



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

**KETLEENN MARTINHO BRAGA DE OLIVEIRA
NAIKELE DA SILVA DE CARVALHO**

**RESPOSTA DO HÍBRIDO DE MILHO SHS 7990 À ADUBAÇÃO NITROGENADA
EM DIFERENTES FASES DO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E SEUS
EFEITOS NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS**

**ARAGUATINS-TO
2026**

**KETLEENN MARTINHO BRAGA DE OLIVEIRA
NAIKELE DA SILVA DE CARVALHO**

**RESPOSTA DO HÍBRIDO DE MILHO SHS 7990 À ADUBAÇÃO NITROGENADA
EM DIFERENTES FASES DO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E SEUS
EFEITOS NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS**

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

Orientador: Me. Marcio Rogerio Pereira Leite

ARAGUATINS-TO
2026

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

O48r Oliveira, Kettleenn Martinho Braga de
 Resposta do híbrido de milho SHS 7990 á adubação nitrogenada
 em diferentes fases do desenvolvimento vegetativo e seus efeitos na
 produtividade de grãos / Kettleenn Martinho Braga de Oliveira, Naikele
 da Silva de Carvalho. – Araguatins, TO, 2026.

31 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Tocantins, Campus Araguatins, Araguatins, TO, 2026.

Orientador: Me. Márcio Rogério Pereira Leite

1. Adubação nitrogenada. 2. Milho. 3. Desempenho produtivo. I.
Carvalho, Naikele da Silva de. II. Leite, Márcio Rogério Pereira 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 Agrônômica

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “RESPOSTA DO HÍBRIDO DE MILHO SHS 7990 Á ADUBAÇÃO NITROGENADA EM DIFERENTES FASES DO DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO E SEUS EFEITOS NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS.”

AUTOR (A): Ktleenn Martinho Braga de Oliveira e Naikele da Silva de Carvalho

ORIENTADOR (A): Me. Marcio Rogerio Pereira Leite

COORDENADOR (A):

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 Agrônômica.

Aprovado em 07 de agosto de 2026.



Documento assinado eletronicamente por **Marcio Rogerio Pereira Leite, Servidor**, em 07/08/2026, às 14:55, 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 **Samuel de Deus da Silva, Servidor**, em 07/08/2026, às 14:55, 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 **Roberta de Freitas Souza Lobo, Servidora**, em 07/08/2026, às 14:55, 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 **3263962** e o código CRC **23FB81BC**.

Com gratidão e honra dedicamos este trabalho aqueles que nos ensinaram, com amor e luta o valor da perseverança, nossos amados pais, Antonio M. S. de Oliveira, Marciani B. dos Santos, Iramar C. de Carvalho e Maria dos Anjos P. da Silva.

Cada conquista reflete o amor que recebemos, os sacrifícios que foram feitos por nós e o apoio que nos fortaleceu ao longo de toda a caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus. É Ele quem nos dá graça e força para levantar dia após dia e contemplar o dom da vida. Sem Sua graça, nada disso seria possível.

Aos nossos queridos pais, Antonio M. S. de Oliveira, Marciani B. dos Santos, Iramar C. de Carvalho e Maria dos Anjos P. da Silva, às nossas irmãs Antonella M. B. de Oliveira, Hevelynn M. B. de Oliveira, Lauanny Kelly M. V. O. Gonçalves, Nádia S. C. Magalhães e Nair S. Carvalho, e nossos avós Dagmar P. dos Santos, Maria de Fátima B. Pereira e Judite C. de Carvalho, por todo amor, confiança e por se fazerem presentes em todos os momentos nos dando incentivo e força para concluir esse ciclo.

Aos nossos amigos, Carlos André A. Silva, Emmelly B. de Araújo e Samuel O. de Sousa, agradecemos a amizade, companheirismo, incentivo e pelos momentos compartilhados ao longo desta trajetória.

Ao nosso orientador, Prof. Me. Márcio Rogério Pereira Leite, pela dedicação, paciência e valiosa orientação durante a elaboração deste trabalho. Somos gratas por todos os ensinamentos, pelo incentivo constante e por ter contribuído significativamente para nossa formação acadêmica e profissional ao longo de toda essa trajetória na graduação. Sua confiança, disponibilidade e comprometimento foram fundamentais para a concretização deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, Prof Dr Roberta de Freitas Lobo e Prof. Dr. Samuel de Deus da Silva, agradecemos por aceitarem o convite e pelas valiosas contribuições, sugestões e considerações, que enriqueceram este trabalho e nossa formação acadêmica.

Em especial, uma das autoras agradece a seu namorado Wictor Lucas P. M. Ferreira, “obrigada por acreditar no meu potencial mesmo quando eu duvidei de mim, por compreender minhas ausências, respeitar meus momentos de dedicação aos estudos e sempre me incentivar a seguir em frente.”

*“Não cheguei até aqui por minhas próprias forças, eu cheguei até aqui porque a boa
mão do Senhor está sobre mim.”*

Neemias 2:18

RESUMO

O milho (*Zea mays*) destaca-se como um dos principais cereais cultivados no mundo e ocupa uma posição de destaque na economia agrícola. A busca por altas produtividades exige um manejo específico, especialmente no que se refere à adubação nitrogenada, nutriente essencial para o desenvolvimento das plantas. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a resposta do híbrido de milho SHS 7990 à aplicação de nitrogênio (N) em diferentes estágios do desenvolvimento da cultura (15, 25 e 45 dias pós-emergência), analisando parâmetros de altura da planta, número de folhas, diâmetro do colmo, massa fresca da raiz, massa seca e fresca da parte aérea, comprimento de raiz e produtividade de grãos. O experimento será conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – *Campus Araguatins*, utilizando delineamento em blocos casualizados, composto quatro tratamentos e cinco repetições. Espera-se identificar o período mais adequado para a aplicação da adubação nitrogenada, contribuindo para o aprimoramento das práticas de manejo nutricional na cultura do milho, principalmente em regiões com baixa adoção de tecnologias.

Palavras-chave: *Zea mays*; milho; nitrogênio; produtividade; estágio vegetativo; adubação nitrogenada.

ABSTRACT

Corn (*Zea mays*) stands out as one of the main cereals cultivated in the world and occupies a prominent position in the agricultural economy. The pursuit of high productivity requires specific management, especially with regard to nitrogen fertilization, an essential nutrient for plant development. This study aims to evaluate the response of the corn hybrid SHS 7990 to nitrogen (N) application at different stages of crop development (15, 25, and 45 days post-emergence), analyzing parameters such as plant height, number of leaves, stem diameter, root fresh weight, shoot fresh and dry weight, root length, and grain yield. The experiment was conducted at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins – Araguatins Campus, using a randomized block design, consisting of four treatments and five replications. It is expected to identify the most suitable period for the application of nitrogen fertilization, contributing to the improvement of nutritional management practices in corn cultivation, especially in regions with low adoption of technologies.

Keywords: *Zea mays*; corn; nitrogen; productivity; vegetative stage; nitrogen fertilization.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Altura das plantas	20
Gráfico 2 – Produtividade de grãos	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química do solo da área experimental	16
Tabela 2 - Composição física do solo da área experimental	16
Tabela 3 - Combinações de tratamentos	18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Cultura do milho (<i>Zea mays L.</i>)	12
2.2 Adubação nitrogenada.....	13
2.3 Perdas de nitrogênio.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Caracterização da área	16
3.3 Preparo, condução e instalação do experimento	17
3.4 Variáveis respostas.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS.....	24
APÊNDICE A – TESTE DE GERMINAÇÃO	27
APÊNDICE B – DEMARCAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL E ABERTURA DAS LINHAS DE PLANTIO	27
APÊNDICE C – ADUBAÇÃO DE PLANTIO E SEMEADURA	28
APÊNDICE D – EMERGÊNCIA	28
APÊNDICE E – MILHO NO ESTÁGIO V3 – V5.....	29
APÊNDICE F – ESTÁGIO REPRODUTIVO R1.....	29
APÊNDICE G – MATURIDADE FISIOLÓGICA R6	30
APÊNDICE H – COLETA DAS UNIDADES EXPERIMENTAIS E PESAGEM	31

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais de maior importância para a agricultura mundial, destacando-se tanto pela produção quanto pela ampla utilização na alimentação humana e animal e na produção de biocombustíveis. Juntamente com o trigo e o arroz, é responsável por cerca de 60% da alimentação mundial (Asibi et al., 2019). Em 2022, a produção mundial de milho foi de aproximadamente 1,24 bilhão de toneladas, sendo as Américas responsáveis por 51,8% desse total. O Brasil ocupou a terceira posição entre os maiores produtores, com produção de 131,9 milhões de toneladas, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, com 383,94 milhões de toneladas, e da China, com 272,76 milhões de toneladas (FAO, 2023; CONAB, 2023).

Originário do continente americano, o milho é uma gramínea considerada essencial para a economia agrícola. No Brasil, destaca-se como a segunda cultura mais produzida, ficando atrás apenas da soja. Entre os materiais genéticos utilizados na cultura, o híbrido SHS 7990 apresenta ciclo precoce e elevada tolerância a doenças, como a ferrugem polissora (REVISTA CULTIVAR, 2018).

A adubação nitrogenada constitui uma das principais práticas de manejo para o aumento da produtividade do milho, uma vez que a cultura apresenta elevada demanda por nitrogênio, sendo frequente a necessidade de suplementação desse nutriente por meio da adubação nitrogenada (COELHO et al., 2021). Entretanto, o uso inadequado desse nutriente pode resultar em perdas, principalmente por volatilização e lixiviação, reduzindo a eficiência do fertilizante e aumentando os custos de produção (CLEMENTE et al., 2019).

Além disso, a eficiência no uso do nitrogênio apresenta importância tanto econômica quanto ambiental, uma vez que parte do nutriente aplicado pode ser perdida para o ambiente (COELHO et al., 2021; SANTOS et al., 2020).

Dessa forma, torna-se necessário estabelecer estratégias de manejo que possibilitem maior eficiência no uso do nitrogênio, conciliando produtividade, redução de custos e menor impacto ambiental.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes períodos de aplicação da adubação nitrogenada sobre o desenvolvimento e a produtividade da cultura do milho, buscando identificar o período mais adequado para a aplicação do nitrogênio e contribuir para o aprimoramento das práticas de manejo nutricional da cultura, especialmente em regiões com menor adoção de tecnologias.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura do milho (*Zea mays* L.)

O milho (*Zea mays*) é um cereal altamente produzido em escala mundial, sendo utilizado na dieta humana e também para composição de ração animal. Assim sendo, o milho destaca-se por ser a principal fonte energética na alimentação dos animais (FAUSTINO et al., 2020). Além de ser cultivado com interesse na produção de grãos, o processo de silagem é bastante utilizado pelos mais diversos produtores rurais (ARTUZO et al., 2020).

O milho apresenta sistema radicular fasciculado, com raízes primárias, secundárias e adventícias que garantem sustentação e absorção eficiente de nutrientes. Sua parte aérea pode atingir cerca de dois metros de altura, dependendo do híbrido e das condições ambientais, sendo o caule ereto, não ramificado e responsável tanto pelo suporte da planta quanto pelo armazenamento de sacarose. As folhas são estreitas, alternadas e lanceoladas, desempenhando papel essencial na fotossíntese e acúmulo de matéria seca. A espécie é monoica, possuindo inflorescências masculinas na panícula e femininas na espiga, o que caracteriza a polinização cruzada como predominante. A fecundação e o desenvolvimento dos grãos dependem de fatores como nutrição, disponibilidade hídrica e condições climáticas, sendo que falhas nesse processo podem comprometer a produtividade da cultura (BARROS; CALADO, 2014).

O cultivo de milho pode ser realizado em três épocas, sendo que a primeira safra, também conhecida como safra de verão, é instalada entre o final de agosto até meados do mês de novembro, ocorrendo nas regiões, sul, sudeste, centro-oeste e norte. A segunda safra, denominada como milho safrinha, é semeada entre os meses de janeiro a maio, nos estados da região centro-oeste, norte, sudeste e no estado do Paraná. Já a terceira safra ocorre entre os meses de abril e julho, nos estados do Nordeste onde a

janela de semeadura é mais longa (CONAB, 2020). nitrogenada.

A importância econômica do milho se deve ao fato de ser uma cultura com diversas formas de utilização, indo desde a alimentação humana e animal até a indústria de alta tecnologia (EMBRAPA, 2022).

No Brasil, atribui-se a alguns fatores a baixa produtividade do milho, dentre eles destacam-se o clima, o potencial das cultivares, o manejo nutricional e de pragas. Dos fatores apresentados, considera-se a fertilidade do solo como um dos principais responsáveis dos baixos valores de produtividades obtidos nas áreas destinadas para a produção de grãos e pastagens. Esta realidade não é apenas reflexo dos baixos teores de nutrientes presentes nos solos, mas, muito, ao uso de forma inadequada dos fertilizantes minerais, principalmente dos N e K (VALDERRAMA et al., 2011).

2.2 Adubação nitrogenada

O nitrogênio (N), segundo Civardi (2011), é o nutriente quantitativamente mais exigido pela cultura do milho (*Zea mays*) e o que mais tem potencial em limitar a produção.

O nitrogênio (N) é o principal limitador do crescimento e produtividade das culturas (Asibi et al., 2019; Xu et al., 2023; La menza et al., 2025), apesar de muito importante, apresenta uma baixa eficiência de utilização pelas culturas, que dificilmente ultrapassa de 60% (Azizah et al., 2023). Em milho essa eficiência não ultrapassa os 50% (Asibi et al., 2019) e gera alguns problemas ambientais como a poluição do ar, águas subterrâneas (eutrofização), acidificação do solo, mudanças climáticas e a redução da camada de ozônio (Li et al., 2024; Zhang et al., 2025)

Além disso, as cultivares modernas de milho foram melhoradas para responder a altas doses desse nutriente, o que contribui para a baixa eficiência de absorção (Pinheiro et al., 2020; Huang et al., 2022).

A produção intensiva de milho é baseada na utilização de pacotes tecnológicos e insumos em altas quantidades, nesse cenário o nitrogênio (N) é um dos elementos mais exigidos e que possui maior influência na expressão da produtividade da cultura pois é constituinte moléculas essenciais ao metabolismo das plantas, como: proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, citocromos e clorofila (Messias et al., 2023; Queiroz et al., 2011).

Pandolfo et al. (2014) destacam que a aplicação de nitrogênio (N) em cobertura tem um impacto positivo no aumento da produtividade de grãos de milho, evidenciando a importância do manejo adequado desse nutriente. Cerca de 80% do nitrogênio (N) total absorvido pela planta ocorre nos primeiros 60 dias do ciclo, sendo posteriormente redistribuído dos órgãos de reserva, principalmente as folhas, para os grãos. Essa dinâmica vem para reforçar a necessidade de uma adubação nitrogenada eficiente nas fases iniciais do desenvolvimento da cultura, garantindo 12 fornecimento adequado do nutriente para maximizar a produção e melhorar a qualidade dos grãos (Fallas et al., 2011).

A ampla utilização do milho como produto principal, e o aproveitamento de produtos secundários como exemplo a silagem de restos culturais, torna a produção viável, além de que, várias cultivares estão sendo indicadas para a utilização de diversas cadeias produtivas, sendo direcionadas para a produção de grãos, silagem e produção de milho-verde (CRUZ et al. 2013).

2.3 Perdas de nitrogênio (N)

O manejo da adubação nitrogenada pode ser complexo, devido aos custos elevados dos fertilizantes, problemas de eficácia de algumas fontes e à grande demanda energética para sua produção. Além disso, o nitrogênio (N) representa uma considerável fonte de poluição, tanto para as águas superficiais quanto subterrâneas, estando sujeito a perdas significativas por diversos meios, incluindo lixiviação, erosão, volatilização da amônia e desnitrificação (Zoz et al., 2019).

De acordo com Lorensini et al. (2012), as principais formas de perda são pela lixiviação e a volatilização do elemento. A lixiviação tem como responsável a água, que

faz o arraste do nutriente para maiores profundidades no solo, chegando até os lençóis freáticos em alguns casos, reduzindo a absorção do nitrogênio (N) pelas plantas por não estar mais perto da superfície. Já a volatilização é o processo de hidrólise da ureia através de uma enzima presente no solo denominada de urease, desse modo a ureia é transformada em amônia (NH_3), gás carbônico e água, sendo que a NH_3 é muito volátil facilmente perdida por volatilização para a atmosfera

Solos argilosos tem maior capacidade de retenção de água e nutrientes, dessa forma a lixiviação de N é um processo mais comum em solos arenosos. Porém, quando submetido a chuvas intensas, pode ocorrer em solos argilosos também. Primavesi et al. (2006), em um experimento com pastagens, observaram que após a aplicação de altas doses de nitrogênio (N) ($500 \text{ a } 1.000 \text{ kg. ha}^{-1}$), grande parte do nitrato foi lixiviado para camadas mais profundas do solo. Este efeito foi particularmente evidente durante o período chuvoso, com precipitação acumulada de aproximadamente 500 mm ao longo do experimento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área

O estudo foi conduzido em área experimental localizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus Araguatins*, nas coordenadas 5° 38' 27" S e 48° 04' 22"W. O clima característico da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger é do tipo Aw, ou seja, clima tropical com estação seca de Inverno.

3.2 Análise do solo

Foram realizadas coletas de amostras simples da área experimental para obtenção de uma amostra composta, logo após houve o envio ao laboratório de solos para análise das características físico-químicas do solo. Com isso, as medidas para correção, adubação e classificação da área foram possíveis de serem tomadas.

De acordo com os resultados da análise química (tabela 1) e física (tabela 2) do solo experimental, não foi necessário procedimento de calagem, mas, a adubação fosfatada foi indispensável pois apresentou níveis baixos.

Tabela 1 - Composição química do solo da área experimental

pH em H ₂ O	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	T	V%	M.O.
	--- mg dm ⁻³ ---		----- cmol/dm ³ -----							%
6,5	3,96	126	19,7	9,1	0,0	3,30	29,12	32,42	89,82	2,17

Fonte: Laboratório de análise de solos do IFTO – *Campus Araguatins* (2025).

Tabela 2 - Composição física do solo da área experimental

Areia	Argila	Silte
----- % -----		
26,85	46,63	26,52

Fonte: Laboratório de análise de solos do IFTO – *Campus Araguatins* (2025).

3.3 Preparo, condução e instalação do experimento

No dia 01 de dezembro 2025, foi realizada a preparação da área destinada ao experimento, incluindo o processo de gradagem, assim como demarcações para o plantio.

Além de destorroar o solo, a gradagem permite uma distribuição mais homogênea de resíduos vegetais e corretivos, preparando o terreno para a semeadura e contribuindo para o bom estabelecimento da cultura. (MACHADO, (2005).

Conforme recomendado, o teste de germinação foi realizado utilizando papel-toalha, água e sementes. Inicialmente, as folhas de papel-toalha foram umedecidas e, em seguida, as sementes foram distribuídas de maneira uniforme, evitando-se o contato entre elas. Posteriormente, as sementes foram cobertas com outra folha de papel-toalha e acondicionadas em uma vasilha com tampa, a fim de manter a umidade necessária ao processo de germinação. A vasilha foi mantida em ambiente com temperatura adequada e protegida da incidência direta de luz solar, proporcionando condições favoráveis à germinação das sementes. Após 3 dias verificou-se que todas as sementes haviam germinado, correspondendo o índice de 100% de eficácia.

A semeadura foi realizada no dia 03 de dezembro de 2025, juntamente com a adubação fosfatada, utilizando superfosfato simples, com aplicação de 120g por cova. Utilizou-se a semente de milho híbrido SHS 7990 pois é tratada, de ciclo precoce, possui dupla aptidão (alta rentabilidade tanto para silagem quanto para grãos) e boa adaptabilidade a região. Tendo uma população final de 57.142 plantas por hectare, o equivalente a aproximadamente 5 plantas por metro linear.

A primeira aplicação foliar foi realizada com 15 dias pós-emergência, sendo utilizada a dosagem de 250g do fertilizante fluido 300 da Nortox nitrogenado em solução, com 25% de Nitrogênio solúvel em água (312,5 g/L de N) e densidade de 1,25 g/mL", diluído em 5 L de água. A Segunda aplicação com 25 dias pós-emergência e a Terceira aplicação com 45 dias pós-emergência, utilizando a mesma dosagem do produto.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, sendo constituído de 4 tratamentos e 5 repetições, 20 unidades experimentais.

Tabela 3 – Tratamentos, dias após a aplicação das doses de nitrogênio

Tratamentos	Dias pós-emergência	Dose de nitrogênio (g)
T0	—	SEM APLICAÇÃO
T1	15	250
T2	25	250
T3	45	250

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Cada unidade experimental foi constituída por cinco fileiras de 3,0 m de comprimento, espaçadas em 0,70 m entre si. Para a avaliação das características agronômicas, foram desconsideradas as plantas localizadas na bordadura de 0,70 m em cada extremidade das fileiras, bem como as duas fileiras laterais.

3.4 Variáveis respostas

Para a obtenção das variáveis respostas, foram analisadas as seguintes características agronômicas:

- Altura das plantas (AP), que foi obtida no momento da colheita, medindo do solo até a inserção da última folha, em três plantas escolhidas ao acaso;
- Produtividade dos grãos (PRODG), que foi obtida pelo peso médio dos grãos.

3.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (teste F) para os fatores e comparação das médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. O software utilizado para a análise estatística foi o SISVAR (FERREIRA, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos mostraram-se estatisticamente significativos, conforme indicado pelo teste F, evidenciando que os diferentes tratamentos influenciaram de maneira relevante no desenvolvimento das plantas. Nesse contexto, foram avaliadas duas variáveis principais: a altura das plantas (AP) e a produtividade (kg), ambas fundamentais para a análise do desempenho agrônomo da cultura.

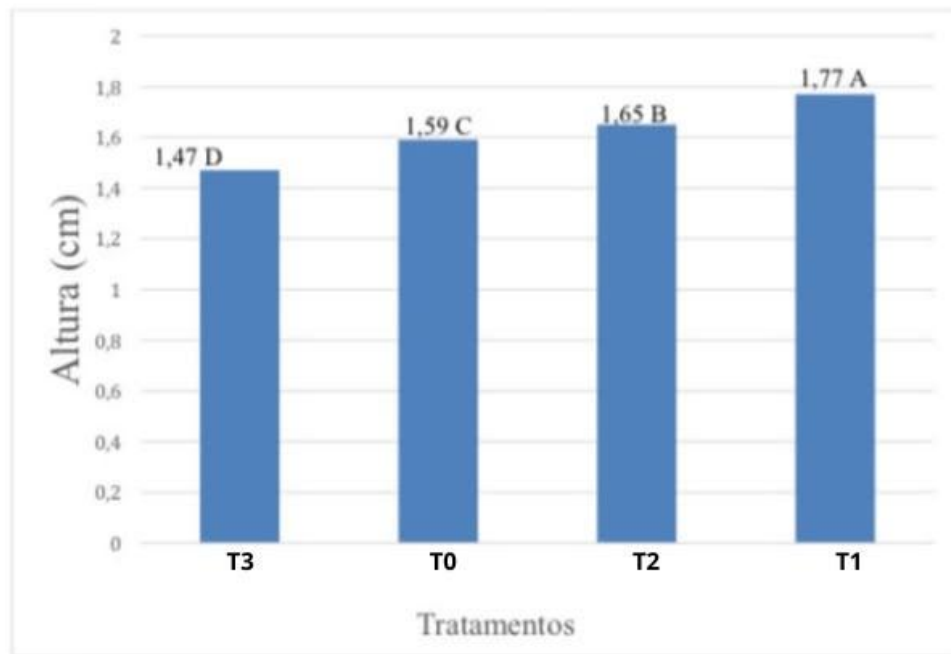
No que se refere à altura das plantas de milho, conforme ilustrado no Gráfico 1, observou-se que os tratamentos com aplicação de nitrogênio (N) em diferentes épocas aos 15, 25 e 45 dias após a emergência (DPE), apresentaram comportamentos distintos. De acordo com Fernandes, Campos e Ventura (2025), esses resultados indicam que o momento da adubação nitrogenada exerce influência direta no crescimento vegetativo das plantas.

Ao analisar os dados de altura, verificou-se que o tratamento com aplicação de ureia aos 15 DPE apresentou o maior valor (1,77cm), seguido pelos tratamentos aos 25 DPE (1,65cm) e pela testemunha (1,59cm). Por outro lado, o tratamento com aplicação mais tardia, aos 45 DPE, apresentou a menor altura média (1,47cm), contrariando a expectativa inicial de maior desempenho.

O tratamento 1, isto é, com aplicação de uréia aos 15 dias após a emergência apresentou diferença estatística em relação aos demais tratamentos.

Esses resultados sugerem que a aplicação precoce de nitrogênio (N) favorece o desenvolvimento inicial das plantas, possivelmente por coincidir com fases de maior demanda nutricional, como o estabelecimento e o crescimento vegetativo inicial. Em contrapartida, aplicações tardias podem não suprir adequadamente as necessidades da planta no momento crítico, resultando em menor crescimento em altura.

Gráfico 1 - altura de plantas de milho aos 15, 25 e 45 dias após o plantio

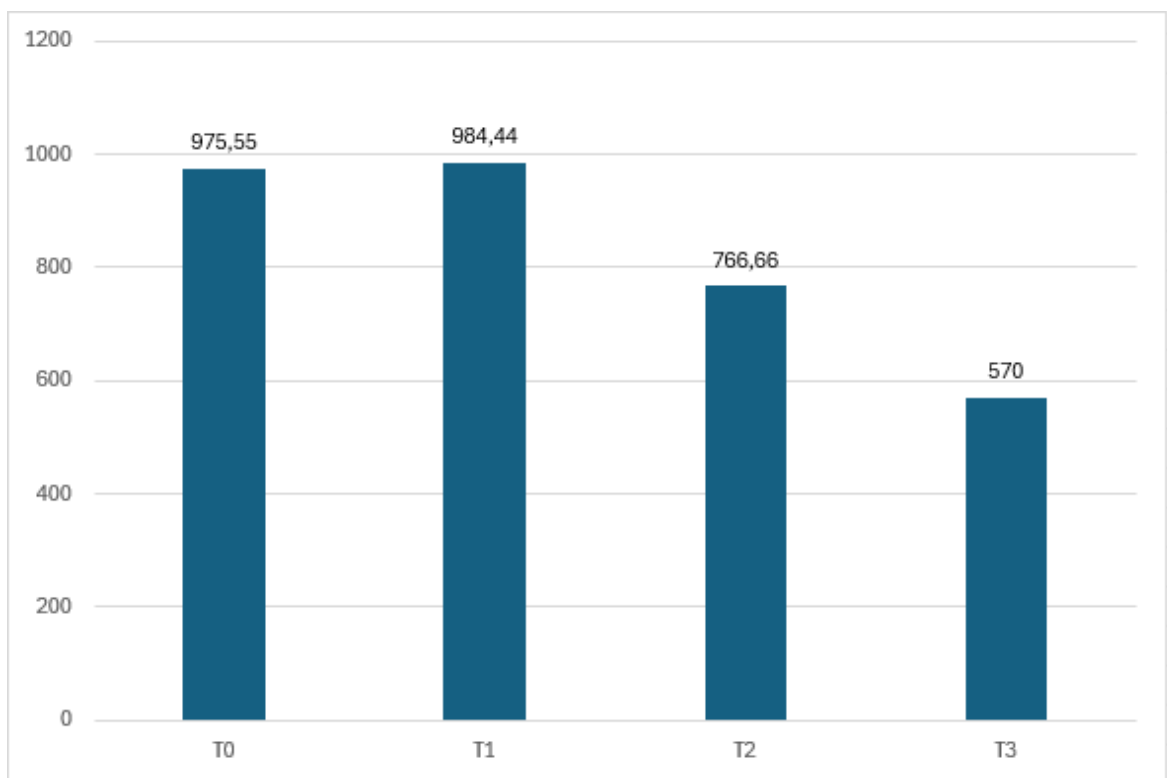


Fonte: Dos Autores, 2026

Gráfico 1: T0 = testemunha 0 g. L⁻¹, sem nenhuma aplicação de nitrogênio (N) via foliar; T1= aos 15 dias pós-emergência, foram feitas a primeira aplicação com 50 ml. L⁻¹ de nitrogênio; T2= aos 25 dias pós-emergência; T3= aos 45 dias pós-emergência.

Os resultados referentes à produtividade demonstraram diferenças significativas entre os tratamentos avaliados, indicando no gráfico 2, que o momento de aplicação do nitrogênio (N) influenciou diretamente o rendimento das plantas. Observa-se que os valores variaram de 570 kg/há a 984,44 kg/ha, evidenciando impacto significativo do manejo da adubação.

Gráfico 2 - Produtividade (kg/ha) de plantas de milho cultivar SHS 7990 aos 15, 25 e 45 dias após o plantio



Fonte: Dos Autores, 2026

O tratamento com aplicação de uréia aos 15 dias após a emergência (DPE) apresentou a maior produtividade (984,44 kg/ha), seguido de perto pela testemunha (975,55 kg/ha). Em sequência, a aplicação aos 25 DPE resultou em produtividade intermediária (766,66 kg/ha), enquanto o tratamento com aplicação tardia, aos 45 DPE, apresentou o menor desempenho produtivo (570 kg/ha).

A superioridade do tratamento aos 15 DPE sugere que a disponibilidade de nitrogênio (N) em estádios iniciais do desenvolvimento é determinante para o

estabelecimento adequado da cultura, favorecendo o crescimento vegetativo, o acúmulo de biomassa e, posteriormente, a formação das estruturas reprodutivas. Esse comportamento está de acordo com Coelho et al. (2021), que destacam a elevada exigência da cultura do milho por nitrogênio e a importância do fornecimento adequado desse nutriente para o crescimento e a produtividade da cultura. Além disso, Pedrazzi et al. (2017) observaram que o manejo da adubação nitrogenada influencia o crescimento e o acúmulo de fitomassa seca do milho.

Por outro lado, a testemunha ocupou o segundo lugar levando em conta o tratamento mais eficiente. Segundo Coelho et al. (Embrapa), a resposta do milho à adubação nitrogenada depende da capacidade de suprimento de nitrogênio (N) pelo solo. Quando o solo apresenta disponibilidade suficiente desse nutriente, seja em função da matéria orgânica ou do cultivo anterior, a resposta da cultura à aplicação de fertilizante nitrogenado tende a ser reduzida.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que os resultados obtidos corroboram estudos que demonstram que o nitrogênio (N) exerce maior efeito sobre o desenvolvimento e a produtividade quando fornecido nas fases iniciais do ciclo da cultura. Assim, a época de aplicação mostrou-se um fator determinante para o desempenho agrônômico do milho, sendo a aplicação aos 15 dias após a emergência a estratégia que apresentou os melhores resultados nas condições em que o experimento foi conduzido.

REFERÊNCIAS

- ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; MACHADO, J. A. D.; et al. O potencial produtivo brasileiro: uma análise histórica da produção de milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 2, p. 515-540, 2019.
- ASIBI, A. E., Chai, Q., & A. Coulter, J. (2019). Mechanisms of Nitrogen Use in Maize. *Agronomy*, 9, 775.
- AZIZAH, F. N., Purwanto, B. H., Tawaraya, K., & Rachmawati, D. (2023). **Characterization of yield and cumulative nitrous oxide emission of maize varieties in responses to different nitrogen application rates**. *Heliyon*, 9-17290.
- BARROS, José FC; CALADO, José G. **A cultura do milho**. 2014
- COELHO, A. M. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006.
- COELHO, A. M. et al. **Adubação mineral**. Agência de Informação Tecnológica – Embrapa. 2021.
- COELHO, A. M.; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C.; FRANÇA, G. E. **Adubação mineral**. In: EMBRAPA MILHO E SORGO. *Agência Embrapa de Informação Tecnológica – Cultivo do Milho*. Sete Lagoas: Embrapa, 2021. Disponível em: [Embrapa – Adubação Mineral](#). Acesso em: 20 jul. 2026.
- CONAB. **Perspectivas para a agropecuária: safra 2020/21**. Brasília, 2020.
- CONAB. **Dados de safra**, 2023.
- CLEMENTE, R. A. et al. **Produtividade do milho cultivado sob diferentes doses de ureia e uso de inibidores de nitrificação e urease**. Embrapa Agrossilvipastoril, 2019.
- CRUZ, J. C. et al. **Cultivo do milho: sistema plantio direto**. Sete Lagoas: MAPA, 2013.
- DUARTE, J. O.; MATTOSO, M. J.; GARCIA, J. C. **Importância socioeconômica**. In: Agência Embrapa de Informação Tecnológica – Cultivo do Milho. Embrapa Milho e Sorgo, 2021. Disponível na página da Embrapa.

FALLAS, R. et al. Caracterización del desarrollo y absorción de nutrientes del híbrido de maíz hc-57. *Agronomía Costarricense*, <http://creativecommons.org/licenses/by-ncnd/4.0/>, v. 35, n. 2, p. 33–47, 2011. Disponível em: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-94242011000200003&script=sci_arttext. Acesso em: 09. jun. 2026.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs**. *Revista Brasileira de Biometria*, Jaboticabal, v. 37, n. 4, p. 529–535, 2019. DOI: 10.28951/rbb.v37i4.450.

Li, W., Pan, K., Liu, W., Xiao, W., Ni, S., Shi, P., ... & Li, T. (2024). Monitoring maize canopy chlorophyll content throughout the growth stages based on UAV MS and RGB feature fusion. *Agriculture*.

LORENSINI, F. et al. **Lixiviação e volatilização de nitrogênio em um argissolo cultivado com videira submetida à adubação nitrogenada**. *Ciência Rural*, FapUNIFESP (SciELO), v. 42, n. 7, p. 1173–1179, jun 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/Z8RcsnqHWFDNtGc8LqHBTDn/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 jun. 2026.

MESSIAS, M. et al. Respostas morfofisiológicas e fotossintéticas de materiais genéticos de milho a formas de aplicação e doses de *Azospirillum* brasilense. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 22, 25 abr. 2023.

RAMBO, L. et al. **Adequação de doses de nitrogênio em milho com base em indicadores de solo e de planta**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 3, p. 401-409. 2008.

PANDOLFO, C. M. et al. Desempenho de milho inoculado com *azospirillum* brasilense associado a doses de nitrogênio em cobertura. **Agropecuária Catarinense**, v. 27, n. 3, p. 94–99, 2014. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/567>. Acesso em: 18. jun. 2026.

PEDRAZZI, A. Q.; BINOTTI, F. F. da S.; COSTA, E.; CARDOSO, E. D. Crescimento e acúmulo de fitomassa em função do manejo de nitrogênio na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 3, p. 410-417, 2017.

PRIMAVESI, O. et al. Lixiviação de nitrato em pastagem de coastcross adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia, SciELO Brasil**, v. 35, p. 683–690, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/xc3mFDpNH8MfNpb9LMX6Rcr/>. Acesso em: 15. jun. 2026.

SANTOS, W. M. et al. **Ammonia volatilization and yield of corn fertilized with different nitrogen sources in the Brazilian semiarid**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 55, 2020.

SCHRÖDER, J. J. et al. Reviewing the state of the art of nitrogen management in maize production. *Field Crops Research*, v. 66, p. 151-164, 2000.

APÊNDICE A – TESTE DE GERMINAÇÃO



APÊNDICE B – DEMARCAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL E ABERTURA DAS LINHAS DE PLANTIO



APÊNDICE C – ADUBAÇÃO DE PLANTIO E SEMEADURA



APÊNDICE D – EMERGÊNCIA



APÊNDICE E – MILHO NO ESTÁGIO V3 – V5



APÊNDICE F – ESTÁGIO REPRODUTIVO R1



APÊNDICE G – MATURIDADE FISIOLÓGICA R6

APÊNDICE H – COLETA DAS UNIDADES EXPERIMENTAIS E PESAGEM