

Victor Gabryel Da Rocha Schmitt

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DO *PANICUM MAXIMUM* CV. MASSAI
SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE UREIA E AGENTE REDUTOR LÍQUIDO
AUTOMOTIVO (ARLA 32) COMO FERTILIZANTE FOLIAR NITROGENADO**

Ji-Paraná
2025

Victor Gabryel Da Rocha Schmitt

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DO *PANICUM MAXIMUM* CV. MASSAI
SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE UREIA E AGENTE REDUTOR LÍQUIDO
AUTOMOTIVO (ARLA 32) COMO FERTILIZANTE FOLIAR NITROGENADO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Afya Centro
Universitário de Ji-Paraná como
requisito parcial para obtenção de grau
de engenheiro agrônomo. Prof.
Orientador: Denise Rufino Bragança

Ji-Paraná
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

S355d Schmitt, Victor Gabryel da Rocha.

Desenvolvimento inicial do panicum maximum cv. massai submetida à aplicação de ureia e agente redutor líquido automotivo (Arla 32) como fertilizante foliar nitrogenado. / Victor Gabryel da Rocha Schmitt. – Ji-Paraná, 2025.
32 p.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Afya Centro Universitário de Ji-Paraná, 2025.

Orientadora: Prof.^a Denise Rufino Bragança.

1. Adubação nitrogenada. 2. Pastagem. 3. Capim-massai. 4. Ureia. 5. Arla 32. I. Bragança, Denise Rufino. II. Título.

CDU 631.8:633.2

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Bibliotecário Giordani Nunes da Silva CRB 11/1125

CURSO: BACHARELADO EM AGRONOMIA

Victor Gabryel Da Rocha Schmitt

**DESENVOLVIMENTO INICIAL DO *PANICUM MAXIMUM* CV. MASSAI
SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE UREIA E AGENTE REDUTOR LÍQUIDO
AUTOMOTIVO (ARLA 32) COMO FERTILIZANTE FOLIAR NITROGENADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Afya Centro
Universitário de Ji-Paraná como requisito parcial para obtenção
de grau de engenheiro agrônomo. Orientador: Prof. Denise
Rufino Bragança

Ji-Paraná, 15 de Dezembro de 2025.

Avaliação/ Nota: 60

BANCA EXAMINADORA

Resultado: Aprovado

Instituição. Afya Centro Universitário Ji-Paraná

Orientadora

Profº. Denise Bragança Rufino

Instituição. Afya Centro Universitário Ji-Paraná

Membro da Banca

Profº. Andreoli Correia Alves

Instituição. Afya Centro Universitário Ji-Paraná

Membro da Banca

Profº. Alisson Nunes Da Silva

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me conceder saúde, sabedoria e força para concluir esta etapa tão importante em minha vida. A Ele, toda a honra e a glória.

Agradeço aos meus pais, em especial à minha mãe, Valdineia Januario Da Rocha, pelo amor incondicional, ajuda, apoio e incentivo em todos os momentos da minha vida. Sua dedicação e exemplo de superação foram fundamentais para minha formação.

Agradeço ao Meu Pai Edroberto Schmitt, graças a ele que pode me proporcionar a oportunidade de estudar, me ensinou o valor do suor do trabalho. Que me transformou no homem que sou hoje.

Ao meu Padrasto Agnaldo Pedro Avelino, que sempre me incentivou a continuar estudando e nunca me deixou desistir.

Agradeço ao meu Irmão, Wender Oliveira que sempre viu potencial em mim nunca deixou de acreditar que tenho capacidade de conquistar meus sonhos. Que muitas vezes me ajudou em momento de dificuldades.

Por fim, agradeço a minha orientadora, Denise Rufino Bragança, pela orientação, paciência e conhecimento compartilhado ao longo da elaboração deste trabalho. Sua experiência e dedicação foram fundamentais para a conclusão deste projeto.

RESUMO

A adubação de pastagens é uma prática fundamental para garantir a produtividade e a sustentabilidade dos sistemas pecuários, especialmente em regiões tropicais, onde os solos apresentam baixa fertilidade natural. O nitrogênio destaca-se como o nutriente mais limitante para o crescimento das gramíneas forrageiras, sendo a ureia a fonte mais utilizada. Recentemente, o Arla 32 tem sido estudado como alternativa à ureia convencional, devido à sua composição à base de ureia de alta pureza e aplicação na forma líquida. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes fontes de nitrogênio — ureia e Arla 32 — no crescimento e na produção de massa verde do capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai). O experimento foi conduzido em vasos, sob delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos: ureia, Arla 32 e ausência de adubação nitrogenada, utilizando dose equivalente a 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Foram avaliadas a altura das plantas, a produção de massa verde e o tempo de crescimento entre cortes. Os resultados indicaram que a adubação nitrogenada promoveu aumento significativo no desenvolvimento do capim-massai em comparação ao tratamento sem adubação. A ureia apresentou maior eficiência na produção de massa verde, enquanto o Arla 32 favoreceu o crescimento em altura das plantas, porém com menor acúmulo de biomassa. Conclui-se que a adubação nitrogenada é essencial para o manejo produtivo do capim-massai, sendo a ureia a fonte mais eficiente para maximização da produção forrageira nas condições avaliadas, enquanto o Arla 32 pode ser considerado uma alternativa complementar em situações específicas.

Palavras-chave: Adubação nitrogenada. Pastagem. Capim-massai. Ureia. Arla 32

INITIAL DEVELOPMENT OF *PANICUM MAXIMUM* CV. MASSAI SUBJECTED TO THE APPLICATION OF UREA AND AUTOMOTIVE LIQUID REDUCING AGENT (ARLA 32) AS A NITROGEN FOLIAR FERTILIZER

Pasture fertilization is a fundamental practice to ensure productivity and sustainability in livestock production systems, especially in tropical regions where soils generally present low natural fertility. Nitrogen stands out as the most limiting nutrient for the growth of forage grasses, with urea being the most commonly used nitrogen source. Recently, Arla 32 has been studied as an alternative to conventional urea due to its composition based on high-purity urea and its liquid application form. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of different nitrogen sources — urea and Arla 32 — on the growth and green biomass production of Massai grass (*Panicum maximum* cv. Massai). The experiment was conducted in pots under a completely randomized design, with three treatments: urea, Arla 32, and no nitrogen fertilization, using an equivalent dose of 150 kg ha⁻¹ of nitrogen. Plant height, green biomass production, and growth period between cuts were evaluated. The results showed that nitrogen fertilization significantly increased the development of Massai grass compared to the treatment without fertilization. Urea showed greater efficiency in green biomass production, while Arla 32 promoted greater plant height but resulted in lower biomass accumulation. It is concluded that nitrogen fertilization is essential for productive management of Massai grass, with urea being the most efficient source for maximizing forage production under the evaluated conditions, whereas Arla 32 may be considered a complementary alternative in specific situations.

Keywords: Nitrogen fertilization. Pasture. Massai grass. Urea. Arla 32.

Sumário

| | |
|---|-----------|
| 1. Introdução..... | 9 |
| 1.1 Objetivo Geral..... | 11 |
| 1.2 Objetivos Específicos..... | 11 |
| 2.0 Revisão de Literatura..... | 12 |
| 2.1 Capim-massai (<i>Panicum maximum</i> cv. Massai) | 12 |
| 2.2 Importância da Adubação de Pastagens..... | 13 |
| 2.3 Uso de Ureia na Adubação de Pastagens | 15 |
| 2.4 Uso do Arla 32 na Adubação de Pastagens | 16 |
| 3.0 Materiais e Métodos..... | 18 |
| 3.1 Local e período experimental..... | 18 |
| 3.2 Distribuição e descrição dos tratamentos experimentais | 18 |
| 3.3 Coleta e análise de Dados | 20 |
| 5.0 Conclusão..... | 30 |
| REFERÊNCIAS | 31 |

1. Introdução

A pecuária baseada em pastagens representa a principal forma de alimentação dos ruminantes no Brasil, desempenhando papel fundamental na sustentabilidade econômica dos sistemas de produção, especialmente na pecuária leiteira. A produtividade e a persistência das pastagens estão diretamente relacionadas ao manejo adequado do solo e ao fornecimento equilibrado de nutrientes, sendo a adubação uma prática essencial para manter a fertilidade do solo e garantir elevada produção de forragem ao longo do ano (LOPES; GUILHERME, 2010). Pastagens mal manejadas tendem à degradação, resultando em redução da capacidade de suporte animal e aumento dos custos de produção (EMBRAPA, 2020).

Dentre os nutrientes exigidos pelas gramíneas forrageiras, o nitrogênio destaca-se como o principal elemento limitante do crescimento vegetal, uma vez que atua diretamente nos processos fisiológicos das plantas, como a síntese de clorofila, proteínas e enzimas, além de influenciar o perfilhamento e a produção de biomassa (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). A adubação nitrogenada promove aumento significativo da produção de massa verde e melhora o valor nutritivo da forragem, refletindo positivamente no desempenho animal e na eficiência dos sistemas de produção baseados em pastagens (COSTA et al., 2020).

A ureia é a fonte de nitrogênio mais utilizada na adubação de pastagens no Brasil, devido ao seu elevado teor de nitrogênio, facilidade de aquisição e menor custo por unidade do nutriente. Sua aplicação favorece o crescimento vegetativo das gramíneas, proporcionando pastagens mais densas e produtivas (SANTOS et al., 2019). Entretanto, quando mal manejada, a ureia pode apresentar perdas por volatilização, especialmente em condições de altas temperaturas e baixa umidade do solo, o que pode comprometer sua eficiência agrônômica (EMBRAPA, 2020).

Como alternativa à ureia convencional, o Arla 32, uma solução aquosa composta majoritariamente por ureia, tem sido estudado quanto ao seu uso na adubação de pastagens. Por apresentar forma líquida e potencial liberação mais controlada do nitrogênio, o Arla 32 pode contribuir para a redução das perdas por volatilização e para o aumento da eficiência do uso do nutriente pelas plantas

(FERREIRA et al., 2022). No entanto, por possuir menor concentração de nitrogênio em comparação à ureia sólida, seu uso demanda maior volume de aplicação, tornando necessária a avaliação do custo-benefício dessa fonte em sistemas de produção forrageira.

Diante desse contexto, torna-se relevante a realização de estudos que avaliem a eficiência agronômica e econômica de diferentes fontes de nitrogênio na adubação de pastagens. A comparação entre a ureia e o Arla 32 pode fornecer informações importantes para subsidiar a tomada de decisão dos produtores, visando o aumento da produtividade, a redução de custos e a adoção de práticas de manejo mais sustentáveis nos sistemas pecuários.

1.1 Objetivo Geral

Avaliar o desenvolvimento inicial do *Panicum maximum* cv. Massai, por meio do tempo de crescimento e da produção de massa verde, submetido à adubação nitrogenada com ureia e Arla 32, em comparação à ausência de adubação, visando subsidiar práticas de manejo mais eficientes para sistemas de produção leiteira.

1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o tempo necessário para o crescimento do capim-massai desde a altura de saída até a altura de entrada recomendada para o manejo;
- Comparar o efeito das fontes de nitrogênio ureia e Arla 32 sobre a altura das plantas em diferentes cortes;
- Quantificar a produção de massa verde do capim-massai sobre diferentes tratamentos de adubação nitrogenada;
- Analisar a eficiência agronômica das fontes de nitrogênio utilizadas no desenvolvimento da forrageira;
- Discutir as implicações do uso de ureia e Arla 32 para sistemas de produção leiteira, considerando produtividade e custo-benefício.

2.0 Revisão de Literatura

2.1 Capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai)

O capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai) é uma gramínea forrageira tropical amplamente utilizada em sistemas de produção pecuária no Brasil, destacando-se por sua elevada adaptabilidade às condições edafoclimáticas das regiões tropicais e subtropicais. Desenvolvido a partir do cruzamento entre *Panicum maximum* e *Panicum infestum*, o capim-massai apresenta porte médio, bom perfilhamento e elevada produção de forragem, características que o tornam uma opção estratégica para sistemas intensivos de pastejo (JANK; VALLE; RESENDE, 2011).

Uma das principais vantagens do capim-massai é sua elevada capacidade de adaptação a diferentes tipos de solo, inclusive aqueles de média a baixa fertilidade, quando manejados adequadamente. Essa forrageira apresenta boa tolerância a períodos de estiagem e capacidade de rápida rebrota após o pastejo ou corte, fatores essenciais para a manutenção da oferta de forragem ao longo do ano (EMBRAPA, 2001). Além disso, seu sistema radicular bem desenvolvido contribui para maior eficiência na absorção de água e nutrientes.

Do ponto de vista produtivo, o capim-massai responde positivamente ao manejo adequado da fertilidade do solo, especialmente à adubação nitrogenada. O nitrogênio exerce papel fundamental no aumento do perfilhamento, na taxa de crescimento e na produção de massa verde dessa forrageira, promovendo incrementos significativos na produtividade e melhoria da qualidade nutricional da forragem (COSTA et al., 2020). Estudos indicam que o fornecimento adequado de nitrogênio resulta em maior teor de proteína bruta e melhor digestibilidade, refletindo em melhor desempenho animal.

O manejo do capim-massai deve considerar alturas adequadas de entrada e saída para pastejo, de modo a preservar a persistência da pastagem e maximizar a produção. Recomenda-se a entrada dos animais quando a forrageira atinge altura entre 50 e 60 cm e a saída entre 25 e 30 cm, garantindo equilíbrio entre produção de

fornagem e capacidade de rebrota (PASTO COM CIÊNCIA, 2020). O manejo inadequado, como pastejo excessivo ou ausência de adubação, pode comprometer o vigor das plantas e acelerar o processo de degradação da pastagem.

sistemas de produção leiteira, o capim-massai destaca-se por apresentar boa aceitação pelos animais e capacidade de sustentar cargas animais elevadas quando bem manejado. Sua elevada produção de massa verde e resposta à adubação tornam essa forrageira uma alternativa viável para intensificação sustentável da pecuária, contribuindo para a redução de custos com suplementação alimentar e aumento da eficiência produtiva (LOPES; GUILHERME, 2010).

Dessa forma, o capim-massai consolida-se como uma das principais forrageiras utilizadas no Brasil, sendo recomendado para sistemas que buscam alta produtividade, adaptabilidade e sustentabilidade. O sucesso no uso dessa forrageira está diretamente relacionado ao manejo adequado do solo, à adubação equilibrada e à definição correta das práticas de pastejo, reforçando a importância do conhecimento técnico para maximizar seu potencial produtivo.

2.2 Importância da Adubação de Pastagens

As pastagens constituem a base da alimentação dos ruminantes em sistemas pecuários, sendo responsáveis por grande parte da produção de carne e leite no Brasil. A produtividade e a persistência das pastagens estão diretamente relacionadas à fertilidade do solo e ao manejo adequado dos nutrientes, tornando a adubação uma prática indispensável para garantir elevada produção de forragem e sustentabilidade dos sistemas de produção (LOPES; GUILHERME, 2010). Em solos tropicais, caracterizados por baixa fertilidade natural e alta taxa de intemperismo, a reposição de nutrientes por meio da adubação torna-se ainda mais relevante.

A ausência de manejo adequado da fertilidade do solo pode levar à degradação das pastagens, processo caracterizado pela redução da cobertura vegetal, diminuição da capacidade de suporte animal e aumento da incidência de plantas invasoras. Segundo a EMBRAPA (2020), grande parte das áreas de pastagens no Brasil apresenta algum nível de degradação, resultante principalmente da extração contínua de nutrientes sem reposição adequada. A adubação contribui

para a recuperação e manutenção das pastagens, promovendo maior vigor das plantas, maior longevidade da pastagem e melhor aproveitamento dos recursos naturais.

Dentre os macronutrientes essenciais às gramíneas forrageiras, o nitrogênio destaca-se como o elemento mais limitante ao crescimento vegetal. Esse nutriente participa ativamente da formação de proteínas, clorofila e enzimas, além de influenciar o perfilhamento, a taxa de crescimento e a produção de biomassa das plantas (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). A adubação nitrogenada promove incrementos significativos na produção de massa verde, melhora o valor nutritivo da forragem e aumenta a eficiência de utilização da pastagem pelos animais (COSTA et al., 2020).

Além do nitrogênio, a adubação fosfatada e potássica também desempenha papel importante no desenvolvimento das pastagens, especialmente em solos de baixa fertilidade. O fósforo é essencial para o estabelecimento inicial das gramíneas, atuando no desenvolvimento radicular e no metabolismo energético das plantas, enquanto o potássio contribui para a resistência ao estresse hídrico, ao pisoteio animal e às pragas e doenças (RAIJ et al., 2001). Dessa forma, o manejo integrado da adubação é fundamental para garantir o equilíbrio nutricional do solo e a sustentabilidade da pastagem.

A adubação adequada também influencia positivamente a qualidade nutricional da forragem, aumentando os teores de proteína bruta e melhorando a digestibilidade, o que resulta em melhor desempenho animal e maior eficiência produtiva (SANTOS et al., 2019). Em sistemas de produção leiteira, a maior disponibilidade de forragem de qualidade reduz a necessidade de suplementação concentrada, contribuindo para a redução dos custos de produção.

Portanto, a adubação de pastagens é uma prática essencial para a manutenção da produtividade, recuperação de áreas degradadas e intensificação sustentável dos sistemas pecuários. A adoção de estratégias de adubação baseadas na análise de solo e nas exigências nutricionais das forrageiras possibilita maior

eficiência no uso dos fertilizantes, aumento da rentabilidade e menor impacto ambiental, consolidandose como um dos pilares do manejo racional das pastagens.

2.3 Uso de Ureia na Adubação de Pastagens

A ureia é a fonte de nitrogênio mais utilizada na adubação de pastagens devido ao seu elevado teor de nitrogênio (46%), sendo uma das fontes mais eficientes e de fácil acesso para os produtores. O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes para o crescimento das gramíneas forrageiras, uma vez que participa diretamente dos processos fisiológicos como a formação de clorofila, proteínas e outros compostos essenciais para o desenvolvimento vegetativo das plantas (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). No entanto, o uso de ureia na adubação de pastagens não é isento de desafios, sendo necessário um manejo adequado para minimizar perdas por volatilização e otimizar os resultados produtivos.

A ureia, por ser uma fonte de nitrogênio de liberação rápida, pode promover um aumento significativo no crescimento e na produção de massa verde das pastagens, principalmente quando aplicada nas épocas certas e com manejo adequado. A aplicação de ureia favorece o perfilhamento das plantas, a produção de biomassa e a densidade da forragem, proporcionando maior disponibilidade de alimento para os animais (SANTOS et al., 2019). O uso adequado dessa fonte de nitrogênio também contribui para o aumento da qualidade da forragem, com maior teor de proteína bruta, o que resulta em melhor valor nutritivo para os ruminantes.

Contudo, a ureia apresenta algumas limitações, especialmente relacionadas às perdas por volatilização da amônia. Esse fenômeno ocorre principalmente em solos alcalinos e sob altas temperaturas, quando o nitrogênio presente na ureia é transformado em amônia gasosa e liberado para a atmosfera. Essa perda pode ser reduzida com a aplicação de ureia incorporada ao solo ou com o uso de inibidores de urease, como o N-(n-butyl)thiophosphoric triamide (NBPT), que retardam a conversão da ureia em amônia (SILVA et al., 2021). Além disso, o manejo da ureia

deve ser realizado de forma cuidadosa para evitar a aplicação excessiva, o que poderia levar à perda de eficiência e ao impacto ambiental negativo.

Estudos demonstram que, quando usada de maneira eficiente, a ureia pode resultar em grandes ganhos de produtividade nas pastagens. Por exemplo, a utilização de ureia em doses recomendadas tem mostrado aumento da produção de massa verde de até 30%, o que pode levar a uma maior oferta de forragem e redução na necessidade de suplementos alimentares (FERREIRA et al., 2022). Além disso, a adubação com ureia favorece a resistência das plantas ao pisoteio animal e ao estresse hídrico, melhorando a persistência das pastagens ao longo do tempo.

No entanto, a eficiência da ureia depende de diversos fatores, como o tipo de solo, o clima, a época de aplicação e a técnica de manejo utilizada. Em solos com pH muito alto ou baixo, ou em condições climáticas com alta temperatura e baixa umidade, as perdas de nitrogênio por volatilização podem ser consideráveis, o que diminui a eficiência da adubação. Portanto, para maximizar a eficácia do uso de ureia na adubação de pastagens, é essencial realizar a aplicação no momento adequado, considerando o clima e as características do solo (LOPES; GUILHERME, 2010).

Dessa forma, a ureia continua sendo uma das fontes de nitrogênio mais eficientes para pastagens, desde que aplicada corretamente e com medidas para mitigar as perdas por volatilização. O seu uso adequado, aliado a um manejo eficiente das pastagens e do solo, pode proporcionar ganhos significativos na produção forrageira e na sustentabilidade do sistema de produção pecuária.

2.4 Uso do Arla 32 na Adubação de Pastagens

A adubação nitrogenada é um dos principais fatores responsáveis pelo aumento da produtividade e da qualidade das pastagens, sendo o nitrogênio essencial para o crescimento e o desenvolvimento das gramíneas forrageiras. Tradicionalmente, a ureia tem sido a fonte de nitrogênio mais utilizada na adubação de pastagens devido ao seu elevado teor do nutriente e ao menor custo por unidade

de nitrogênio. No entanto, as perdas por volatilização da amônia, principalmente em condições de altas temperaturas e baixa umidade do solo, têm estimulado a busca por fontes alternativas ou estratégias que aumentem a eficiência do uso do nitrogênio (EMBRAPA, 2020).

Nesse contexto, o Arla 32, originalmente desenvolvido para uso automotivo como agente redutor de emissões, tem sido avaliado como fonte alternativa de nitrogênio para a adubação agrícola. O Arla 32 é uma solução aquosa composta por aproximadamente 32,5% de ureia de alta pureza, apresentando cerca de 14,9% de nitrogênio em sua composição. Sua forma líquida possibilita aplicação uniforme e potencial redução das perdas por volatilização, além de facilitar a mistura com outros insumos agrícolas (FERREIRA et al., 2022).

Estudos indicam que o uso do Arla 32 na adubação de pastagens pode proporcionar resposta positiva no crescimento vegetativo das forrageiras, especialmente em termos de altura das plantas e taxa de rebrota. A liberação gradual do nitrogênio presente na solução aquosa pode favorecer a absorção pelas plantas e reduzir perdas, quando comparada à ureia sólida aplicada superficialmente (SILVA et al., 2021). No entanto, a eficiência agrônômica do Arla 32 está diretamente relacionada às condições de manejo, como época de aplicação, umidade do solo e dose utilizada.

Apesar dos potenciais benefícios agrônômicos, o uso do Arla 32 como fertilizante apresenta limitações, principalmente em relação ao custo-benefício. Por possuir menor concentração de nitrogênio em comparação à ureia convencional, o Arla 32 exige maior volume de aplicação para suprir a mesma quantidade do nutriente, o que pode elevar os custos com transporte, armazenamento e aplicação (COSTA et al., 2020). Além disso, sua utilização na agricultura ainda carece de regulamentação específica e de maior número de estudos científicos que comprovem sua eficiência em diferentes espécies forrageiras e condições edafoclimáticas.

Em sistemas de produção pecuária intensivos, o Arla 32 pode ser considerado uma alternativa viável em situações específicas, como em propriedades que já dispõem de infraestrutura para aplicação líquida ou que buscam reduzir perdas de nitrogênio por volatilização. Contudo, sua adoção deve ser precedida de análise técnica e econômica, considerando os custos operacionais e os resultados produtivos obtidos, de modo a garantir a sustentabilidade do sistema de produção (LOPES; GUILHERME, 2010).

Dessa forma, embora o Arla 32 apresente potencial para uso como fonte alternativa de nitrogênio na adubação de pastagens, ainda são necessários estudos mais aprofundados para consolidar recomendações técnicas seguras. A comparação com fontes tradicionais, como a ureia, é fundamental para definir sua viabilidade agrônômica e econômica, contribuindo para o uso racional de fertilizantes e para a intensificação sustentável da pecuária.

3.0 Materiais e Métodos

3.1 Local e período experimental

O experimento foi conduzido em uma propriedade rural localizada no município de Ji-Paraná, Rondônia, situada a 10°52'15.1"S de latitude, 61°51'35.3"W de longitude e altitude de 162 m. O Experimento foi realizado de setembro a dezembro de 2024.

3.2 Distribuição e descrição dos tratamentos experimentais

O experimento em condições controladas, utilizando vasos, com o objetivo de avaliar o desenvolvimento do *Panicum maximum* cv. Massai submetido a diferentes fontes de adubação nitrogenada. Foram utilizados 12 vasos com capacidade de 8 dm³, 0,045m², preenchidos com solo coletado na camada de 0–20 cm .

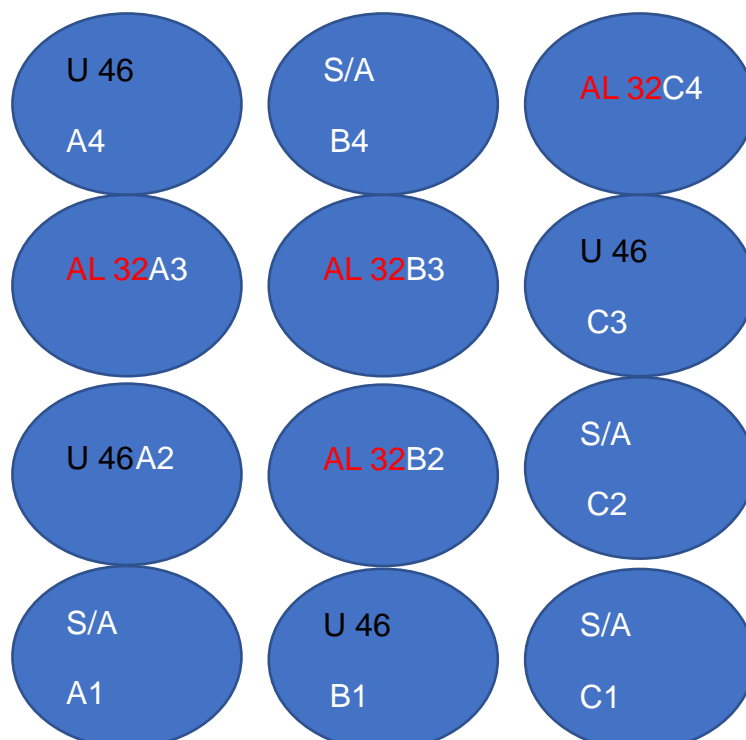
Antes da instalação do experimento, o solo foi submetido à análise química e granulométrica em laboratório especializado, a fim de determinar seus atributos

físicos e químicos e subsidiar as recomendações de calagem e adubação. Com base nos resultados, realizou-se a calagem utilizando o produto Fertimacro RF170, aplicado na proporção correspondente a 30% da recomendação de calcário dolomítico, totalizando 486 kg ha⁻¹. A adubação de base foi realizada com fosfato de rocha contendo 29% de P₂O₅, mesmo contendo uma baixa liberação de P₂O₅, na dose de 310 kg ha⁻¹, conforme recomendação para solos com teor de argila entre 15% e 35%. Não foi necessária a aplicação de potássio.

A adubação nitrogenada foi realizada na dose de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio, utilizando-se duas fontes: ureia (46% de N) e Arla 32 (14,9% de N). Os tratamentos consistiram em três grupos, sendo eles: 1) Controle sem nenhuma aplicação de fertilizante contendo ureia, 2) Ureia com 46% de Nitrogênio e 3) Arla 32 com 14,9% de nitrogênio. A aplicação do nitrogênio foi parcelada em duas vezes, sendo a primeira 20 dias após a germinação, sendo esse um corte de padronização. E a segunda após o capim massai atingir altura de entrada do gado. A distribuição dos tratamentos nos vasos foi realizada por sorteio, caracterizando um delineamento experimental inteiramente casualizado.

Foram semeadas cinco sementes de *Panicum maximum* cv. Massai por vaso, previamente tratadas com fungicida. O experimento teve duração total de 65 dias, iniciando-se com a calagem do solo em 10 de setembro de 2024 e o plantio realizado em 17 de setembro de 2024.

Figura 1. Esquema experimental para distribuição dos tratamentos em esquema inteiramente casualizado (DIC).



Fonte: Autoria própria

3.3 Coleta e análise de Dados

A coleta de dados foi realizada ao longo do período experimental, avaliando-se variáveis relacionadas ao crescimento e à produtividade do capim-massai. As variáveis analisadas foram altura das plantas (cm), produção de massa verde (g) e tempo de crescimento(dias).

A altura das plantas foi determinada com régua graduada, medindo-se da base do colmo até o ponto mais alto da folha, no momento do corte. O primeiro corte foi realizado quando as plantas atingiram a altura de 50- 60 cm. Após o corte, procedeu-se à contagem do número de dias necessários para que as plantas atingissem novamente a de 50-60 cm, caracterizando o período de rebrota.

A produção de massa verde foi determinada por meio do corte da forragem na altura de 25 a 30 cm, seguido da pesagem imediata do material em balança digital de precisão e os valores obtidos foram expressos em gramas por vaso.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Lilliefors e, posteriormente, à análise de variância (ANOVA), adotando-se o nível de significância de 5%. Quando constatada diferença significativa entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, também a 5% de probabilidade. Os resultados foram apresentados em tabelas contendo médias e erro padrão.

4. Resultados e Discussão

A qualidade da forragem é fundamental para a pecuária leiteira no Brasil, pois ela fornece os nutrientes essenciais para o desenvolvimento do gado e do leite. No entanto, muitos produtores enfrentam desafios para manter pastagens em condições ideais, necessitando de estratégias eficientes de adubação para garantir a produtividade. Entre os nutrientes mais importantes para as forrageiras, o nitrogênio se destaca, e a ureia é uma das fontes mais utilizadas. Contudo, sua aplicação apresenta algumas limitações, como a alta volatilização, que reduz a eficiência do nitrogênio disponível para as plantas.

O Arla 32 surge como uma alternativa promissora, pois é uma solução aquosa de ureia que, além de fornecer nitrogênio. Sua composição permite uma liberação mais controlada de nitrogênio, minimizando as perdas por volatilização. Além disso, a aplicação de Arla 32 pode melhorar a eficiência da adubação, resultando em pastagens mais nutritivas e produtivas. Essa tecnologia não apenas potencializa o crescimento das forrageiras, mas também contribui para a sustentabilidade do sistema, permitindo um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Dessa forma, a adoção de Arla 32 pode ser uma estratégia eficaz para fortalecer a produção de leite e carne, beneficiando tanto os produtores quanto o meio ambiente.

Os resultados obtidos neste estudo reforçam a importância do capim-massai (*Panicum maximum*) como forrageira de alta relevância em sistemas de produção leiteira. A análise das variáveis agronômicas avaliadas evidenciou que a adubação nitrogenada exerce influência direta sobre o desenvolvimento das plantas, a estrutura da pastagem e a produtividade total, aspectos fundamentais para a formulação de estratégias nutricionais adequadas para ruminantes.

A uniformidade observada na germinação (Tabelas 1 e 2) possibilitou a padronização do crescimento inicial, reduzindo interferências relacionadas à variabilidade de emergência. Conforme Silva et al. (2018), a germinação homogênea favorece o perfilhamento inicial, melhora a interceptação de luz e proporciona maior sincronia no crescimento vegetativo, o que contribui para análises mais precisas sobre o efeito das fontes de nitrogênio.

Os resultados indicam que o solo apresenta pH 5,65, caracterizando acidez moderada, com CTC média (16,43 cmolc/dm³) e boa saturação por bases (75%), o que sugere fertilidade geral razoável. Os teores de fósforo (2,11 mg/dm³) e potássio (70,79 mg/dm³) são baixos, sendo os principais fatores limitantes para a produção. Os níveis de cálcio e magnésio são adequados, enquanto o alumínio trocável é baixo, não oferecendo risco de toxidez. A textura do solo é predominantemente arenosa (58,75%), indicando menor capacidade de retenção de nutrientes. Os micronutrientes apresentam disponibilidade satisfatória, com exceção do manganês, que aparece em teor reduzido. Em síntese, trata-se de um solo de fertilidade média, com necessidade principalmente de correção fosfatada e potássica.

Tabela 1. Análise Química do Solo: pH, Macronutrientes e Acidez Potencial

| Parâmetro | Valores da análise |
|------------------------------|------------------------------|
| pH em água | 5,66 |
| pH em CaCl ₂ | 5,65 |
| Fósforo (P) | 2,11 mg/dm ³ |
| Potássio (K) | 0,179 cmolc/dm ³ |
| Potássio (K) | 70,79 mg/dm ³ |
| Cálcio + Magnésio (Ca+Mg) | 2,219 cmolc/dm ³ |
| Cálcio + Magnésio (Ca+Mg) | 2,306 cmolc/dm ³ |
| Magnésio (Mg) | 1,399 cmolc/dm ³ |
| Alumínio (Al ³⁺) | 0,062 cmolc/dm ³ |
| Hidrogênio (H ⁺) | 2,309 cmolc/dm ³ |
| Hidrogênio + Alumínio (H+Al) | 1,000 cmolc/dm ³ |
| Soma de Bases (SB) | 12,370 cmolc/dm ³ |

Fonte: Próprio autor

Os resultados obtidos evidenciam que, embora o solo apresente boa saturação por bases e níveis adequados de cálcio e magnésio, a baixa disponibilidade de fósforo e potássio constitui o principal fator limitante para o desenvolvimento das culturas. A acidez moderada, expressa pelo pH de 5,65, não representa restrição severa, especialmente pela baixa presença de alumínio trocável; contudo, pode reduzir a eficiência de absorção de fósforo, dado que o pH influencia sua disponibilidade no solo (EMBRAPA, 2017). A textura arenosa reforça essa limitação, pois solos com maior proporção de areia apresentam menor capacidade de retenção de água e nutrientes, favorecendo perdas por lixiviação (SBCS, 2016). A adequada disponibilidade da maioria dos micronutrientes indica que o manejo nutricional pode se concentrar nas correções fosfatada e potássica, essenciais para maximizar a produtividade e evitar deficiências em sistemas agrícolas tropicais (CQFS-RS/SC, 2016).

Tabela 2. Resultados da análise química do solo coletado na camada de 0–20 cm de profundidade, realizada no início do período experimental.

| | | |
|--------------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| Capacidade de Troca de Cátions (CTC) | | cmolc/dm ³ 16,430 |
| Saturação por Bases (V%) | % | 75,29 |
| Saturação por Alumínio (m%) | % | 1,00 |
| Cálcio/Magnésio/Potássio (Ca/Mg/K) | % | 12,306 |
| Relação Ca+Mg | – | 2,511 |
| Relação Ca+Mg/K | – | 12,339 |
| Matéria Orgânica | g/dm ³ | 5,77 |
| Areia | % | 58,75 |
| Silte | % | 18,25 |
| Zinco (Zn) | mg/dm ³ | 0,867 |
| Cobre (Cu) | mg/dm ³ | 0,867 |
| Ferro (Fe) | mg/dm ³ | 59,325 |
| Manganês (Mn) | mg/dm ³ | 0,308 |
| Boro (B) | mg/dm ³ | 0,30 |
| Enxofre (S) | mg/dm ³ | 3,03 |

Fonte: Próprio autor

A Tabela 3 apresenta a distribuição dos dias de germinação das plantas, demonstrando uniformidade no estabelecimento inicial.

Tabela 3. Dia e mês de germinação das plantas.

| Planta | Período de Germinação |
|---------------|------------------------------|
| A | 21/09, 21/09, 24/09, 22/09 |
| B | 23/09, 21/09, 21/09, 22/09 |
| C | 21/09, 21/09, 21/09, 22/09 |

Fonte: O autor.

A primeira adubação também apresentou uniformidade entre os tratamentos (Tabela 2), permitindo início padronizado do fornecimento de nitrogênio.

Tabela 4. Dia e mês da primeira adubação.

| Planta | Período de Germinação |
|---------------|------------------------------|
| A | 11/10, 11/10, 14/10, 12/10 |
| B | 13/10, 11/10, 11/10, 12/10 |
| C | 11/10, 11/10, 11/10, 12/10 |

Fonte: O autor.

A regularidade dos manejos permite análises diretas dos efeitos das fontes nitrogenadas, reduzindo ruídos experimentais. No primeiro corte, realizado em 30/10/2024, observou-se que a ureia resultou nas maiores médias de altura e massa verde (Tabela 3). O Arla 32 apresentou crescimento inicial relativamente rápido, porém com menor densidade de biomassa.

Tabela 5. Resultados do corte de padronização apresentados com média e erro padrão.

| Tratamento | Altura Média (cm) | Massa verde (g) |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Controle (sem adubação) | 66,25 ± 2,43 ^a | 16,00 ± 1,13 ^a |
| Arla | 63,50 ± 2,30 ^a | 13,75 ± 1,01 ^a |
| Ureia | 66,25 ± 2,45 ^a | 16,00 ± 1,12 ^a |

Fonte: Próprio autor.

Esse comportamento está de acordo com Oliveira et al. (2020), que destacam que a ureia, por liberar nitrogênio gradualmente, favorece maior acúmulo de biomassa em gramíneas tropicais. Fontes líquidas, como o Arla 32, tendem a estimular alongação do colmo, mas nem sempre aumentam a massa verde produzida (Ferreira et al., 2019).

Além disso, a maior densidade foliar observada no tratamento com ureia é um aspecto importante para sistemas de pastejo, pois está diretamente relacionada ao valor nutritivo e à capacidade de suporte. No segundo corte (14/11/2024), o Arla 32 apresentou maior altura média, porém sua massa verde permaneceu inferior à do tratamento com ureia (Tabela 4).

Tabela 6. Resultados do segundo corte.

| Tratamento | Altura Média (cm) | Massa verde (g) |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Controle (sem adubação) | 70,00 ± 2,30 ^a | 22,50 ± 0,83 ^a |
| Arla | 76,75 ± 2,30 ^a | 25,75 ± 0,91 ^a |
| Ureia | 74,50 ± 2,45 ^a | 39,00 ± 1,00 ^a |

Fonte: O autor.

Os resultados obtidos evidenciam a importância da adubação nitrogenada para o desenvolvimento do capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai), confirmando que o fornecimento adequado de nitrogênio é determinante para o crescimento vegetativo, produção de massa verde e manutenção da produtividade da pastagem. As unidades experimentais submetidas à adubação apresentaram desempenho superior em relação ao tratamento sem adubação, demonstrando que

a reposição de nutrientes é essencial para gramíneas forrageiras tropicais, especialmente em solos de baixa fertilidade natural.

A adubação com ureia proporcionou maior produção de massa verde do capim-massai quando comparada ao uso do Arla 32, resultado que pode ser atribuído à maior concentração de nitrogênio presente na ureia (46%). Essa característica favorece a rápida disponibilização do nutriente às plantas, estimulando o perfilhamento e a produção de biomassa. Esses resultados estão de acordo com a literatura, que aponta a ureia como uma das fontes mais eficientes para maximizar a produtividade de gramíneas forrageiras tropicais, desde que manejada adequadamente para minimizar perdas por volatilização (COSTA et al., 2020).

Por outro lado, o Arla 32 apresentou resposta positiva no crescimento em altura do capim-massai, indicando que a fonte líquida de nitrogênio pode favorecer o desenvolvimento vegetativo inicial e a taxa de rebrota da forrageira. Esse comportamento pode estar relacionado à forma líquida de aplicação e à liberação mais gradual do nitrogênio, que pode reduzir perdas por volatilização em comparação à ureia aplicada superficialmente (FERREIRA et al., 2022). No entanto, o aumento em altura não se refletiu, de forma proporcional, em maior produção de massa verde, sugerindo menor eficiência produtiva em relação à ureia.

A menor eficiência do Arla 32 na produção de biomassa pode estar associada à sua menor concentração de nitrogênio (aproximadamente 14,9%), exigindo maior volume aplicado para suprir a mesma quantidade do nutriente. Esse fator pode resultar em maiores custos operacionais e limitar seu uso em sistemas de produção forrageira, especialmente quando o objetivo é maximizar a produção de matéria verde do capim-massai. Assim, embora o Arla 32 apresente potencial agrônomo, sua eficiência deve ser analisada sob o ponto de vista técnico e econômico.

No tratamento sem adubação nitrogenada, observou-se menor crescimento e produção do capim-massai, evidenciando a elevada exigência dessa forrageira por nitrogênio. A extração contínua de nutrientes sem reposição adequada compromete o vigor das plantas e acelera o processo de degradação da pastagem, conforme relatado por estudos da EMBRAPA (2020). Esses resultados reforçam a necessidade de adubação para manter a persistência e a capacidade produtiva do capim-massai ao longo do tempo.

Dessa forma, a comparação entre ureia e Arla 32 evidencia que, nas condições avaliadas, a ureia apresentou melhor eficiência agrônômica para a produção de massa verde do capim-massai, enquanto o Arla 32 pode ser considerado uma alternativa em situações específicas, como sistemas que priorizam aplicação líquida ou buscam reduzir perdas por volatilização. A escolha da fonte de nitrogênio deve considerar não apenas o desempenho produtivo, mas também os custos, o manejo e os objetivos do sistema de produção, visando à sustentabilidade e à rentabilidade da pastagem.

A análise dos resultados obtidos evidencia diferenças claras no desempenho do capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai) em função das fontes de nitrogênio utilizadas. No primeiro corte, a altura média das plantas foi semelhante entre os tratamentos com ureia (66,25 cm), Arla 32 (63,50 cm) e sem adubação (64,25 cm), indicando que, no estágio inicial de crescimento, as fontes nitrogenadas não promoveram diferenças expressivas na altura das plantas. Contudo, quando analisada a produção de massa verde, observou-se maior produtividade no tratamento com ureia (16,0 g vaso⁻¹), seguida pelo tratamento sem adubação (16,25 g vaso⁻¹) e pelo Arla 32 (13,75 g vaso⁻¹), sugerindo menor eficiência inicial do Arla 32 na produção de biomassa.

No segundo corte, as diferenças entre os tratamentos tornaram-se mais evidentes. O tratamento com Arla 32 apresentou a maior altura média das plantas (76,75 cm), superando a ureia (74,50 cm) e o tratamento sem adubação (70,00 cm). Esse resultado indica que o Arla 32 favoreceu o crescimento em altura do capim-massai, possivelmente em função da forma líquida de aplicação e da liberação mais gradual do nitrogênio, estimulando o alongamento dos colmos e a taxa de rebrota.

Entretanto, ao se avaliar a produção de massa verde no segundo corte, o tratamento com ureia apresentou desempenho superior, com média de 39,0 g vaso⁻¹, enquanto o Arla 32 produziu 25,75 g vaso⁻¹ e o tratamento sem adubação 22,5 g vaso⁻¹. Esses dados demonstram que, embora o Arla 32 tenha promovido maior crescimento em altura, esse crescimento não se traduziu em maior acúmulo de biomassa. Tal comportamento indica que o aumento da altura das plantas não está necessariamente associado ao aumento da produtividade, podendo refletir maior alongamento dos colmos e menor densidade da forragem.

A maior produção de massa verde observada no tratamento com ureia pode ser atribuída à maior concentração de nitrogênio presente nessa fonte (46%), que favorece o perfilhamento e o acúmulo de biomassa, características essenciais para a produtividade do capim-massai. Esses resultados estão em concordância com a literatura, que aponta a ureia como fonte altamente eficiente para maximização da produção de gramíneas forrageiras tropicais, desde que manejada adequadamente para reduzir perdas por volatilização.

O tratamento sem adubação nitrogenada apresentou os menores valores de produção de massa verde no segundo corte, evidenciando a elevada exigência do capim-massai por nitrogênio e reforçando a importância da adubação para a manutenção da produtividade da pastagem. A extração contínua de nutrientes sem reposição adequada compromete o crescimento da forrageira e pode acelerar o processo de degradação da pastagem.

Dessa forma, a comparação direta dos dados demonstra que, nas condições avaliadas, a ureia apresentou maior eficiência agrônômica para a produção de massa verde do capim-massai, enquanto o Arla 32 promoveu maior crescimento em altura, porém com menor eficiência produtiva. Esses resultados indicam que o Arla 32 pode ser utilizado como fonte alternativa de nitrogênio em situações específicas, mas a ureia permanece como a opção mais vantajosa quando o objetivo principal é maximizar a produção de biomassa forrageira.

5.0 Conclusão

Os resultados deste estudo demonstram que a adubação nitrogenada exerce papel fundamental no crescimento e na produtividade do *Panicum maximum* cv. Massai, evidenciando o nitrogênio como nutriente essencial para a produção de massa verde em sistemas forrageiros. O Arla 32, embora tenha promovido aumento na altura das plantas em determinados períodos, não resultou em produção de massa verde proporcionalmente superior à obtida com a ureia, além de apresentar menor eficiência econômica devido à menor concentração de nitrogênio e à necessidade de maiores volumes aplicados. Assim, considerando os aspectos produtivos e econômicos, conclui-se que a ureia se destaca como a fonte de nitrogênio mais eficiente e vantajosa para a adubação do capim-massai em sistemas de produção leiteira. O manejo adequado da adubação nitrogenada é determinante para elevar a eficiência, a sustentabilidade e a rentabilidade dos sistemas de produção forrageira.

REFERÊNCIAS

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; SEVERIANO, E. C. Adubação nitrogenada e produtividade de gramíneas forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 49, e20190234, 2020.

CQFS-RS/SC – COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre: SBCS/NRS, 2016.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Capim-massai: características, manejo e utilização**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manejo e recuperação de pastagens**. Brasília: Embrapa, 2020.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2017.

FERREIRA, A. C.; SILVA, R. M.; OLIVEIRA, T. C.; PEREIRA, J. L. Uso de fontes alternativas de nitrogênio na adubação de pastagens. **Revista Científica Rural**, v. 24, n. 2, p. 45–58, 2022.

FERREIRA, R. A.; OLIVEIRA, M. A.; COSTA, N. L. Fontes líquidas de nitrogênio e resposta de gramíneas forrageiras tropicais. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 49, n. 3, p. 189–197, 2019.

JANK, L.; VALLE, C. B.; RESENDE, R. M. S. Breeding tropical forages. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 11, p. 27–34, 2011.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Fertilidade do solo e produtividade agrícola**. 2. ed. Piracicaba: ANDA, 2010.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997.

PASTO COM CIÊNCIA. **Altura de manejo do capim-massai em sistemas rotacionados**. 2020.

RAIJ, B. van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. **Manual de fertilidade do solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2019.

SILVA, A. A.; OLIVEIRA, R. A.; COSTA, K. A. P. Eficiência do uso do nitrogênio em gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 16, n. 4, e8507, 2021.

SILVA, R. M.; FERREIRA, A. C.; OLIVEIRA, T. C. Fontes nitrogenadas e crescimento inicial de forrageiras tropicais. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 1, p. 55–63, 2018.