



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

LAZARO SILVINO DE SOUSA

LUANA DAS CHAGAS SILVA

**ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SUPERFÍCIE E INCORPORADA AO SOLO NA
CULTURA DO MILHETO**

**ARAGUATINS – TO
2025**

LAZARO SILVINO DE SOUSA

LUANA DAS CHAGAS SILVA

**ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SUPERFÍCIE E INCORPORADA AO SOLO NA
CULTURA DO MILHETO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia
Agrônômica do Instituto Federal do Tocantins- *Campus*
Araguatins, como exigência à obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite

ARAGUATINS - TO
2025

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

S725a Sousa, Lazaro Silvino de
 Adubação nitrogenada em superfície e incorporada ao solo na cultura do
 milheto / Lazaro Silvino de Sousa, Luana Das Chagas Silva. – Araguatins,
 TO, 2025.
 39 p. : il. color.

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

Orientador: Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite

1. Desenvolvimento. 2. Aplicação. 3. Crescimento. I. Silva, Luana Das
Chagas. II. Leite, Raimundo Laerton de Lima III. , . IV. Título.

CDD 630

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

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



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Araguatins
Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SUPERFÍCIE E INCORPORADA AO SOLO NA CULTURA DO MILHETO”

AUTORES: Lazaro Silvino de Sousa e Luana das Chagas Silva

ORIENTADOR: Prof. Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma.

Aprovado em 25 de novembro de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Raimundo Laerton de Lima Leite, Servidor**, em 25/11/2025, às 11:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Edvar de Sousa da Silva, Servidor**, em 25/11/2025, às 11:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elias Mendes Costa, Servidor**, em 25/11/2025, às 11:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftoc.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2960072** e o código CRC **DB42CE6A**.

DEDICATÓRIA

A Deus, pela sabedoria e força concedidas ao longo desta jornada. Aos nossos pais e mães, pelo amor, apoio e presença em todos os momentos de nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, por nos conceder força, sabedoria e perseverança para superar cada desafio ao longo desta caminhada.

Eu Lazaro, agradeço primeiramente aos meus pais, Alzemir José de Sousa e Antônia Aldean de Sousa Silvino, pelo amor incondicional, apoio constante e por sempre acreditarem em meu potencial. Cada conselho, cada gesto e cada sacrifício de vocês foi fundamental para que eu chegasse até aqui. Mesmo nos momentos em que precisei estar ausente em datas especiais e em situações importantes da família, compreendi que cada renúncia foi necessária em busca de um sonho maior. Obrigado por compreenderem minha ausência e por nunca deixarem de me apoiar.

Aos meus irmão, Vanessa de Sousa, Vinícius Araújo, Andressa Silvino e Alexandre Silvino, por todo carinho, incentivo e por serem uma base firme em todos os momentos da minha vida.

Agradeço, com todo meu amor e gratidão à minha namorada e companheira de jornada acadêmica, Luana das Chagas, por ter caminhado ao meu lado em cada etapa compartilhando comigo as alegrias e desafios dessa jornada. Sua dedicação, paciência e parceria foram essenciais para que tudo se tornasse possível.

Agradeço também ao meu colega e cunhado, Lázaro das Chagas, pela amizade, apoio e colaboração durante essa caminhada. Sua presença foi sempre motivadora e significativa.

Eu Luana, agradeço primeiramente aos meus pais, João Queiroz da Silva e Luiza das Chagas Silva, por todo amor, incentivo e exemplo de dedicação que sempre me inspiraram. Cada conquista minha é reflexo da força e dos valores que aprendi com vocês.

Aos meus irmãos, Rosely Chagas, Rosália Chagas, Renato Chagas e Lázaro Chagas, pela união, pelo carinho e por sempre torcerem por mim. Cada palavra de apoio foi combustível para seguir em frente.

Agradeço com muito carinho ao meu namorado e também companheiro de TCC, Lazaro Silvino, pela cumplicidade, paciência e incentivo incondicional. Dividir essa conquista com você torna este momento ainda mais especial.

Por fim, agradecemos a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho – familiares, amigos e colegas – que nos apoiaram e acreditaram em nossa capacidade.

Esta conquista não é apenas nossa, mas de todos que fizeram parte dessa jornada.

A todos os professores que, com dedicação e compromisso, compartilharam seus conhecimentos e contribuíram significativamente para nossa formação profissional.

Em especial, ao nosso orientador professor Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite, pela orientação, paciência e disponibilidade em cada etapa deste trabalho, guiando-nos com clareza e empenho para a realização deste projeto.

EPÍGRAFE

Salmos “Entrega o teu caminho ao Senhor; confia nele, e ele tudo fará” 37:5

RESUMO

O milheto (*Pennisetum glaucum*, L.) tem se destacado como alternativa importante nos sistemas agrícolas, devido à sua elevada produção de biomassa, rusticidade e adaptabilidade às condições edafoclimáticas do Brasil, sendo uma opção viável para a alimentação animal e cobertura de solo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento agrônomo do milheto cultivar BRS 1501, submetido a diferentes doses e formas de adubação nitrogenada na região de Araguatins-TO. O experimento foi conduzido no Instituto Federal do Tocantins – Campus Araguatins, em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4x2, com quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) e duas formas de aplicação (superficial e incorporada), totalizando oito tratamentos e quatro repetições. As variáveis analisadas foram altura de plantas (AP) e diâmetro do colmo (DC). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), a 5% de probabilidade, com o auxílio do software R. R. Core Team (2025). Os resultados demonstram que a adubação nitrogenada afetou significativamente o crescimento do milheto, com maiores alturas e diâmetros do colmo em doses elevadas. De modo geral, verificou-se que a adubação nitrogenada, especialmente na dose de 100 kg ha⁻¹, favoreceu o crescimento do milheto, enquanto a aplicação incorporada apresentou melhor desempenho para o desenvolvimento das plantas. Os resultados reforçam a importância do manejo adequado do nutriente e indicam potencial para aprimorar a produtividade da cultura. Sugere-se que pesquisas futuras ampliem a avaliação para outros atributos e nutrientes, a fim de aprofundar o entendimento sobre o comportamento agrônomo do milheto.

Palavras-chave: Desenvolvimento; Aplicação; Crescimento.

ABSTRACT

Millet (*Pennisetum glaucum*, L.) has stood out as an important alternative in agricultural systems due to its high biomass production, hardiness, and adaptability to the edaphoclimatic conditions of Brazil, being a viable option for animal feed and soil cover. This study aimed to evaluate the agronomic development of the millet cultivar BRS 1501, subjected to different doses and forms of nitrogen fertilization in the Araguatins–TO region. The experiment was conducted at the Federal Institute of Tocantins – Araguatins Campus, in a randomized block design, in a 4x2 factorial scheme, with four nitrogen doses (0, 50, 100, and 150 kg ha⁻¹) and two application methods (surface and incorporated), totaling eight treatments and four replications. The variables analyzed were plant height (PH) and stem diameter (SD). The data were subjected to analysis of variance (ANOVA) at a 5% probability level using R.R. Core Team software (2025). The results demonstrate that nitrogen fertilization significantly affected millet growth, with greater heights and stem diameters at higher doses. In general, nitrogen fertilization, especially at a dose of 100 kg ha⁻¹, favored millet growth, while incorporated application showed better performance for plant development. The results reinforce the importance of proper nutrient management and indicate potential for improving crop productivity. It is suggested that future research expand the evaluation to other attributes and nutrients in order to deepen the understanding of the agronomic behavior of millet.

Keywords: Development; Application; Growth.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Croqui da área experimental	20
Figura 2 - Precipitação, temperaturas máxima, média e mínima do ar observadas durante a realização do experimento. IFTO Araguatins, 2025.....	22
Figura 3 - Altura de planta (cm) do milho em função das doses de nitrogênio e formas de aplicação (incorporada e superficial), aos 35, 42, 49, 56, 63, 70 e 77 dias após o plantio	28
Figura 4 - Diâmetro de colmo (mm) do milho em função das doses de nitrogênio e formas de aplicação (incorporada e superficial), aos 35, 42, 49, 56, 63, 70 e 77 dias após o plantio	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da análise química de solo da área experimental.....	19
Tabela 2 - Altura de plantas e diâmetro do colmo aos 35 dias após o plantio.....	24
Tabela 3 - Altura de plantas e diâmetro do colmo aos 42 dias após o plantio.....	25
Tabela 4 - Altura de plantas e diâmetro do colmo aos 49 dias após o plantio	25
Tabela 5 - Altura de plantas e diâmetro do colmo aos 56 dias após o plantio.....	26
Tabela 6 - Altura de plantas e diâmetro do colmo aos 63 dias após o plantio	26
Tabela 7 - Altura de plantas e diâmetro do colmo aos 70 dias após o plantio	27
Tabela 8 - Altura de plantas e diâmetro do colmo aos 77 dias após o plantio	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 Cultura do milho	16
2.2. Importância agrônoma e versatilidade do milho.....	16
2.3 Adubação nitrogenada na cultura do milho	16
2.4 Influência do tipo de solo na eficiência da adubação nitrogenada	17
3. METODOLOGIA.....	19
3.1 Local e caracterização do experimento	19
3.2 Delineamento e condução do experimento	19
3.3 Condições climáticas do período experimental	21
3.4 Características agrônomicas avaliadas	22
3.5 Análise estatísticas.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS.....	31
APÊNDICES	35

1. INTRODUÇÃO

O milheto (*Pennisetum glaucum L.*) é uma gramínea do tipo C4 originária de regiões semidesérticas da África e da Índia, onde predominam condições de baixa disponibilidade de água, altas temperaturas e solos com baixa fertilidade. É uma gramínea anual de verão, de hábito cespitoso, com crescimento ereto, destacando-se pela elevada capacidade de perfilhamento e vigorosa rebrota após o corte ou pastejo (BONAMIGO, 2016).

A crescente demanda por forragem de qualidade nos sistemas de produção animal em regiões tropicais exige o uso de culturas adaptadas, produtivas e eficientes quanto ao uso de recursos. O milheto apresenta características agronômicas que o tornam uma alternativa promissora: rápido crescimento, boa qualidade nutricional e a elevada produção de matéria seca, especialmente em períodos de altas temperaturas, além de sua resistência ao déficit hídrico (BONAMIGO, 2016).

Além disso, o milheto é amplamente utilizado em sistemas de plantio direto devido à sua capacidade de cobertura do solo e aproveitamento de nutrientes, características favorecidas por seu sistema radicular profundo, que pode atingir até 3,6 metros de profundidade (JÚNIOR et al, 2009). Essa característica contribui para a melhoria da estrutura do solo e para a redução da erosão, promovendo a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

Apesar de sua rusticidade, o desempenho agronômico do milheto está diretamente relacionado ao manejo adequado da adubação, especialmente da adubação nitrogenada. O nitrogênio é o nutriente mais exigido pela planta, sendo determinante para o crescimento e o acúmulo de biomassa. Estudos demonstram que o aumento das doses de nitrogênio promove elevação nos teores de proteína bruta do milheto, influenciando positivamente na qualidade da forragem (SILVA et al., 2012).

A forma de aplicação do nitrogênio em superfície ou incorporado ao solo pode afetar significativamente a eficiência do nutriente. A aplicação superficial está mais sujeita a perdas por volatilização, especialmente no caso de ureia sem incorporação, enquanto a aplicação incorporada proporciona maior contato do fertilizante com o solo, reduzindo perdas e favorecendo a absorção pelas raízes (PERUZZO et al., 2016).

Além disso, a adubação nitrogenada influencia diretamente na qualidade da forragem produzida. A aplicação adequada de nitrogênio pode melhorar a digestibilidade e o valor nutricional da forragem, beneficiando o desempenho dos animais (FOLONI et al., 2008). No entanto, é importante considerar que o excesso de nitrogênio pode levar a desequilíbrios na relação C/N, afetando negativamente a qualidade da forragem (FOLONI et al., 2016).

Estudos recentes indicam que a adubação nitrogenada impacta diretamente a qualidade da forragem de milho. Pesquisas apontam que o aumento das doses de nitrogênio pode elevar os teores de proteína bruta, mas também reduzir a digestibilidade da fibra, afetando a eficiência alimentar dos ruminantes (GÖRGEN et al, 2016).

A escolha de cultivares adaptadas às condições locais é fundamental para maximizar a produtividade do milho. Cultivares como ADR 500 e BRS 1501 têm demonstrado bom desempenho em diferentes regiões do Brasil, apresentando alta produção de matéria seca e boa qualidade nutricional. A seleção adequada de cultivares, aliada a práticas de manejo eficientes, pode resultar em sistemas de produção mais sustentáveis e rentáveis (CORRÊA et al., 2015).

Por fim, a sustentabilidade na produção de milho envolve a integração de práticas de manejo que considerem aspectos agronômicos, ambientais e econômicos. O uso de consórcios com leguminosas, a adoção de sistemas de plantio direto e a rotação de culturas são estratégias que podem melhorar a fertilidade do solo, reduzir a dependência de insumos externos e aumentar a resiliência dos sistemas de produção. Essas práticas contribuem para a sustentabilidade a longo prazo da produção de milho (ALMEIDA et al., 2023).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento agrônomo do milho cultivar BRS 1501, submetido a diferentes doses e formas de aplicação nitrogenada na região de Araguatins-TO.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura do milheto

O milheto (*Pennisetum glaucum* L.) é uma gramínea anual de verão, de crescimento em touceiras e porte ereto, com ciclo curto, geralmente completando seu desenvolvimento em torno de 120-150 dias, dependendo da cultivar e das condições ambientais, e é amplamente usado como forragem, cobertura e para produção de grãos em várias regiões do Brasil. Originário das savanas africanas, o milheto tem longa história de uso como forrageira por sua rusticidade e rápido acúmulo de biomassa (SILVA et al, 2012).

No Brasil, o milheto tem se destacado como uma opção estratégica em sistemas de produção, especialmente em regiões do Cerrado e semiáridas. Cultivares como a BRS 1501 são amplamente empregadas devido à sua elevada tolerância ao estresse hídrico, rápido estabelecimento e alta produção de matéria verde, características que tornam o milheto uma escolha eficaz para sucessão e rotação de culturas, bem como para o plantio direto. Além disso, estudos indicam que o milheto responde positivamente à adubação nitrogenada, apresentando incrementos significativos na produção de biomassa quando o nitrogênio é aplicado de forma adequada ao longo do ciclo (EMBRAPA, 2022).

2.2. Importância agrônômica e versatilidade do milheto

O milheto destaca-se por sua versatilidade, sendo utilizado para pastejo direto, corte para fenação e silagem, produção de grãos para ração e como cultura de cobertura para plantio direto. Produz grande quantidade de forragem em curto espaço de tempo, com produtividades de matéria seca que, sob manejo adequado e adubação, podem superar 10-15 t ha⁻¹ dependendo da cultivar e do regime de manejo. Além disso, é uma planta atóxica em todos os estágios vegetativos, o que facilita seu uso na pecuária (BUSO et al, 2011).

No sistema de plantio direto, o milheto contribui para a ciclagem de nutrientes, supressão de plantas daninhas, proteção do solo e melhoria das propriedades físicas do perfil superficial, o que favorece a sustentabilidade da rotação de culturas. Cultivares e híbridos mais modernos tendem a responder melhor à adubação nitrogenada, aumentando a eficiência produtiva quando o N é manejado adequadamente (EMBRAPA, 2022).

2.3 Adubação nitrogenada na cultura do milheto

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais limitantes ao desenvolvimento do milheto, influenciando diretamente o crescimento, o acúmulo de biomassa e a qualidade da forragem produzida. A deficiência de N reduz o perfilhamento, a área foliar e o teor de proteína bruta, comprometendo a produtividade e o valor nutritivo da cultura. Assim, o manejo adequado desse nutriente é essencial para maximizar o potencial produtivo da planta (MELO et al, 2015; DANTAS e NEGRÃO, 2010).

A eficiência do uso do nitrogênio está diretamente relacionada à forma de aplicação do fertilizante. Quando aplicado em superfície, principalmente na forma de ureia, há maior risco de perdas por volatilização de amônia, o que ocorre com mais intensidade em condições de alta temperatura, baixa umidade do solo e presença de palhada na superfície (EMBRAPA, 2014). Por outro lado, a incorporação do adubo ao solo tende a reduzir tais perdas, favorecendo o aproveitamento do nutriente pelas plantas, embora exija maior custo operacional e possa ser menos viável em sistema de plantio direto (CIVARDI et al., 2011).

Além disso, estudos indicam que uso de fontes alternativas e de tecnologias agregadas à ureia, como inibidores de uréase e revestimentos de liberação controlada, pode minimizar as perdas e melhorar eficiência do uso do N e aplicações superficiais (EMBRAPA, 2015). Essas estratégias são particularmente importantes em regiões de clima quente e úmido, nas quais a volatilização tende a ser elevada.

Outros fatores relevantes são tipo de solo e manejo de cobertura. Em solos com baixa capacidade de retenção de água, a lixiviação pode ser mais expressiva, principalmente quando o N é aplicado fora do período de maior demanda da planta. Dessa forma, práticas como o fracionamento da adubação, a escolha de fontes adequadas e a sincronia entre a aplicação e o crescimento vegetativo são medidas eficazes para reduzir perdas e aumentar o aproveitamento do nutriente (EMBRAPA, 2014; CIVARDI et al., 2011).

2.4 Influência do tipo de solo na eficiência da adubação nitrogenada

O tipo de solo exerce influência direta na disponibilidade e na eficiência de aproveitamento do nitrogênio pelo milheto. Solos argilosos, com maior capacidade de retenção de água e nutrientes, tendem a reduzir perdas por lixiviação, proporcionando melhor aproveitamento do N, sobretudo quando o adubo é aplicado em superfície. Já em solos arenosos, o risco de lixiviação é maior devido à baixa retenção de umidade e matéria orgânica, sendo mais recomendado uso de adubos incorporados ou de fontes de liberação lenta (EMBRAPA, 2022).

Além da textura, a presença de palhada no sistema de plantio direto influencia o comportamento do N no solo. A cobertura vegetal pode reduzir a temperatura superficial e conservar a umidade, mas também aumentar a atividade enzimática da urease, intensificando a volatilização quando há aplicação superficial de ureia (CIVARDI et al., 2011). Assim, o manejo da palhada e o uso de inibidores tornam-se estratégias relevantes para equilibrar as condições físicas do solo e a eficiência dos fertilizantes.

A interação entre tipo de solo, umidade e forma de aplicação do N determina o sucesso da aplicação. Em solos argilosos sob boa cobertura vegetal, a aplicação superficial pode ser eficiente desde que seja associada a tecnologias que reduzam perdas; em solos mais leves, o ideal é associar incorporação ou fracionamento das doses. Dessa forma, compreender as características edáficas e adaptá-las ao manejo da adubação é essencial para otimizar o uso do nitrogênio na cultura do milho.

3. METODOLOGIA

3.1 Local e caracterização do experimento

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) – *Campus Araguatins*, localizado nas coordenadas geográficas de 05° 38' 51" latitude S e 48° 04' 14" longitude W, com altitude média de 103 metros (INMET, 2015).

Foi coletado amostra do solo para análise química, matéria orgânica, pH e dos níveis Al^{3+} , de acordo com o manual de análise de química estabelecida por TEIXEIRA (2017) na camada de 0-20cm.

Tabela 1: Resultado da análise química de solo da área experimental.

Amostra	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T	V%	M.O
Nº	em H ₂ O	mg/dm ³		cmol _c /dm ³							%
77	6,0	88,00	297	19,2	6,2	0,0	2,48	26,16	28,63	91,36	3,60

Análise Física			
Amostra	Areia	Argila	Silte
77	%		
	20,64	40,33	39,04

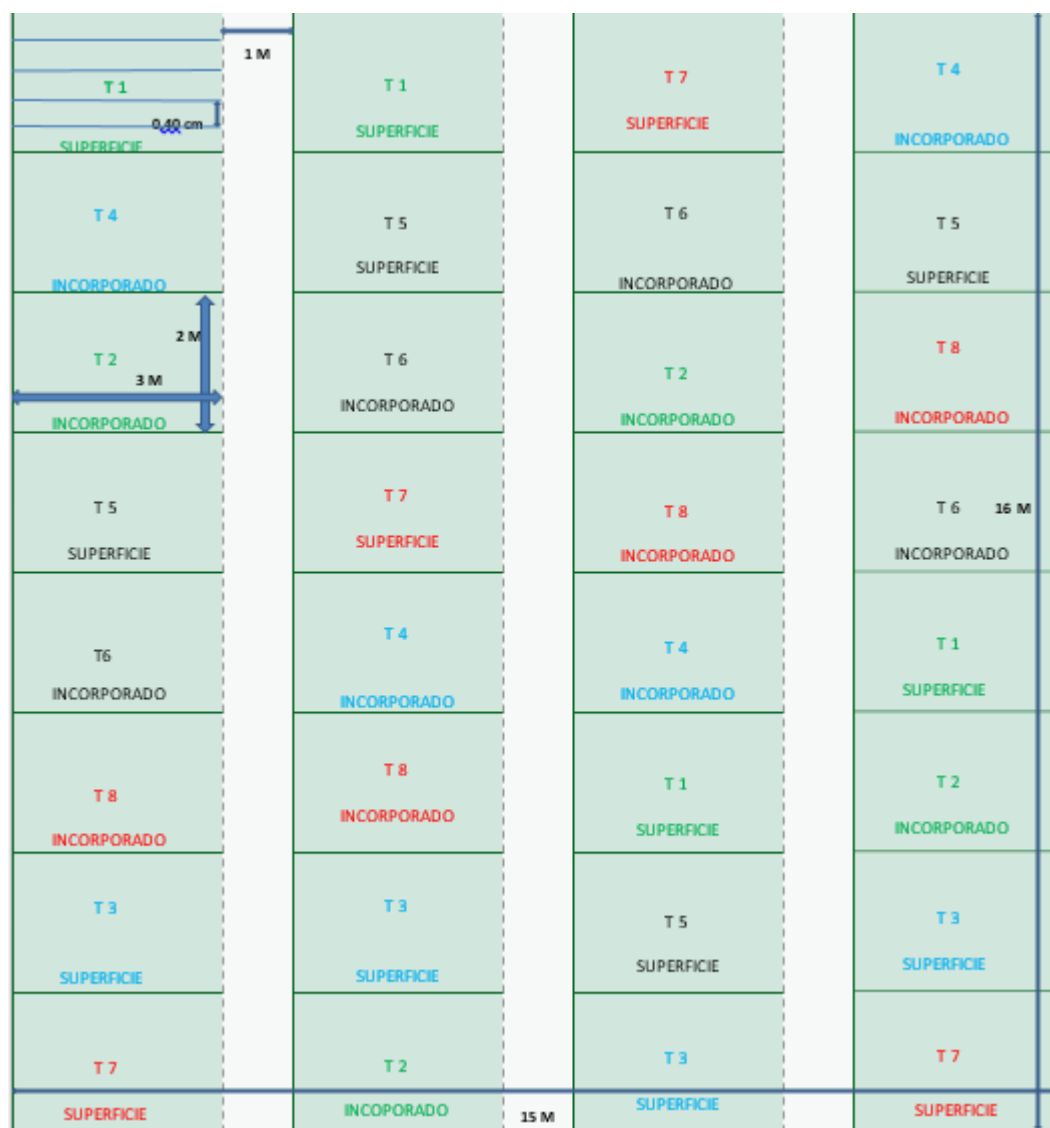
Fonte: Laboratório de solos, IFTO – *Campus Araguatins*, pH – Potencial hidrogênionico; P – Fósforo; K – Potássio; Ca – Cálcio trocável; Mg – Magnésio trocável; Al – Acidez ativa; H+Al – Acidez potencial; S – Soma das bases (Ca+Mg+K); T – Capacidade de troca catiônica a pH 7 (S+H+Al); V% - Saturação por base ($100 \times S \div T$); M.O – Matéria orgânica.

A adubação de plantio, foi realizada com base na análise química do solo, conforme descrito a seguir: 30 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia (45% de N), 40 kg ha⁻¹ de fósforo na forma de superfosfato simples (18% de P₂O₅) e 45 kg ha⁻¹ de potássio na forma de cloreto de potássio (56% de K₂O).

3.2 Delineamento e condução do experimento

Para condução do experimento foi utilizado o delineamento em blocos casualizado (DBC), em esquema fatorial 4x2, com quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) e duas formas de aplicação (superficial e incorporada), sendo oito tratamentos e quatro repetições, totalizando 32 parcelas experimentais, cada parcela foi formada por quatro fileiras de três metros espaçados em 0,40 m. As variáveis analisadas foram altura de plantas (AP) e diâmetro do colmo (DC).

Figura 1: Croqui da área experimental.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com o auxílio do Microsoft Word.

O preparo da área experimental, com dimensões de 16 x 15 metros (240 m²), foi iniciado com a realização de uma gradagem, visando o revolvimento e a descompactação do solo, bem como à incorporação de resíduos vegetais superficiais. Em seguida, procedeu-se à demarcação das parcelas conforme o delineamento previamente estabelecido, e a limpeza do local, realizada manualmente com o auxílio de enxadas, para remoção de plantas invasoras e materiais indesejáveis.

Após essa etapa, foram abertos os sulcos de semeadura respeitando o espaçamento de 0,40 m entre linhas, conforme recomendado para cultura do milho. Para a realização de adubação de base foi levado em consideração as necessidades da análise de solo referente a

cultura e, posteriormente, através das formas de aplicação os tratamentos com nitrogênio foram aplicados diferenciando-se em superfície e incorporada ao solo.

As sementes utilizadas no experimento foram da cultivar BRS 1501 de *Pennisetum glaucum*, a semeadura foi realizada manualmente, garantindo uniformidade entre as parcelas, a uma profundidade de aproximadamente 2,0 cm, com cerca de 120 sementes por sulco, considerando uma densidade de 40 sementes por metro linear em sulcos com 3 metros de comprimento, sendo 4 sulcos por parcelas, totalizando 128 sulcos.

A semeadura do milho foi realizada no dia 20 de maio de 2025. Em todas as parcelas experimentais as avaliações foram conduzidas semanalmente a partir de 35 dias após o plantio, período em que também foram realizadas a adubação nitrogenada e a marcação das plantas destinadas às medições. Em cada parcela, 5 plantas foram selecionadas aleatoriamente para avaliação das características agrônômicas, contemplando a altura de plantas (cm) e o diâmetro do colmo (mm). Para garantir o adequado suprimento hídrico durante o desenvolvimento da cultura, foi instalado um sistema de irrigação por aspersão, utilizando mangueiras de santeno, assegurando uniformidade na distribuição da água em todas as parcelas experimentais.

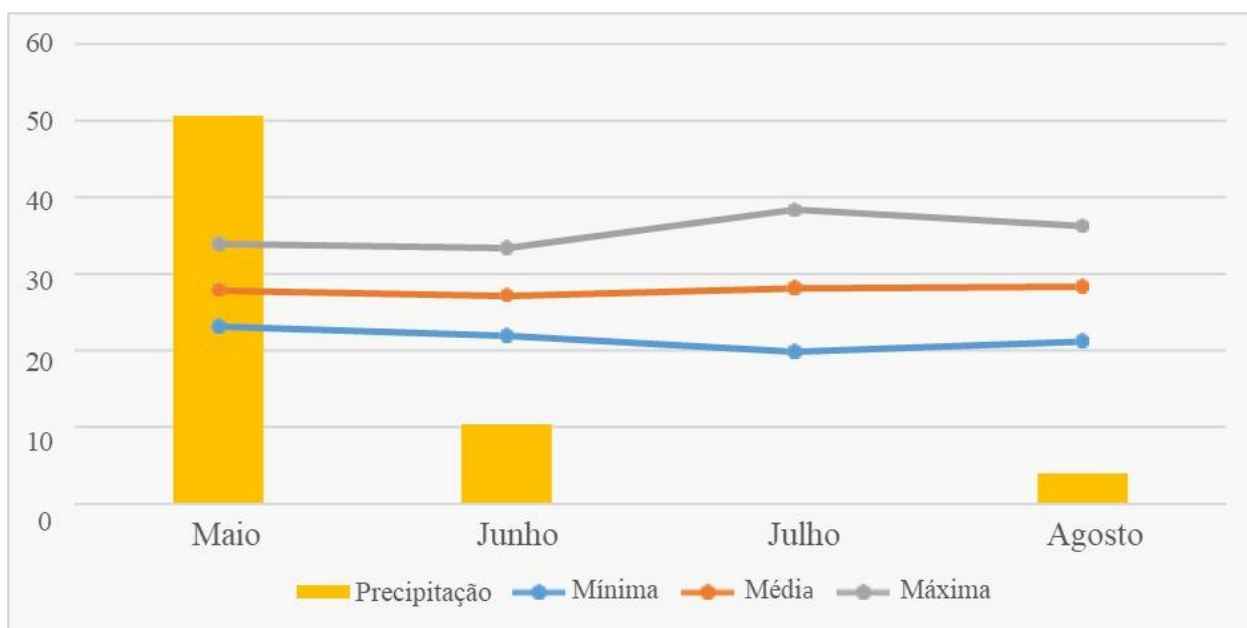
3.3 Condições climáticas do período experimental

Durante o período experimental, entre maio e agosto de 2025, observaram-se variações importantes nas condições climáticas locais, especialmente em relação à temperatura e à precipitação (Figura 2). A temperatura máxima apresentou discreta elevação no mês de julho, atingindo valores próximos de 38,4 °C, enquanto as temperaturas mínimas permaneceram entre 20 °C e 23,2 °C. Já a temperatura média oscilou entre 27,3 °C e 28,5 °C ao longo dos meses avaliados. No mesmo período, a precipitação concentrou-se principalmente no início do experimento, reduzindo-se de forma acentuada nos meses subsequentes até tornar-se praticamente nula em agosto.

Essas oscilações climáticas exerceram influência direta sobre o desenvolvimento das plantas, uma vez que tanto a disponibilidade hídrica quanto as condições térmicas constituem fatores determinantes para o crescimento e o desempenho fisiológico das culturas. Mesmo com a expressiva redução da pluviosidade, o milho demonstrou boa adaptação ao ambiente, característica atribuída à sua rusticidade e eficiência no uso da água. Segundo Embrapa (2022), essa espécie apresenta elevada tolerância a períodos de estiagem e a temperaturas moderadas, o

que favorece seu cultivo em condições de variação climática semelhantes às observadas neste estudo.

Figura 2 - Precipitação, temperaturas máxima, média e mínima do ar observadas durante a realização do experimento. IFTO Araguatins, 2025



Fonte: INMET (2025).

3.4 Características agronômicas avaliadas

Foram avaliados dois parâmetros agronômicos: altura de plantas e diâmetro do colmo, escolhidos por serem indicadores importantes do desenvolvimento vegetativo do milho.

A altura das plantas foi determinada com o auxílio de uma régua graduada, medindo-se a distância entre a superfície do solo e a curvatura da última folha totalmente estendida. Já o diâmetro do colmo foi mensurado utilizando um paquímetro digital, realizando-se a leitura na parte mediana do caule para garantir maior precisão. Todas as medições foram feitas semanalmente, em plantas previamente marcadas, assegurando uniformidade e acompanhamento contínuo do crescimento.

3.5 Análise estatísticas

Os dados coletados no experimento foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com o objetivo de verificar a existência de diferenças significativas entre os tratamentos. Em seguida, quando constatada significância, procedeu-se à análise de regressão, considerando que

os tratamentos apresentam caráter quantitativo.

Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R, versão 4.5.1 (R. R. CORE TEAM, 2025). Os gráficos foram feitos utilizando o pacote ggplot2 Elegant Graphics for Data Analysis no ambiente R.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 35 dias após o plantio, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre as doses de nitrogênio para altura de planta e diâmetro de colmo. Apesar disso, verificou-se diferença entre as formas de aplicação na dose de 150 kg ha⁻¹. Entretanto, essa variação não pode ser atribuída ao efeito do nitrogênio aplicado nas doses experimentais, pois a adubação foi realizada no mesmo dia da avaliação, impossibilitando qualquer resposta da cultura ao nutriente nesse momento. Dessa forma, a diferença observada deve ser considerada um efeito casual, possivelmente decorrente da variabilidade natural das plantas ou de condições microambientais dentro da área experimental. Assim, aos 35 DAP, o milho ainda não apresentava resposta biológica às doses e formas de aplicação, reforçando que o comportamento observado na Tabela 2 resulta de variações aleatórias e não do manejo nitrogenado. (Tabela 2).

Tabela 2: Altura de plantas (cm) e diâmetro do colmo (mm) aos 35 dias após o plantio.

Doses (kg ha ⁻¹)	AP35		DC35	
	Incorporado	Superfície	Incorporado	Superfície
0	56.45aA	50.55aA	4.70aA	4.11aA
50	47.37aA	38.60aA	3.98aA	3.62aA
100	55.17aA	50.27aA	4.55aA	4.52aA
150	53.72aA	35.12aB	4.67aA	3.05aB
CV (%)	24.02		21.65	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e a mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. AP= Altura de planta, DC= Diâmetro do colmo, CV= Coeficiente de variação.

Aos 42 dias após o plantio (Tabela 3) a dose de 150 kg ha⁻¹ apresentou diferença significativa entre as formas de aplicação, com maior altura de planta e diâmetro de colmo na forma incorporada, em comparação à aplicação superficial. Esse resultado indica que a incorporação do fertilizante favoreceu o aproveitamento do nitrogênio, reduzindo perdas por volatilização e aumentando a disponibilidade do nutriente na zona radicular. Bazam et al. (2022) também observaram incremento no crescimento do milho em doses mais elevadas de nitrogênio, atribuindo o melhor desempenho ao maior aproveitamento do nutriente quando aplicado em profundidade. De forma semelhante, Melo et al. (2015) destacaram que a eficiência nutricional e o acúmulo de biomassa do milho aumentam à medida que a disponibilidade de nitrogênio no solo é aplicada, reforçando o comportamento identificado neste estudo.

Nas demais doses, não foram verificadas diferenças estatísticas relevantes, mostrando

que, nesse estágio, o milho respondeu mais expressivamente ao nitrogênio incorporado apenas nas doses mais elevadas.

Tabela 3: Altura de plantas (cm) e diâmetro do colmo (mm) aos 42 dias após o plantio.

Doses (kg ha⁻¹)	AP42		DC42	
	Incorporado	Superfície	Incorporado	Superfície
0	73.72aA	67.10aA	4.90aA	4.33aA
50	69.55aA	60.25aA	4.28aA	3.79aA
100	82.35aA	72.35aA	4.92aA	4.88aA
150	79.45aA	55.77aB	5.10aA	3.54aB
CV (%)	20.02		18.16	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e a mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. AP= Altura de planta, DC= Diâmetro do colmo, CV= Coeficiente de variação

Na avaliação realizada aos 49 dias após o plantio, verificou-se aumento expressivo na altura e no diâmetro das plantas, resultado da continuidade do crescimento e da absorção do nitrogênio da cobertura. A diferença significativa foi observada novamente na dose de 150 kg ha⁻¹ em que a incorporação apresentou maior altura e diâmetro de colmo. Esse comportamento reforça a eficiência da incorporação do fertilizante, que garante maior disponibilidade do nutriente do solo e contribui para o vigor vegetativo da cultura (Tabela 4).

Tabela 4: Altura de plantas (cm) e diâmetro do colmo (mm) aos 49 dias após o plantio.

Doses (kg ha⁻¹)	AP49		DC49	
	Incorporado	Superfície	Incorporado	Superfície
0	100.15aA	93.42aA	5.19aA	4.78aA
50	107.67aA	93.95aA	4.67aA	4.38aA
100	127.10aA	117.92aA	5.42aA	5.37aA
150	123.35aA	92.10aB	5.67aA	4.22aB
CV (%)	17.37		16.87	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e a mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. AP= Altura de planta, DC= Diâmetro do colmo, CV= Coeficiente de variação

Na avaliação aos 56 dias após o plantio (Tabela 5), observou-se que, para a altura de plantas na forma de aplicação em superfície, houve diferença significativa, sendo que o tratamento onde não foi aplicado nitrogênio obteve a menor altura. Esse resultado indica que mesmo na ausência de incorporação, a aplicação de nitrogênio favoreceu o crescimento inicial das plantas, possivelmente por melhorar as condições químicas e a disponibilidade de nutrientes no solo.

Em relação ao diâmetro do colmo, observa-se diferença significativa na dose de 150 kg ha⁻¹, em que a aplicação incorporada resultou em maior diâmetro em comparação à superficial. Esse comportamento demonstra que, em doses mais elevadas de nitrogênio, a incorporação do adubo contribui para o desenvolvimento estrutural do milheto, favorecendo o engrossamento do colmo. Nas demais doses, não foram observadas diferenças significativas entre os métodos de aplicação, indicando que os efeitos do nitrogênio sobre essa variável tornam-se mais evidentes apenas em maiores doses e quando o fertilizante é incorporado ao solo.

Tabela 5: Altura de plantas (cm) e diâmetro do colmo (mm) aos 56 dias após o plantio.

Doses (kg ha ⁻¹)	AP56		DC56	
	Incorporado	Superfície	Incorporado	Superfície
0	122.70aA	117.6bA	5.41aA	5.08aA
50	138.20aA	132.0aA	5.11aA	4.91aA
100	152.85aA	156.4aA	5.95aA	5.97aA
150	150.70aA	128.5aA	6.26aA	4.94aB
CV (%)	13.12		14.47	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e a mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. AP= Altura de planta, DC= Diâmetro do colmo, CV= Coeficiente de variação.

Decorridos 63 dias do plantio (Tabela 6), nota-se a forma de aplicação de nitrogênio (incorporado ou em superfície), não interferiu na altura das plantas. No entanto, os tratamentos com dose 0 kg ha⁻¹ se diferenciaram estatisticamente dos que receberam adubação nitrogenada. Isso evidencia a importância do nutriente para o crescimento do milheto, mesmo sem distinção entre as formas de aplicação. Em relação ao diâmetro de colmo não houve diferença significativa entre as doses de N, como também não houve diferença entre as formas de aplicação.

Tabela 6: Altura de plantas (cm) e diâmetro do colmo (mm) aos 63 dias após o plantio.

Doses (kg ha ⁻¹)	AP63		DC63	
	Incorporado	Superfície	Incorporado	Superfície
0	137.40bA	136.10bA	5.69aA	5.41aA
50	153.95aA	154.65aA	5.56aA	5.44aA
100	171.85aA	173.70aA	6.66aA	6.49aA
150	161.85aA	160.75aA	7.03aA	5.95aA
CV	10.89		13.12	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e a mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. AP= Altura de planta, DC= Diâmetro do colmo, CV= Coeficiente de variação.

Na sétima avaliação, correspondente à 70 dias após o plantio, observou-se que a dose 0 kg ha⁻¹, apresentou valores significativamente menores de altura de plantas tanto em superfície como incorporada, enquanto as demais doses não se diferenciaram estatisticamente entre si. No entanto, o diâmetro do colmo apresentou efeito das doses apenas na aplicação incorporada, com menores valores nas doses 0 kg ha⁻¹ e 50 kg ha⁻¹, enquanto na aplicação superficial não houve efeito significativo (Tabela 7). Resultados semelhantes foram observados por Martins (2019), que constatou incremento na altura das plantas no diâmetro do colmo de painço em função do aumento das doses de nitrogênio, evidenciando que esse nutriente exerce influência direta sobre o crescimento e o desenvolvimento vegetativo das plantas.

Tabela 7: Altura de plantas (cm) e diâmetro do colmo (mm) aos 70 dias após o plantio.

Doses (kg ha ⁻¹)	AP70		DC70	
	Incorporado	Superfície	Incorporado	Superfície
0	148.4bA	149.65bA	6.00bA	5.74aA
50	165.4aA	168.15aA	6.09bA	6.15aA
100	185.1aA	184.10aA	7.43aA	7.29aA
150	176.6aA	178.60aA	7.98aA	7.06aA
CV (%)	9.64		12.60	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e a mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. AP= Altura de planta, DC= Diâmetro do colmo, CV= Coeficiente de variação.

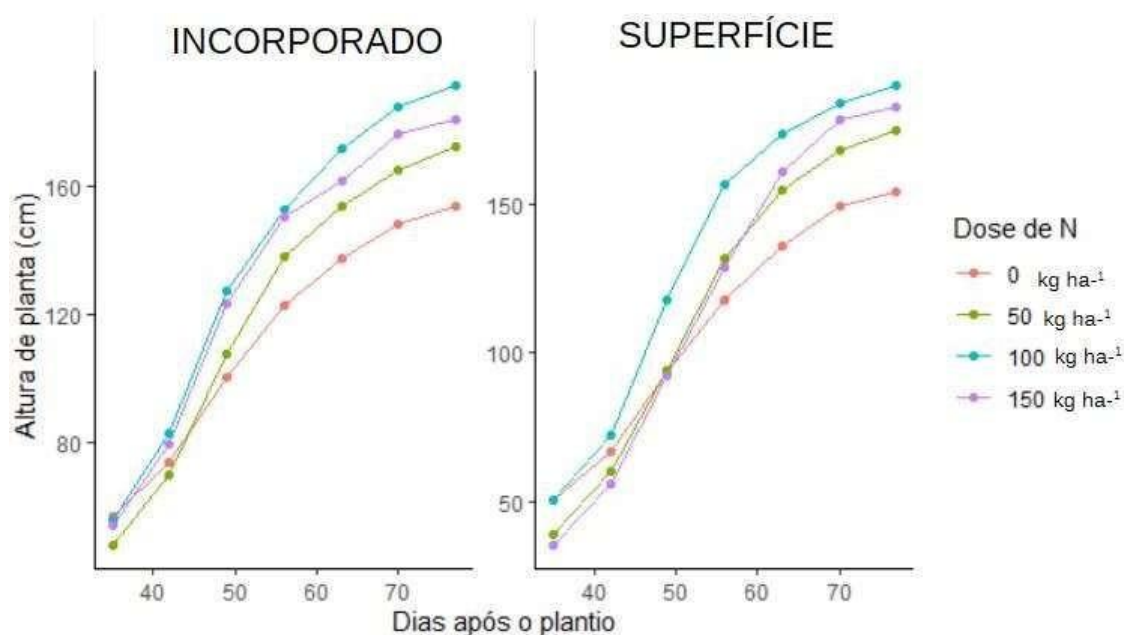
Na avaliação realizada aos 77 dias após o plantio, constatou-se diferença significativa na dose 0 kg ha⁻¹, tanto para altura de planta como para o diâmetro de colmo, em ambas as formas de aplicação. As plantas que não receberam nitrogênio apresentaram menores valores médio de altura e diâmetro, enquanto as doses de 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ resultaram em maiores medias e não diferiram estatisticamente entre si. Esses resultados evidenciam que o nitrogênio é essencial para o desenvolvimento do milheto, promovendo maior crescimento e espessura do colmo, porém, a partir de determinada quantidade, o aumento da dose não gera respostas adicionais significativas. Gomes (2023) também observou comportamento semelhante ao estudar diferentes manejos de aplicação do nutriente, indicando a existência de um ponto de máxima eficiência fisiológica. Não houve diferença entre as formas de aplicação, indicando que, nesta fase final do ciclo, a cultura já havia aproveitado o nitrogênio disponível de forma uniforme no solo (Tabela 8).

Tabela 8: Altura de plantas (cm) e diâmetro do colmo (mm) aos 77 dias após o plantio.

Doses (kg ha ⁻¹)	AP77		DC77	
	Incorporado	Superfície	Incorporado	Superfície
0	153.60bA	154.50bA	6.37bA	6.08bA
50	172.35aA	175.10aA	6.52aA	6.77aA
100	191.60aA	189.95aA	8.18aA	7.97aA
150	181.00aA	182.90aA	8.85aA	8.41aA
CV (%)	9.94		13.34	

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e a mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. AP= Altura de planta, DC= Diâmetro do colmo, CV= Coeficiente de variação.

Observa-se que a altura das plantas (Figura 3) aumentou progressivamente ao longo do ciclo, com estabilização após cerca de 70 dias. As maiores doses de nitrogênio sendo 100 e 150 kg ha⁻¹ promoveram plantas mais altas, enquanto a ausência de adubação resultou nas menores médias. A aplicação incorporada apresentou leve vantagem sobre a superficial, principalmente nas fases iniciais e intermediárias, indicando melhor aproveitamento do nitrogênio. Nas fases finais, as diferenças entre os métodos diminuíram, mostrando que o milho passou a absorver o nutriente de forma semelhante nas duas formas de aplicação.

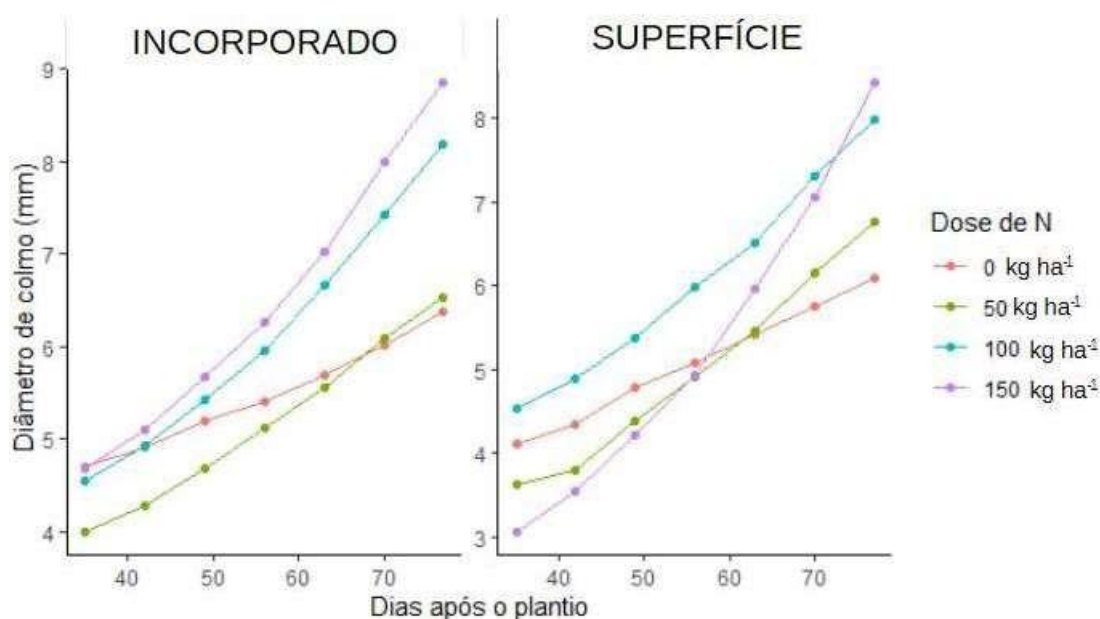
Figura 3 - Altura de planta (cm) do milho em função das doses de nitrogênio e formas de aplicação (incorporada e superficial), aos 35, 42, 49, 56, 63, 70 e 77 dias após o plantio.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com o auxílio do software R.

De maneira geral, observou-se que o diâmetro do colmo aumentou com o avanço do ciclo da cultura e com o incremento das doses de nitrogênio. Esse comportamento pode ser visualizado na Figura 4, que apresenta a evolução do diâmetro ao longo dos dias após o plantio, nas duas formas de aplicação do nutriente.

Nota-se que o diâmetro do colmo aumentou de forma mais acentuada nas doses de 100 e 150 kg ha⁻¹, especialmente quando o nitrogênio foi incorporado ao solo. Esse comportamento pode estar relacionado à maior disponibilidade do nutriente na zona radicular e à redução das perdas por volatilização, o que favorece o crescimento estrutural das plantas.

Figura 4 - Diâmetro de colmo (mm) do milho em função das doses de nitrogênio e formas de aplicação (incorporada e superficial), aos 35, 42, 49, 56, 63, 70 e 77 dias após o plantio.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com o auxílio do software R.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de nitrogênio no milho (BRS 1501) influenciou no crescimento das plantas, sendo que as doses de 100 kg ha⁻¹ se mostraram adequadas resultando em maior altura e diâmetro de colmo.

O método de aplicação, em superfície ou incorporada ao solo, apresentou efeitos específicos, sendo que a aplicação incorporada resultou em maiores alturas de plantas, sobretudo nas fases iniciais e intermediárias enquanto para o diâmetro do colmo a incorporação do nitrogênio se mostrou mais eficiente durante todo o ciclo, indicando que o manejo correto do nutriente é fundamental para otimizar o desenvolvimento da cultura.

De modo geral, observou-se que o diâmetro do colmo aumentou ao longo do ciclo da cultura e com o incremento das doses de nitrogênio.

Esses resultados fornecem subsídios para práticas de adubação mais eficientes e para futuras pesquisas visando a maximização da produtividade do milho.

Sugere-se que pesquisas futuras incluam avaliações de massa fresca, massa seca e área foliar do milho, ampliando a compreensão sobre o acúmulo de biomassa. Também é recomendada a investigação da adubação com outros nutrientes, além do nitrogênio, para identificar manejos mais eficientes. Essas análises podem contribuir para aprimorar o desenvolvimento e a produtividade da cultura.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. C. R. de; SANTOS, A. F. dos; OLIVEIRA, J. E. M.; SILVA, R. F. da; SOUZA, L. A. de. Produção de milho e leguminosas em sistemas consorciados para regiões semiáridas. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 2, e40412240407, 2023. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/40407/33037/432938>. Acesso em: 1 out. 2025.
- BAZAM, L. L.; GERLACH, G. A. X.; CATALANI, G. C.; BLANKENHEIM, T. M. **Desenvolvimento da cultura do milho em dosagens de nitrogênio**. Olímpia – SP, 2022. Trabalho acadêmico (Graduação em Agronomia) – União das Faculdades dos Grandes Lagos – UNILAGO, 2022. Disponível em: <https://share.google/cGVjxRwm3EHfcunR9>. Acesso em: 28 out. 2025.
- BONAMIGO, L. A. A cultura do milho no Brasil, implantação e desenvolvimento no cerrado. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, Nº do evento, 1999, Brasília. **Anais [...]**. Brasília: editora ou instituição organizadora, 1999. p. 4-5. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/993985/1/sistema-de-producao-cultivo-do-milho.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2025.
- BUSO, W.H.D. et al. Uso do milho na alimentação animal. **PUBVET**, Londrina, v. 5, n. 22, ed. 169, art. 1136, 2011. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/b123/23467501a553b4ef6487b9004696db50396d.pdf>. Acesso em: 5 out. 2025.
- CIVARDI, E. A. et al. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 1, p. 52-59, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/WJv68h4hGqXTg3w4zsNGXqd/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 06 out. 2025.
- CORRÊA, D. S. **Potencial produtivo e nutricional de cultivares de milho sob doses de nitrogênio em diferentes alturas pré-corte**. 2015. 148 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67/o/TESE_Digital_Daniel.pdf.

DANTAS, C.C.O. e NEGRÃO, F.M. Características agronômicas do Milheto (*Pennisetum glaucum*). **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 37, Ed. 142, Art. 958, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/380798107_Caracteristicas_agronicas_do_Milhe to.

EMBRAPA. **Estudo de tecnologias para evitar volatilização do gás amônia da ureia**. Relatório técnico, 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1915669/embrapa-estuda-tecnologias-para-evitar-volatilizacao-do-gas-amonia-da-ureia>. Acesso em: 06 out, 2025.

EMBRAPA. Sistema de Produção — Cultivo do Milheto (*Pennisetum glaucum*). Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2022. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/993985/1/Sistema-de-Producao-Cultivo-do-Milheto.pdf>. Acesso em: 5 out. 2025.

EMBRAPA. Ureia com tecnologias agregadas na produção de milho em um Cambissolo. / Luiz Fernando Sobral, José Leandro dos Anjos, Maria da Conceição Santana Carvalho. – Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2015. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 211). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1042995>. Acesso em: 6 out. 2025.

FOLONI, J. S. S. et al. Acúmulo de nutrientes e relação C/N em diferentes estádios fenológicos do milheto submetido à adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 40, e0150175, 2016.

FOLONI, J. S. S.; GARCIA, R. A.; TIRITAN, C. S.; SILVA, A. S. J. da. Adubação nitrogenada e qualidade dos restos vegetais de milheto e aveia preta. **Agrarian**, v. 1, n. 2, p. 45–57, 2008. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/252>. Acesso em: 25 out.2025.

GOMES, Urené; GOMES, Silas Primola. **Frequências de fertirrigação nitrogenada na cultura do milheto**. Redenção – CE, 2023. Trabalho acadêmico (Graduação em Agronomia) – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/handle/123456789/3905>. Acesso em: 17 out. 2025.

GÖRGEN, A. V. et al. Produtividade e qualidade da forragem de trigo-mourisco e de milho. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/314294954> Acesso em: 03 out. 2025.

GUIMARÃES JÚNIOR, Roberto; GONÇALVES, Lúcio Carlos; RODRIGUES, José Avelino Santos. **Utilização do milho para produção de silagem**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. 30 p. (Documentos / Embrapa Cerrados, 259). ISBN 1517-5111. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br>. Acesso em: 5 jun. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Portal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)**. Brasília, DF. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 12 nov. 2025.

LOPES, T. A.; BRANDÃO, B. M.; PEREIRA e SOUSA, L. J.; BOLINA, D. H. C.; FALEIRO, M. F.; CARVALHO, G. B.; MESQUITA, R. C.; TAVEIRA, R. Z. Perfilamento de cultivares de milho submetidos à adubação nitrogenada. **Anais do III Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual de Goiás – CEPE/UEG**, v.3, 2016. Disponível em: <https://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/view/6546>. Acesso em: 1 out.2025.

MARTINS, Anne Silva. **Adubação nitrogenada e componentes de produção de painço (*Panicum miliaceum* (L.) P. Beauv.)**. 2019. 60 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Goiás, Ipameri, 2019. Disponível em: https://www.bdt.ueg.br/bitstream/tede/566/2/Anne_Silva_Martins_1.pdf. Acesso em: 11 nov. 2025.

MELO, N, C; FERNANDES, A, R; GALVÃO, J, R. Crescimento e eficiência nutricional do nitrogênio em cultivares de milho forrageiro na Amazônia. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 68–78, jul./set. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n308rc>. Acesso em: 6 jun. 2025.

PERUZZO, A.; Lunelli, L.; Vicente Alves, M.; Nunes Nesi, C. (2016). Efeito do nitrogênio incorporado ou em superfície na produtividade de milho. **Scientia Agraria**, v.16, n.3. DOI: 10.5380/rsa.v16i3.46503. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/46503>.

SILVA, Alzira Gabriela da et al. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de milho sob adubação nitrogenada. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 13, n. 1, p. 67–75, jan./mar. 2012. DOI:10.5216/cab.v13i1.1434.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Eds.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p.

Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1085209>. Acesso em: 25 nov. 2025.

APÊNDICES

FIGURA 1 – Etapas iniciais do preparo da área experimental.

I – Área antes do preparo do solo, com presença de vegetação espontânea.  Fonte: Próprios autores.	II – Solo após a limpeza e nivelamento da área experimental.  Fonte: Próprios autores.
III – Início do processo de marcação das parcelas experimentais.  Fonte: Próprios autores.	IV – Área preparada e demarcada para instalação do experimento.  Fonte: Próprios autores.

FIGURA 2 – Etapas da semeadura e adubação do milho.

V- Marcação dos sulcos para a semeadura na área experimental.



Fonte: Próprios autores.

VI- Preparo do adubo utilizado para o experimento.



Fonte: Próprios autores.

VII- Realização da semeadura do milho.



Fonte: Próprios autores.

VIII- Aplicação do fertilizante nas linhas de plantio.



Fonte: Próprios autores.

FIGURA 3 – Etapas de irrigação, emergência e adubação em cobertura do milho.

IX- Sistema de irrigação instalado na área experimental.



Fonte: Próprios autores.

X- Emergência das plântulas de milho.



Fonte: Próprios autores.

XI- Preparo do adubo utilizado na adubação de cobertura.



Fonte: Próprios autores.

XII- Aplicação do adubo em cobertura nas linhas de cultivo.



Fonte: Próprios autores.

FIGURA 4 – Etapas de desenvolvimento e manejo da cultura do milheto.**XIII- Crescimento inicial das plantas.**

Fonte: Próprios autores.

XIV- Avaliação e medições das plantas.

Fonte: Próprios autores.

XV- Características agrônômicas e acompanhamento do crescimento das plantas.

Fonte: Próprios autores.

XVI- Fase reprodutiva do milheto, com formação e alongamento das panículas.

Fonte: Próprios autores.

FIGURA 5 – Vista geral da área experimental da cultura do milho.

XVII- Área experimental do milho na fase reprodutiva, evidenciando o bom desenvolvimento das plantas.



Fonte: Próprios autores.

XIII- Vista aérea dos blocos experimentais, destacando a distribuição dos tratamentos e o delineamento do experimento.



Fonte: Elias Costa.