES, A. de; MONTEIRO, A. L. G.; MOTTA, A. C. V.; OLIVEIRA, R. A. de; RODRIGUES, A. N. A. Forage productivity and morphogenesis of *Axonopus aureus* under different nitrogen fertilization rates. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 8, p. 541–548, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000800002>

COSTA, N. L.; PAULINO, V. T.; MAGALHÃES, J. A.; RODRIGUES, B. H. N.; SANTOS, F. J. de S. Eficiência do nitrogênio, produção de forragem e morfogênese do capim-massai sob adubação. **Nucleus**, v. 13, n. 2, p. 173-182, out. 2016.

DE FREITAS MARTINS, T.; NETO, G. R.; DE OLIVEIRA, C. P. Avaliação da produtividade do Capim Miyagui em solos com adubação e solo sem adubação: impactos na qualidade da forrageira e no crescimento vegetativo. **NATIVA - Revista de Ciências, Tecnologia e Inovação**, v. 7, n. 1, p. 81-96, 2025.

DE LUCENA COSTA, N.; SANTOS, J. R.; OLIVEIRA, C. F.; MOURA, F. A.; ALMEIDA, T. S. Produtividade de forragem e morfogênese de *Megathyrsus maximus* cv. BRS Zuri sob adubação nitrogenada. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 18, n. 2, p. 28, 2025.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B. de. Valor nutritivo da forragem e produções de gramíneas do gênero *Andropogon* no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, p. 2303–2311, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001100005>.

FERREIRA, A. D. F. .; MORAES, A. de; MONTEIRO, A. L. G.; MOTTA. Estratégias de manejo nutricional de gramíneas tropicais visando sistemas sustentáveis. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 17, n. 2, e9096, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v17i2a9096>

GARCIA, E. S. A. C.; LIMA, J. C. de L.; OLIVEIRA, J. B. de; SILVA, J. F. da. Efeito da adubação foliar na produtividade e qualidade de gramíneas sob diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 52, e70630, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632022v5270630>

JAYME, D. G.; GONÇALVES, L. C.; RAMIREZ, M. A.; MENEZES, R. A. de. Gramíneas forrageiras tropicais. Belo Horizonte, MG: **FEPE**, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/68570>

LEVENE, H. Robust tests for equality of variances. In: *Contributions to Probability and Statistics*. **Stanford University Press**, p. 278–292, 1960.

LIM, P. O.; KIM, H. J.; NAM, H. G. Senescência foliar. *Annual Review of Plant Biology*, v. 58, p. 115–136, 2007. DOI: 10.1146/annurev.arplant.57.032905.105316. Acesso em: 14 set. 2025.

LIMA, J. R. L.; RODRIGUES, R. C.; SOUSA, G. O. C.; COSTA, C. S.; PARENTE, H. N.; SANTOS, F. N. S. Ecophysiology of Andropogon grass subjected to different cutting frequencies and intensities. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 24, n. 9, p. 610–615, set. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n9p610-615>. Acesso em: 14 set. 2025.

MAGALHAES, J. A.; CARNEIRO, M. S. de S.; ANDRADE, A. C.; PEREIRA, E. S.; RODRIGUES, B. H. N.; MOCHEL FILHO, W. de J. E. COSTA, N. de L. Produtividade do capim Andropogon gayanus sob efeito de irrigação e adubação nitrogenada. In: **Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**, 46., 2009. Anais... Maringá: SBZ: UEM. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/580338>

MAMMANA, A. F. Respostas agrônômicas e ecológicas de uma associação de gramíneas forrageiras tropicais em pastagens. 2022. **Tese (Doutorado em Zootecnia)** – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2022.

MARÓSTICA, M. R.; FEIJÓ, R. M. Adubação foliar: fundamentos científicos e técnicas de campo. 2013. Disponível em: https://www.fertilizer.org/wpcontent/uploads/2023/01/2015_ifa_abisolo_adubacao_foliar.pdf. Acesso em: 9 out. 2025.

OLIVEIRA, M. E. Population density and tillering of Andropogon grass submitted to different cutting heights. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 21, n. 4, p. 1–9, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-9940.2020-0422>. Acesso em: 14 set. 2025.

PEREIRA, G. F. Desempenho de gramíneas tropicais no semiárido. 2016. 68 f. Tese **(Doutorado em Ciência Animal)** – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/tede/639>. Acesso em: 14 set. 2025.

R CORE TEAM. (2024). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**. Disponível em: <https://www.r-project.org/>

REIS, L. I. P. dos. Adubação nitrogenada foliar sobre a produção de pastagens: revisão de literatura. 2021. 31 f. Monografia **(Graduação em Zootecnia)** – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2021. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/3262>. Acesso em: 14 set. 2025.

RIVERA-HERNÁNDEZ, B.; LÓPEZ-SANTOS, A.; LÓPEZ-VALDIVIA, L.; MARTÍNEZ, M. A.; ESQUIVEL, J. M. Using splines in the application of the instantaneous profile method for the hydrodynamic characterization of a tropical agricultural Vertisol. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 46, p. e0210086, 2022. DOI: <https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20210086>

SAMPAIO, I. B. M. Estatística aplicada à experimentação animal. 3. ed. Belo Horizonte: **Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia**, 2002.

SANCHÊS, S. S. C.; RODRIGUES, R. C.; ARAÚJO, R. A. de; COSTA, C. dos S.; SILVA, I. R. da; SANTOS, F. N. de S.; RODRIGUES, M. M.; SILVA, R. R. Características morfogênicas e estruturais do capim-gamba submetido à adubação nitrogenada e diferentes intensidades de desfolha. **Revista Bioscience**, Uberlândia, MG, v. 36, n. 5, p. 1676–1686, 2020. DOI: 10.14393/BJ-v36n5a2020-47944.

SCHINDEL, N. Y. A. Levantamento de indicadores na recuperação de pastagens degradadas no Cerrado brasileiro. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (**Graduação em Zootecnia**) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2022. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/4215>. Acesso em: 14 set. 2025.

SERAFIM, V.; GOMES, V.; SEIXAS, A. Manejo do pastejo para capim-Andropogon: revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça, v. 24, p. 1-9, 2015.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3/4, p. 591–611, 1965.

SILVA JÚNIOR, A. L. da. Características produtivas, morfogênicas e estruturais do capim-Andropogon submetido a estratégias de manejo na região Leste Maranhense. 2022. 45 f. Dissertação (**Mestrado em Ciência Animal**) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2022. Disponível em: <https://tedebc.ufma.br/jspui/handle/tede/567> . Acesso em: 14 set. 2025.

SILVA, D. C., ALVES, A. A., LACERDA, M. S. B., MOREIRA FILHO, M. A., OLIVEIRA, M. E. & LAFAYETTE, E. A. Valor nutritivo do capim-andropogon em quatro idades de rebrota em período chuvoso. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 15, n. 3, p. 626-636, 2014.

SILVA, F. C. da (Org.). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2009. 627 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/330496>. Acesso em: 5 jun. 2025.

SOUSA JUNIOR, A. D. O. de. Impacto dos agroecossistemas nos atributos físicos do solo nos estados do Maranhão e Piauí: uma revisão de literatura. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (**Graduação em Zootecnia**) – Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Rosário, 2023.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2004.

SOUSA, G. O. C. Manejo do capim-Andropogon durante o período chuvoso e seco. 2018. 57 f. Monografia (**Graduação em Zootecnia**) – Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Chapadinha, 2018. Disponível em: <https://rosario.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/1972/1/GiovannaSousa.pdf>

TUKEY, J. W. (1949). Comparing individual means in the analysis of variance. **Biometrics**, 5(2), 99–114.

VANTINI, P. P.; RODRIGUES, T. DE J. D.; RODRIGUES, L. R. DE A.; CARNEIRO, M. S. DE S.; FERNANDES, A. C. Morfofisiologia de em Andropogon gayanus sob adubação mineral

e orgânica em três estratos verticais. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 23, p. 769-774, 9 maio 2008.

WANG, Feng; WANG, Qiang; YU, Qiaogang; YE, Jing; GAO, Jingwen; LIU, Haitian; YONG, Jean W. H.; YU, Yijun; LIU, Xiaoxia; KONG, Haimin; HE, Xinhua; MA, Junwei. Is the NH_4^+ -induced growth inhibition caused by the NH_4^+ form of the nitrogen source or by soil acidification? **Frontiers in Plant Science**, v. 13, art. 968707, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.968707>. Acesso em: 14 set. 2025.

XU, H.-F.; LI, S.-M.; MA, W.-F.; LU, S.-X.; BIAN, Z.-Y.; LIANG, G.-P.; MAO, J. Spraying foliar fertilizer affect the physiological function of leaf and improve the quality of ‘Snick’ apple. **Plants**, v. 14, n. 18, p. 2926, 2025.

ZHANG, J.; DUAN, Q.; MA, J.; HOU, F. Nitrogen mineralization in grazed BSC subsoil is mediated by itself and vegetation in the Loess Plateau, China. **Journal of Environmental Management**, v. 336, p. 117647, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117647>