



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

ALLYKS KEVEN SILVA ALVES

**RESPOSTA DO QUIABO EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO NO
MUNICÍPIO DE COLINAS DO TOCANTINS - TO**

COLINAS DO TOCANTINS – TO

2026

ALLYKS KEVEN SILVA ALVES

**REPOSTA DO QUIABO EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO NO
MUNICÍPIO DE COLINAS DO TOCANTINS - TO**

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

Orientador: Dr. Sérgio Alves de Souza

COLINAS DO TOCANTINS – TO

2026

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

A474r Alves, Allyks Keven Silva
 Resposta do quiabo em função de doses de nitrogênio no município de
 Colinas do Tocantins -TO / Allyks Keven Silva Alves. – Colinas do Tocantins,
 TO, 2026.
 52 fol.

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

 Orientador: Dr. Sérgio Alves de Souza..

 1. Abelmoschus esculentus.. 2. Adubação nitrogenada.. 3. Nutrição mineral..
 I. Souza., Sérgio Alves de. II. 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 COLINAS - TO
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

ALLYKS KEVEN SILVA ALVES

**RESPOSTA DO QUIABO EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO NO
MUNICÍPIO DE COLINAS DO TOCANTINS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso Superior Bacharelado
em Engenharia Agrônoma do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins - *campus* Colinas do Tocantins - TO,
como exigência à obtenção do grau Bacharel
em Engenharia Agrônoma.

Aprovado em: 19 de Junho de 2026

BANCA AVALIADORA

Dr. Sérgio Alves de Souza
IFTO - Campus Palmas - TO.

MSc. Eduardo Castro Ribeiro
IFTO - Campus Colinas do Tocantins - TO.

Esp. Antonio Melquides A. de Araujo
IFTO - Campus Colinas do Tocantins.

Colinas do Tocantins - TO, 19 de Junho de 2026.



Documento assinado eletronicamente por **Sergio Alves de Souza, Servidor**, em 19/06/2026, às 14:48, 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 **Eduardo Castro Ribeiro, Servidor**, em 19/06/2026, às 14:50, 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 **Antonio Melquides Almeida de Araujo, Servidor**, em 19/06/2026, às 14:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3206084** e o código CRC **E79F3E91**.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS Campus Colinas do Tocantins Avenida Bernardo Sayão, Lote 29B, Chácara Raio de Sol, CEP 77.760-000, Colinas do Tocantins (TO) CNPJ: 10.742.006/0009-45 - Telefone:

Referência: Processo nº 23725.012133/2026-04

SEI nº 3206084

À minha família: Meus pais, Alzi Alves dos Santos e Marcelia Gomes da Silva, minha irmã Alicy Ketilla Silva Alves e minha namorada Jhenyffer Ribeiro da Silva.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me conceder força, sabedoria e perseverança durante toda esta caminhada acadêmica, permitindo que eu superasse os desafios encontrados ao longo dessa trajetória.

Aos meus pais, Alzi Alves dos Santos e Marcélia Gomes da Silva, expresso minha eterna gratidão pelo amor, apoio, incentivo e pelos ensinamentos que foram fundamentais para minha formação pessoal e profissional. Esta conquista também é de vocês.

À minha irmã, Alicy Ketilla Silva Alves, agradeço pelo apoio constante, pela ajuda e por estar presente nos momentos mais difíceis e importantes dessa jornada.

À minha madrastra, Kassandra Ribeiro Alves, pela ajuda, contribuição e incentivo ao longo desta caminhada acadêmica.

Agradeço à minha namorada, Jhennyffer Ribeiro da Silva, pelo companheirismo, apoio, incentivo e compreensão ao longo desta jornada acadêmica. Sua presença, paciência e palavras de motivação foram fundamentais nos momentos de desafio, contribuindo para que eu mantivesse a determinação necessária para concluir esta etapa tão importante da minha formação.

Ao meu orientador, Sérgio Alves de Souza, pela orientação, paciência, dedicação e pelos conhecimentos compartilhados, que foram essenciais para a realização deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, Antonio Melquides Almeida de Araujo e Eduardo Castro Ribeiro, agradeço pela disponibilidade em aceitar o convite para compor a banca, bem como pelas contribuições e considerações que enriqueceram este trabalho.

Aos professores do Instituto Federal do Tocantins, pelos ensinamentos, apoio e contribuição para minha formação acadêmica e profissional.

Aos meus colegas e amigos, agradeço pela convivência, companheirismo, incentivo e pelos momentos compartilhados ao longo dessa jornada.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste sonho e para a conclusão desta importante etapa da minha vida.

“A agricultura é a mais saudável, mais
útil e mais nobre ocupação do homem”

George Washington

RESUMO

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) é uma hortaliça de elevada importância econômica, cuja produtividade está diretamente relacionada ao adequado manejo nutricional, especialmente quanto ao suprimento de nitrogênio, um dos nutrientes mais exigidos pela cultura. Dessa forma, a adubação nitrogenada exerce influência significativa sobre o crescimento vegetativo, o desenvolvimento dos frutos e o rendimento da cultura. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento do quiabeiro em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio nas condições edafoclimáticas do município de Colinas do Tocantins. O experimento foi conduzido em condições de campo, em delineamento em blocos casualizados, com cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N) e quatro repetições. Foram avaliadas as variáveis altura de plantas, diâmetro de caule, comprimento de frutos, diâmetro de frutos, peso dos frutos, produtividade, número de frutos por planta, clorofila a, clorofila b e clorofila total. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. As variáveis altura de plantas, diâmetro de caule, comprimento de frutos, peso dos frutos, produtividade e número de frutos por planta apresentaram resposta significativa às doses de nitrogênio, com comportamento predominantemente quadrático. As doses intermediárias de nitrogênio, especialmente entre 100 e 150 kg ha⁻¹ de N, proporcionaram os melhores resultados agrônômicos para a cultura. A dose de 100 kg ha⁻¹ de N destacou-se por proporcionar os maiores valores de produtividade e número de frutos por planta. As variáveis diâmetro de frutos, clorofila a, clorofila b e clorofila total não apresentaram efeito significativo em função das doses aplicadas. Os resultados obtidos evidenciam a importância do manejo adequado da adubação nitrogenada para o desenvolvimento vegetativo e produtivo do quiabeiro nas condições edafoclimáticas avaliadas.

Palavras-chave: *Abelmoschus esculentus*. Adubação nitrogenada. Nutrição mineral. Produção vegetal. Hortaliças.

ABSTRACT

Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) is a vegetable crop of high economic and nutritional importance, whose productivity is directly related to proper nutrient management, especially nitrogen supply, one of the nutrients most required by the crop. Thus, nitrogen fertilization plays a significant role in vegetative growth, fruit development, and crop yield. In this context, the present study aimed to evaluate okra yield as a function of different nitrogen rates under the edaphoclimatic conditions of Colinas do Tocantins, Brazil. The experiment was carried out under field conditions in a randomized block design, with five nitrogen rates (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹ N) and four replications. The variables evaluated were plant height, stem diameter, fruit length, fruit diameter, fruit weight, yield, number of fruits per plant, chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll. Data were subjected to analysis of variance and regression analysis. Plant height, stem diameter, fruit length, fruit weight, yield and number of fruits per plant showed significant responses to nitrogen rates, with predominantly quadratic behavior. Nitrogen rates of 100 and 150 kg ha⁻¹ provided the best agronomic performance, with the 100 kg ha⁻¹ rate resulting in the highest yield and number of fruits per plant. Fruit diameter, chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll were not significantly affected by nitrogen rates. The results highlight the importance of proper nitrogen management for the vegetative growth and productive performance of okra under the edaphoclimatic conditions evaluated.

Keywords: *Abelmoschus esculentus*. nitrogen fertilization. mineral nutrition. crop production. vegetables.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Altura de plantas (AP) de quiabeiro cultivar Santa Cruz, em função de doses de nitrogênio. Colinas do Tocantins - TO.	35
Figura 2 - Diâmetro do caule (DC) de plantas de quiabeiro cultivar Santa Cruz, em função de doses de nitrogênio. Colinas do Tocantins - TO.....	37
Figura 3 - Comprimento de frutos (CF) de quiabeiro cultivar Santa Cruz, em função de doses de nitrogênio. Colinas do Tocantins – TO.....	39
Figura 4 - Peso de frutos (PF) de quiabeiro cultivar Santa Cruz, em função de doses de nitrogênio. Colinas do Tocantins – TO.....	40
Figura 5 - Número de frutos por planta (NFP) de quiabeiro cultivar Santa Cruz, em função de doses de nitrogênio. Colinas do Tocantins - TO.....	42
Figura 6 – Produtividade dos frutos (PROD) de quiabeiro cultivar Santa Cruz, em função de doses de nitrogênio. Colinas do Tocantins - TO.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características físicas e químicas do solo da área experimental, na camada de 0–20 cm, antes da implantação do experimento.	28
Tabela 2– Resumo da análise de variância para altura de planta (AP em cm), diâmetro de caule (DC em cm), diâmetro de fruto (DF em mm), comprimento de fruto (CF em cm), peso do fruto (PF em g), produtividade dos frutos (PROD em kg), número de frutos por planta (N).....	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Aspectos gerais da cultura do quiabo	14
2.2 Importância econômica e social do cultivo do quiabo	15
2.3 O plantio e adubação do quiabeiro	19
2.4 A importância do nitrogênio na nutrição das plantas e seu efeito no rendimento do quiabo.....	24
3 METODOLOGIA.....	26
3.1 Caracterização da área do estudo	26
3.2 Delineamento experimental	27
3.3 Caracterização do solo	27
3.4 Caracterização da cultivar	28
3.5 Instalação e condução do experimento	29
3.6 Características avaliadas.....	31
3.7 Análise estatística	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

O quiabo, cientificamente denominado *Abelmoschus esculentus* (L.), pertence à família Malvaceae e tem origem africana, tendo sido introduzido no Brasil durante o período colonial. Trata-se de uma hortaliça de elevado valor nutricional, sendo rica em vitaminas A, C, cálcio, ferro e niacina (Minami et al., 1998).

No Brasil, o cultivo do quiabo é favorecido pelas condições climáticas tropicais, sendo amplamente cultivado em diferentes regiões do país. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a produção nacional foi de 111.967 toneladas em 2017, com destaque para o estado de Minas Gerais, responsável por 23.902 toneladas (IBGE, 2017).

No estado do Tocantins, o cultivo do quiabo é uma prática tradicional e ocorre em diversas regiões, sendo considerado relevante no contexto da horticultura estadual. No município de Colinas do Tocantins, onde foi desenvolvido o presente trabalho, essa cultura também apresenta destaque na produção agrícola local. Além disso, o quiabo é amplamente cultivado por agricultura familiar, contribuindo para a geração de renda e para a segurança alimentar (Filgueira, 2008).

O quiabeiro apresenta exigências nutricionais específicas que influenciam diretamente seu desempenho produtivo, sendo considerado uma cultura exigente em fertilidade do solo e responsiva ao manejo adequado da adubação. Entre os macronutrientes, o nitrogênio destaca-se como um dos mais demandados, principalmente por sua atuação no crescimento vegetativo, na expansão da área foliar e no aumento da atividade fotossintética. Esses processos favorecem o acúmulo de fotoassimilados, refletindo positivamente no crescimento das plantas e, consequentemente, na produtividade das culturas (Filgueira, 2008; Malavolta, 2006).

O nitrogênio está diretamente relacionado à síntese de compostos orgânicos essenciais, como aminoácidos, proteínas e clorofila, sendo, portanto, fundamental para o crescimento e a produção das culturas (Malavolta, 2006). É frequentemente o nutriente mais limitante da produção, contribuindo para o crescimento vegetativo, o vigor das plantas e a produtividade das hortaliças, que apresentam elevada demanda por esse elemento (Filgueira, 2008; Malavolta, 2006).

A adubação mineral, especialmente a nitrogenada, é essencial para promover o crescimento, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos frutos, desempenhando papel importante no metabolismo das plantas (Fernandes, Campos e Ventura, 2025).

As recomendações de adubação nitrogenada para a cultura do quiabo variam

consideravelmente na literatura, refletindo diferenças nas condições edafoclimáticas, nos sistemas de cultivo e nos níveis de fertilidade do solo. Manuais técnicos, como o Boletim 100 do Instituto Agrônomo de Campinas e as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (5ª Aproximação), destacam que a adubação deve ser baseada na análise de solo, no histórico da área e no nível tecnológico adotado. Dessa forma, evidencia-se que não há uma dose única ideal, sendo necessário adequar o manejo da adubação às condições específicas de cada sistema produtivo (IAC, 1997; Ribeiro, Guimarães e Alvarez 1999).

Diversos estudos evidenciam a influência da adubação nitrogenada sobre o crescimento, a produtividade e características de qualidade em hortaliças, especialmente nas hortaliças-fruto. Em culturas como o tomateiro e a pimenteira, o nitrogênio exerce papel determinante no desenvolvimento vegetativo e na frutificação, desde que aplicado em doses adequadas, uma vez que tanto a deficiência quanto o excesso podem comprometer o desempenho agrônomo e a qualidade dos frutos (Rosa, 2024).

Estudos conduzidos no Brasil indicam que a cultura do quiabo apresenta respostas à adubação nitrogenada, com reflexos no crescimento das plantas, no número de frutos e na produtividade, embora esses efeitos variem em função das condições edafoclimáticas e do manejo adotado (Lopes, 2007).

No estado do Tocantins, destaca-se o estudo de Miranda (2016), que foi conduzido em duas épocas de cultivo, entre abril e julho e entre agosto e novembro de 2015, no município de Gurupi, sob condições de clima tropical quente e úmido (Aw), em Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura média a arenosa. Nesse estudo, Miranda (2016) observou respostas positivas do quiabeiro à aplicação de nitrogênio, com incremento na produtividade e nas características agrônômicas da cultura. Ainda assim, a disponibilidade de informações para diferentes condições de cultivo no estado permanece limitada, o que reforça a necessidade de ampliação das pesquisas relacionadas ao manejo da adubação nitrogenada na cultura.

Nesse contexto, surgiu a seguinte problemática: qual a influência de diferentes doses de nitrogênio sobre o rendimento do quiabeiro nas condições de cultivo do município de Colinas do Tocantins – TO? Tal questão torna-se relevante diante do aumento do consumo dessa hortaliça, bem como de sua importância econômica e nutricional. Além disso, sua ampla adaptação à agricultura familiar, aliada ao potencial de contribuir para a diversificação alimentar e para a geração de renda, reforça a necessidade de otimização do manejo nutricional da cultura, especialmente em regiões onde ainda há carência de informações técnicas consolidadas.

Diante disto, o objetivo do presente estudo é avaliar o rendimento do quiabeiro em

função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio nas condições edafoclimáticas do município de Colinas do Tocantins.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da cultura do quiabo

O quiabo (*Abelmoschus esculentus*) pertence à ordem Malvales e à família Malvaceae. A primeira classificação botânica da espécie foi realizada por Carl Linnaeus em 1737, quando foi denominada *Hibiscus esculentus*. Posteriormente, a espécie foi reclassificada como *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, nomenclatura que se consolidou taxonomicamente (Minami et al., 1998).

Paiva (1992), em sua tese “Heterose, estabilidade, e viabilidade em quiabeiro” afirma que a espécie apresenta elevada variabilidade genética e citogenética, característica observada pelas diferenças no número de cromossomos e níveis de ploidia entre espécies do gênero *Abelmoschus*. O estudo de Swamy (2023), relata que o número cromossômico em *Abelmoschus esculentus* pode variar entre $2n = 72, 108, 120, 132$ e 144 cromossomos, configurando séries regulares de poliploidia com $n = 12$ cromossomos. Além disso, outras espécies do gênero apresentam ampla variação cromossômica, desde $2n = 56$ em *A. angulosus* até números próximos de 200 cromossomos em *A. manihot* var. *caillei*. Essa diversidade genética contribui para a elevada capacidade de adaptação do quiabeiro a diferentes condições ambientais, além de influenciar características agrônomicas importantes, como produtividade, qualidade dos frutos, resistência a pragas e doenças e dormência de sementes.

É considerado uma das culturas mais antigas registradas, com indícios de cultivo por civilizações egípcias. Apesar de haver divergências sobre sua origem exata, muitos autores concordam que o quiabeiro é nativo do continente africano, especialmente das regiões montanhosas da Eritreia, das partes altas do Sudão, Egito, Vale do Nilo e Abissínia. A disseminação da cultura para outros continentes está relacionada, em parte, ao tráfico de escravos, sendo os primeiros registros do cultivo nos Estados Unidos datados de aproximadamente 1850, quando o quiabo foi introduzido na região sul do país por escravizados africanos (Minami et al., 1998).

O quiabeiro é uma planta arbustiva, anual, de caule ereto, podendo alcançar até 3 m de

altura (Galati, 2010). As estruturas aéreas, como folhas, hastes e frutos, apresentam tricomas rígidos e ásperos, o que contribui para a proteção natural contra predadores e condições ambientais adversas. Os frutos, de coloração verde-clara, apresentam mucilagem característica e são consumidos preferencialmente ainda imaturos, momento em que apresentam menor teor de fibras e melhor qualidade sensorial (Filgueira, 2008).

Cada fruto pode conter até 60 sementes esféricas, com coloração variando entre verde oliva, acinzentada, preta ou marrom. Um quilograma de sementes contém aproximadamente 14.706 sementes, com massa média de 6,8 g por 100 sementes (Minami et al., 1998). A polinização da cultura é predominantemente entomófila, sendo realizada por insetos como formigas, vespas e abelhas sem ferrão, os quais desempenham papel essencial no processo reprodutivo da planta. As flores, de coloração amarelo-clara com centro vermelho, são vistosas e se abrem nas primeiras horas do dia, murchando rapidamente após a fecundação (Malerbo-Souza, Nogueira-Couto e Couto, 2001).

2.2 Importância econômica e social do cultivo do quiabo

O quiabo é uma hortaliça de expressiva importância econômica e social em diversas regiões do mundo, sendo cultivado principalmente em áreas tropicais e subtropicais, além de regiões de clima temperado durante os períodos mais quentes do ano (Düzyaman, 1997). A cultura destaca-se pela rusticidade, boa adaptação a elevadas temperaturas e relativa tolerância a condições adversas, características que favorecem sua ampla aceitação entre pequenos e médios produtores rurais (Filgueira, 2008).

A cultura desempenha importante papel na alimentação humana e na geração de renda para pequenos agricultores (FAO, 2023a). Lima, Souza e Lima (2015) enfatizam que além da importância econômica, o quiabo possui elevado valor nutricional, sendo fonte de fibras, vitaminas, minerais e compostos antioxidantes, características que contribuem para sua crescente aceitação no mercado consumidor e para o fortalecimento de sistemas de produção hortícola em diferentes regiões do Brasil.

Entre os principais produtores mundiais destacam-se Índia, Nigéria e Sudão, países nos quais a cultura representa significativa importância econômica e social. A Índia é considerada o maior produtor mundial de quiabo, respondendo por aproximadamente 70% da produção global (FAO, 2021).

De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), a produção mundial de quiabo atingiu aproximadamente 11.232.656

toneladas em 2022, cultivadas em uma área estimada de 1.142.996 hectares, com produtividade média de 9,81 t ha⁻¹ (FAO, 2023a). Esses números demonstram a relevância da cultura no cenário agrícola mundial, sobretudo em países em desenvolvimento, onde o quiabo contribui diretamente para a segurança alimentar e para a sustentabilidade econômica de pequenos sistemas produtivos.

Além da relevância produtiva, o quiabo apresenta ampla aceitação comercial devido à sua adaptação a diferentes condições climáticas, rusticidade e múltiplas formas de utilização. Em muitos países africanos e asiáticos, a cultura constitui importante fonte alimentar e componente tradicional da dieta da população local (FAO, 2023b). Entretanto, em algumas regiões produtoras, ainda existem limitações relacionadas à disponibilidade de dados estatísticos detalhados sobre área cultivada, produtividade e rendimento econômico da cultura, especialmente em sistemas de produção familiar de pequena escala (Kebede, Abou e Clavelle 2024).

A importância econômica do quiabo está relacionada à sua versatilidade de uso na alimentação humana, à boa adaptação a climas quentes e ao fato de integrar a dieta de grande parte da população rural e urbana de países em desenvolvimento (Filgueira, 2013).

A hortaliça é comercializada principalmente em mercados locais e regionais, apresentando também fluxo de exportação a partir de países produtores (Dala-Paula, 2022). Embora o comércio internacional do quiabo apresente relevância econômica, sua participação no mercado global é menor quando comparada à de culturas agrícolas amplamente exportadas, como soja, milho e trigo, que possuem cadeias comerciais mais consolidadas e maior volume de produção mundial (Pian, 2019).

O Brasil, apesar das condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo de quiabo, a produção não figura entre as principais do mundo segundo bases de dados internacionais como FAOSTAT, sendo geralmente registrada em volumes menores em comparação aos países líderes. Dados estimados por levantamentos de mercado e produção apontam que o país produz na ordem de pouco mais de 100 mil toneladas ao ano, distribuídas em pequenas áreas de cultivo em várias regiões, com maior concentração nas regiões Sudeste e Nordeste. Minas Gerais, Bahia e Ceará estão entre os estados com maior produção, embora haja hortas de quiabo em praticamente todas as unidades federativas brasileiras (IBGE, 2017). No estado do Tocantins, a produção de quiabo ocorre principalmente em pequenas propriedades rurais voltadas ao abastecimento regional. Dados do IBGE demonstram que o estado produziu cerca de 568 toneladas no ano de 2017, apresentando produção modesta quando comparada aos grandes polos nacionais, com rendimento satisfatório devido às condições climáticas favoráveis ao

desenvolvimento da cultura. A produção tocantinense está distribuída em diversos municípios, destacando-se áreas de horticultura próximas aos centros urbanos e polos agrícolas regionais (IBGE, 2017),

Entre os municípios produtores do Tocantins, destacam-se Palmas, Porto Nacional, Guaraí e Colinas do Tocantins, que apresentam participação relevante na horticultura estadual. O município de Colinas do Tocantins merece destaque por possuir tradição agrícola regional e apresentar produção significativa em pequenas áreas cultivadas, arrecadando cerca de 41 mil reais no ano de 2017, esses indicadores demonstram a importância econômica da cultura para geração de renda e abastecimento do mercado local e regional (IBGE, 2017).

Além do volume produzido, o quiabo apresenta importante relevância socioeconômica para pequenos agricultores, pois possui ciclo relativamente curto, boa adaptação a altas temperaturas e comercialização constante em feiras e mercados regionais. Em áreas mais tecnificadas, especialmente sob irrigação e manejo intensivo, a produtividade pode ultrapassar 25 toneladas por hectare, enquanto sistemas tradicionais apresentam médias inferiores a 15 t ha⁻¹ (IBGE, 2017). Da Silva e Zappes (2018) reafirmam que a cadeia produtiva do quiabo no Brasil é fortemente associada à agricultura familiar e aos pequenos produtores, com a cultura desempenhando papel socioeconômico importante na geração de emprego e renda em mercados rurais locais e regionais. O cultivo também abastece circuitos varejistas de hortifrutis e feiras livres, contribuindo para a segurança alimentar em diversas comunidades. Nesse contexto, a importância da cultura ultrapassa a dimensão econômica relacionada apenas à comercialização do fruto in natura, ampliando-se para diferentes formas de aproveitamento agrícola e industrial.

Dessa forma, Cruz (2025) relata que o quiabo apresenta múltiplas possibilidades de utilização, destacando-se não apenas pela facilidade de cultivo e elevado valor nutricional, mas também pelo seu potencial econômico e industrial. Sua aplicação vai além do consumo como hortaliça, podendo contribuir para cadeias produtivas ligadas à extração de óleo, produção de fibras, fabricação de papel e utilização na alimentação animal.

O principal uso do quiabo é como hortaliça, sendo consumido principalmente cozido, refogado ou frito. Contudo, seu potencial econômico vai além do consumo direto. As sementes podem ser utilizadas para a extração de óleo comestível, e as hastes para a produção de fibras e papel (Carvalho, 2011; Fortes, 2024).

Em termos nutricionais, 100 gramas de quiabo fornecem cerca de 39 calorias, 6 g de carboidratos, 0,6 mg de ferro e até 30 mg de ácido ascórbico (vitamina C). Também são significativos os teores de vitaminas A, B1, B2 e B5. Entretanto, a vitamina C presente nos frutos jovens se degrada rapidamente após a colheita, mesmo em temperatura ambiente

(Carvalho, 2011; Fortes, 2024).

Do ponto de vista industrial, o óleo extraído das sementes de quiabo é comparável ao óleo de algodão em termos nutricionais e sensoriais. Embora o rendimento de óleo do quiabo seja inferior ao do algodão, seu alto teor de tocoferóis (vitamina E) garante maior estabilidade oxidativa, o que o torna uma alternativa promissora como óleo comestível. A composição lipídica, rica em ácido linoleico, também contribui para seu valor funcional (Carvalho, 2011).

As fibras extraídas das hastes do quiabeiro apresentam resistência e elasticidade compatíveis com as da juta, podendo ser empregadas na fabricação de papel, papelão e até mesmo tecidos rústicos. Além disso, as folhas da planta podem ser utilizadas como forragem, evidenciando sua viabilidade em sistemas agropecuários integrados (Silva; Silva, 2024).

O consumo per capita de quiabo no Brasil ainda apresenta escassez de dados estatísticos oficiais específicos, uma vez que a hortaliça geralmente é agrupada com outras culturas nas pesquisas nacionais de consumo alimentar. Entretanto, informações do setor hortícola e de centrais de abastecimento demonstram que o quiabo mantém consumo regular durante todo o ano, especialmente nas regiões Sudeste e Nordeste, onde a hortaliça faz parte da alimentação cotidiana e da culinária tradicional. Em estados como Minas Gerais, Bahia e Pernambuco, o quiabo possui forte presença cultural e gastronômica, sendo utilizado em pratos típicos amplamente consumidos pela população. Além disso, o aumento da procura por alimentos ricos em fibras e compostos bioativos tem contribuído para a valorização nutricional da cultura e para a expansão do mercado consumidor (Bigaran, 2012; Brainer, 2019).

A geração de empregos relacionada ao cultivo de quiabo constitui um dos principais impactos socioeconômicos da cultura, principalmente no contexto da agricultura familiar. Por demandar grande quantidade de mão de obra em praticamente todas as etapas produtivas, desde o preparo do solo até a colheita manual dos frutos, o quiabo apresenta elevada capacidade de absorção de trabalhadores rurais. A colheita, em especial, ocorre de forma frequente e sucessiva, podendo ser realizada várias vezes por semana devido ao rápido desenvolvimento dos frutos, o que aumenta a necessidade de mão de obra contínua nas propriedades produtoras (Matsimbane, 2024).

Além disso, a cadeia produtiva do quiabo também gera empregos indiretos relacionados ao transporte, comercialização, distribuição em feiras livres, supermercados, centrais de abastecimento e pequenas agroindústrias. Em polos agrícolas irrigados do Nordeste brasileiro, a cultura representa importante fonte de renda para centenas de famílias agricultoras. Dados da Companhia de Desenvolvimento Regional de Sergipe (Coderse) indicam que, entre 2023 e 2025, a produção de aproximadamente 28 mil toneladas de quiabo em áreas irrigadas

movimentou mais de R\$ 51 milhões, demonstrando a relevância econômica da cultura para geração de trabalho e fortalecimento da economia rural regional (GOVERNO DE SERGIPE, 2026).

Nota-se que o cultivo do quiabo se destaca não somente pelo valor nutricional e potencial agroindustrial, mas também pela capacidade de promover inclusão produtiva, geração de renda e dinamização econômica em pequenas propriedades rurais, especialmente em regiões tropicais e subtropicais do Brasil.

2.3 O plantio e adubação do quiabeiro

O quiabo é uma hortaliça amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais devido à sua adaptação às condições de clima quente. A cultura apresenta melhor desempenho fisiológico e produtivo em temperaturas elevadas, sendo sensível ao frio e intolerante à ocorrência de geadas. Em virtude dessas características, o período de cultivo varia conforme as condições climáticas regionais, concentrando-se preferencialmente em épocas do ano com temperaturas mais elevadas e menor risco de danos fisiológicos às plantas (Santos, 2019). Em regiões tropicais, o cultivo pode ocorrer durante grande parte do ano, enquanto em regiões de clima mais ameno a semeadura é recomendada principalmente entre os meses de primavera e verão.

O desenvolvimento adequado do quiabeiro depende de condições edáficas favoráveis, especialmente no que se refere à fertilidade, drenagem e estrutura física do solo. Segundo Oliveira (2023), a cultura apresenta melhor desempenho em solos profundos, bem drenados, de textura média e com disponibilidade adequada de água para irrigação.

O preparo do solo envolve práticas como aração, gradagem e correção da acidez, visando proporcionar condições adequadas para o estabelecimento inicial das plantas e o desenvolvimento radicular. Aguiar *et al.* (2014) recomendam que o pH do solo seja mantido em faixa próxima de 5,5 a 6,5, considerada adequada para a disponibilidade de nutrientes e o crescimento da cultura. Trani *et al.* (2008) destacam que o quiabeiro apresenta sensibilidade à elevada acidez do solo, sendo recomendada a realização da calagem entre 30 e 90 dias antes do plantio, com o objetivo de elevar a saturação por bases para valores entre 70 e 80%.

O plantio do quiabo pode ser realizado em covas ou sulcos, de forma manual ou mecanizada, adotando-se espaçamentos variáveis conforme o sistema de cultivo e o nível tecnológico empregado. Filgueira (2008) recomenda espaçamentos entre 0,90 e 1,20 m entre linhas e de 0,30 a 0,50 m entre plantas. Em geral, são distribuídas de quatro a cinco sementes

por cova, realizando-se posteriormente o desbaste, com permanência de uma ou duas plantas por unidade de plantio. As sementes do quiabeiro apresentam dormência tegumentar devido à impermeabilidade do tegumento à água, característica que pode retardar a germinação. Dessa forma, práticas como escarificação mecânica ou embebição das sementes em água por aproximadamente 24 horas antes da semeadura são recomendadas para promover maior uniformidade e velocidade de emergência das plântulas (Oliveira, 2013).

A cultura do quiabo apresenta elevada adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas, permitindo sua condução sob distintos sistemas de produção. Conforme Almeida (2016), os sistemas de cultivo variam desde modelos tradicionais, caracterizados pelo baixo uso de insumos, até sistemas tecnificados voltados à maximização da produtividade e da rentabilidade econômica.

O sistema convencional de cultivo constitui o modelo predominante na produção comercial do quiabo, caracterizando-se pela mecanização do preparo do solo, utilização de fertilizantes minerais e aplicação de defensivos químicos para o controle fitossanitário. Esse sistema possibilita maior produtividade e regularidade de oferta, sobretudo em propriedades com maior acesso à assistência técnica e tecnologias agrícolas. Entretanto, o uso intensivo de insumos químicos pode ocasionar impactos ambientais relacionados à degradação do solo, contaminação de recursos hídricos e redução da biodiversidade (Gomes, 2015).

Segundo Gomes (2015), o sistema orgânico de produção fundamenta-se no manejo ecológico do agroecossistema e na adoção de práticas conservacionistas, com restrição ao uso de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos. No cultivo do quiabo, destacam-se práticas como adubação orgânica, rotação de culturas, cobertura vegetal e métodos alternativos de controle de pragas e doenças. O autor ressalta ainda que a produção orgânica apresenta vantagens relacionadas à sustentabilidade ambiental e à agregação de valor comercial aos produtos.

O sistema agroecológico, por sua vez, amplia os princípios da agricultura orgânica ao integrar dimensões ecológicas, sociais e econômicas no manejo dos sistemas produtivos. Nesse modelo, o quiabo é frequentemente cultivado em consórcio com culturas como milho, feijão e mandioca, favorecendo a diversificação produtiva, o equilíbrio biológico e a redução da dependência de insumos externos. Segundo Ndiaye (2016), esse sistema está fortemente associado à agricultura familiar e à promoção da segurança alimentar, embora demande maior planejamento e conhecimento técnico para sua condução.

Além dos diferentes sistemas de cultivo, a irrigação constitui prática fundamental para o adequado desenvolvimento do quiabeiro, especialmente em regiões sujeitas à irregularidade pluviométrica. A utilização de métodos como aspersão e gotejamento contribui para maior

regularidade da produção e prolongamento do período de colheita. Contudo, o manejo inadequado da irrigação pode aumentar os custos de produção e comprometer a eficiência do sistema produtivo (Oliveira, 2023).

O quiabeiro apresenta padrão de crescimento caracterizado por três fases distintas: estabelecimento inicial, crescimento vegetativo acelerado e estabilização durante a fase reprodutiva. Segundo Sá, Souza e Cardoso (2023), a absorção de nutrientes intensifica-se após os 20 dias da emergência das plantas, período em que ocorre aumento da taxa de crescimento vegetativo e da demanda nutricional da cultura.

A análise de crescimento vegetal constitui importante ferramenta para compreensão da dinâmica fisiológica das culturas e de suas respostas às práticas de manejo. Silva et al. (2019) e Brito (2015) destacam que esse método permite avaliar alterações morfofisiológicas em diferentes estádios de desenvolvimento da planta, possibilitando identificar períodos de maior exigência nutricional e acúmulo de biomassa. Nesse contexto, Benincasa (1988) afirma que aproximadamente 90% da matéria seca acumulada pelas plantas resulta da atividade fotossintética, enquanto o restante decorre da absorção de nutrientes minerais.

As curvas de absorção de nutrientes representam ferramenta essencial para o manejo racional da adubação, uma vez que permitem identificar os períodos de maior demanda nutricional da cultura. Batista et al. (2018) destacam que o conhecimento da marcha de absorção de nutrientes possibilita maior eficiência no uso de fertilizantes, reduzindo riscos de deficiência ou excesso nutricional.

Segundo Galati et al. (2013), ao avaliarem o acúmulo de nutrientes na cultura do quiabo, observaram que a ordem de extração dos macronutrientes seguiu a sequência $K > N > Ca > Mg > P > S$. Os autores verificaram que potássio e nitrogênio foram os nutrientes absorvidos em maiores quantidades ao longo do ciclo da cultura, evidenciando sua relevância para o crescimento vegetativo, desenvolvimento dos frutos e qualidade produtiva. Em relação aos micronutrientes, Queiroga (2011) destaca elevada exigência do quiabeiro em boro, ferro, manganês, zinco e cobre, elementos essenciais ao metabolismo e aos processos reprodutivos da planta.

As exigências nutricionais do quiabeiro podem ser supridas por meio de adubações orgânicas e minerais definidas com base na análise química do solo e nas recomendações técnicas para a cultura (Filgueira, 2008).

A adubação orgânica desempenha papel fundamental no manejo do quiabeiro, sobretudo pela sua contribuição na melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. De acordo com Trani *et al.* (2008), recomenda-se a aplicação de 10 a 20 t ha⁻¹ de esterco de curral

curtido ou composto orgânico antes do plantio, podendo também ser utilizados esterco de aves ou húmus de minhoca. Além do fornecimento gradual de nutrientes, a matéria orgânica promove aumento da capacidade de retenção de água, melhoria da estrutura do solo e estímulo à atividade microbiológica, fatores que favorecem o desenvolvimento inicial da cultura.

Na adubação de plantio, recomenda-se a aplicação localizada e a incorporação de fertilizantes fosfatados como o superfosfato simples, em razão da baixa mobilidade e da elevada capacidade de adsorção do fósforo nos solos tropicais, características que podem reduzir a eficiência de aproveitamento desse nutriente pelas plantas (Goedert, Sousa e Rein, 1986). Para a cultura do quiabeiro, essa prática pode ser associada à incorporação de matéria orgânica, como esterco bovino curtido e compostos orgânicos, contribuindo para a melhoria das propriedades químicas e físicas do solo e favorecendo o desenvolvimento das plantas (Filgueira, 2008).

Segundo Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999), no manual da 5ª Aproximação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, as recomendações de fósforo para hortaliças, incluindo o quiabo, variam conforme a disponibilidade do nutriente no solo. Em áreas com baixos teores de fósforo disponível, as recomendações podem alcançar até 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅, enquanto em solos com fertilidade média a alta as doses tendem a variar entre 60 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Os autores ressaltam que a adubação fosfatada adequada é essencial para o desenvolvimento inicial da cultura, principalmente em solos tropicais com elevada capacidade de fixação de fósforo.

Para a cultura do quiabo no estado de São Paulo, Aguiar *et al.* (2014), em recomendações do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), indicam doses variando entre 40 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no plantio, ajustadas conforme os resultados da análise química do solo. Os autores destacam que, em áreas com baixos teores de fósforo disponível, recomenda-se maior aporte do nutriente para favorecer o desenvolvimento radicular e o crescimento inicial das plantas.

Em condições edafoclimáticas do Maranhão, região com características semelhantes a áreas do Norte e Nordeste brasileiro, Souza *et al.* (2023) avaliaram doses de 0, 80, 160, 240 e 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na cultura do quiabo, utilizando superfosfato simples como fonte fosfatada. Os autores observaram incremento na altura das plantas, massa seca e produtividade dos frutos com o aumento das doses de fósforo. A máxima produtividade estimada, correspondente a 9.960,36 kg ha⁻¹ de frutos, foi obtida com a aplicação de aproximadamente 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em solo com baixo teor de fósforo disponível. O estudo também demonstrou que a adubação fosfatada favoreceu a precocidade do florescimento e o desenvolvimento vegetativo do quiabeiro.

Em estudo mais recente sobre adubação fosfatada na cultura do quiabo, Cambissa (2024) avaliou doses de 0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de fósforo utilizando superfosfato simples em sistemas de semeadura direta e transplântio. Os resultados demonstraram que o aumento das doses fosfatadas proporcionou melhorias no rendimento produtivo da cultura, especialmente quando associado ao sistema de transplântio. O autor destaca que o fósforo desempenha papel fundamental no estabelecimento inicial do quiabeiro e no aumento da produtividade, principalmente em solos com baixa disponibilidade natural do nutriente.

Na região Norte, especialmente em áreas de Cerrado do Tocantins, a elevada acidez dos solos e a baixa disponibilidade natural de fósforo tornam a adubação fosfatada ainda mais importante para culturas hortícolas agrícolas (Collier et al., 2008). Estudos realizados no sul do Tocantins demonstram elevada resposta das culturas agrícolas à aplicação de fósforo, principalmente em Latossolos altamente intemperizados e com elevada capacidade de adsorção do nutriente. Collier et al. (2008), avaliando adubação fosfatada em Gurupi-TO, observaram aumento significativo da produtividade agrícola com a aplicação de 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅, evidenciando a limitação natural de fósforo nos solos da região. Embora o estudo tenha sido conduzido com milho, os autores ressaltam que solos do Cerrado tocantinense apresentam baixa disponibilidade desse nutriente, condição semelhante à observada em cultivos de hortaliças, incluindo o quiabo.

Na adubação de plantio e cobertura, as recomendações de nitrogênio e potássio variam conforme os manuais regionais e as características do solo. Segundo Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999), no manual da 5ª Aproximação para o estado de Minas Gerais, a adubação para a cultura do quiabo é recomendável a aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N na adubação de plantio, enquanto as doses de K₂O variam de 0 a 100 kg ha⁻¹ de acordo a análise química do solo. Para o manejo nutricional em cobertura, recomenda-se o parcelamento de 60 a 120 kg ha⁻¹ de N e de 40 a 80 kg ha⁻¹ de K₂O ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura, com início das aplicações após o desbaste ou o estabelecimento das plantas.

Para o estado de São Paulo, Aguiar et al. (2014), baseados nas recomendações do Boletim Técnico 100 do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), indicam para a cultura do quiabo a aplicação de 20 a 40 kg ha⁻¹ de N na adubação de plantio. Para a adubação de cobertura, o IAC recomenda doses de 40 a 120 kg ha⁻¹ de N e até 100 kg ha⁻¹ de K₂O, divididas em aplicações parceladas ao longo do ciclo e preferencialmente associadas às irrigações. Os autores enfatizam que em sistemas de cultivo irrigados, esse fornecimento deve ser intensamente fracionado para acompanhar a curva de absorção da planta.

Em condições de campo, a resposta prática do quiabeiro ao nitrogênio no crescimento estrutural e produtivo é amplamente documentada sob diferentes focos na literatura. Santos et al. (2019), ao avaliarem o comportamento vegetativo do quiabeiro cultivar Santa Cruz sob doses crescentes de nitrogênio em cobertura, constataram que o incremento do nutriente promoveu resposta significativa na altura das plantas e no número de folhas, reforçando a exigência desse macronutriente para o pleno desenvolvimento. De forma complementar, Oliveira et al. (2013) observaram que a aplicação de doses de nitrogênio eleva linearmente o número de frutos por planta, o comprimento dos frutos e a produtividade comercial da cultura, evidenciando que o macronutriente é decisivo para a expressão do potencial produtivo do quiabeiro.

A exigência de micronutrientes pela cultura do quiabo, embora ocorra em pequenas quantidades, também é vital para o equilíbrio fisiológico e complementa o balanço nutricional garantido pelos macronutrientes. Conforme Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999), em solos com baixa disponibilidade original desses elementos, recomenda-se a aplicação no plantio de 1,0 kg ha⁻¹ de boro (B) e 2,0 kg ha⁻¹ de zinco (Zn).

O desequilíbrio nutricional pode comprometer significativamente o crescimento e a produtividade do quiabeiro. Batista *et al.* (2018) relatam que a deficiência de nitrogênio provoca clorose em folhas mais velhas e redução do crescimento vegetativo, enquanto a deficiência de fósforo reduz o desenvolvimento radicular e a formação dos frutos. A deficiência de potássio, por sua vez, pode ocasionar necroses foliares e redução da qualidade comercial dos frutos.

Em relação aos micronutrientes, Ramos (2006) destaca que a deficiência de boro pode provocar deformações e abortamento de frutos, enquanto a deficiência de ferro está associada à clorose internerval em folhas jovens. Deficiências de manganês, zinco e cobre também comprometem processos fisiológicos relacionados à fotossíntese, crescimento vegetativo e desenvolvimento reprodutivo da cultura.

Complementando, Lopes (2007) esclarece que, o sucesso no cultivo do quiabeiro depende de uma série de práticas bem coordenadas, desde a escolha da área e do preparo do solo, até a seleção de sementes e a adequada adubação. O monitoramento nutricional e a correção de eventuais deficiências garantem um desenvolvimento saudável da planta, resultando em colheitas mais uniformes e de alta qualidade.

2.4 A importância do nitrogênio na nutrição das plantas e seu efeito no rendimento do quiabo

O nitrogênio (N) é um dos macronutrientes mais exigidos pelas plantas e desempenha

papel fundamental no crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas agrícolas. Por compor aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, coenzimas e moléculas de clorofila, esse nutriente participa de diversos processos metabólicos e fisiológicos, estando diretamente relacionado à fotossíntese, ao crescimento vegetativo e à produção de biomassa (Taiz et al., 2017).

A deficiência de nitrogênio nas plantas está associada à redução da taxa fotossintética, diminuição do crescimento vegetativo e, conseqüentemente, à redução do rendimento das culturas. Por outro lado, o fornecimento adequado de nitrogênio está relacionado ao aumento da área foliar, maior interceptação de luz, intensificação da fotossíntese e favorecimento da formação de estruturas reprodutivas, como flores e frutos. Entretanto, o excesso desse nutriente pode ocasionar desequilíbrios nutricionais, maior suscetibilidade a pragas e doenças e impactos ambientais, como lixiviação e contaminação de corpos hídricos (Gomes Neto, 2013).

A definição da dose adequada de nitrogênio é um fator importante para aumentar a eficiência do uso dos nutrientes e contribuir para elevados níveis de produtividade de forma sustentável. O manejo adequado das doses de adubação nitrogenada, ajustado às exigências da cultura, às características do solo e às condições climáticas, permite melhorar a absorção de nitrogênio pelas plantas, evitando tanto deficiências nutricionais quanto excessos que podem resultar em perdas por lixiviação, volatilização e impactos ambientais. Dessa forma, a recomendação de doses tecnicamente embasadas constitui um dos principais pilares para o uso racional do nitrogênio na agricultura, conforme princípios clássicos de manejo de fertilidade do solo (Raij *et al.*, 1997).

O fornecimento de nitrogênio exerce papel central no crescimento vegetativo, na expansão da área foliar e, conseqüentemente, no potencial produtivo das culturas. Entretanto, sua absorção e assimilação envolvem elevado gasto energético por parte das plantas, podendo comprometer o desempenho quando há excesso de fertilização (Costa, 2020).

Na síntese da clorofila, o nitrogênio é um elemento indispensável, estando diretamente relacionado ao processo fotossintético. A deficiência desse nutriente compromete a formação de clorofila e, conseqüentemente, reduz a eficiência na captura de energia solar, o que resulta em menor taxa fotossintética, redução do crescimento vegetativo, diminuição do acúmulo de biomassa e queda na produtividade. Além disso, pode ocasionar atraso no desenvolvimento fenológico da cultura, incluindo fases como floração, frutificação e maturação dos frutos (Santos, 2019). Dessa forma, o manejo adequado da adubação nitrogenada deve buscar o equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e a fase reprodutiva da cultura, de modo a favorecer tanto o crescimento das plantas quanto a formação e o enchimento dos frutos.

A relação entre a nutrição nitrogenada e o desempenho produtivo das plantas constitui um dos principais fundamentos da nutrição mineral vegetal. A avaliação dos efeitos de diferentes doses e fontes de nitrogênio sobre o crescimento, desenvolvimento e rendimento das culturas fornece subsídios importantes para a definição de práticas de manejo mais eficientes (Malavolta, 2006).

Compreender a dinâmica do nitrogênio no solo, suas formas de absorção e a resposta das plantas a diferentes doses e fontes é fundamental para o manejo racional da adubação. Esse conhecimento é amplamente discutido na literatura de nutrição mineral vegetal e constitui base para estudos que avaliam o impacto de diferentes estratégias de fornecimento de nitrogênio sobre variáveis agronômicas, fisiológicas e bioquímicas, como no presente trabalho (Marschner, 2012).

Diversos estudos têm indicado que a adubação nitrogenada pode promover incrementos na altura das plantas, no número de folhas e no diâmetro do caule do quiabeiro, características que contribuem para maior interceptação da radiação solar e acúmulo de biomassa. O adequado suprimento de nitrogênio também tem sido associado ao aumento do número de flores e frutos por planta, refletindo positivamente na produtividade e na qualidade comercial dos frutos (Souza, 2012; Santos, 2019).

Dessa forma, a definição de doses adequadas de adubação nitrogenada constitui um dos fatores importantes para o manejo racional do nitrogênio na cultura do quiabo, contribuindo para a obtenção de elevados níveis de produtividade com maior sustentabilidade agronômica e ambiental. O ajuste das doses deve considerar as exigências nutricionais da cultura, a fertilidade do solo e as condições edafoclimáticas, reforçando a importância de estudos que avaliem diferentes níveis de nitrogênio para subsidiar recomendações técnicas mais precisas.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da área do estudo

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), Campus Colinas do Tocantins, na área experimental do Setor de Olericultura, localizada a 8°05'30"S de latitude, 48°28'38"O de longitude e 223 metros de altitude.

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen (1948), é do tipo Aw (tropical com inverno seco), apresentando temperatura média anual de 27,16 °C. A estação seca se estende de maio a setembro, enquanto o período chuvoso ocorre entre os meses de outubro a abril, com precipitação média anual de aproximadamente 1.800 mm (INMET, 2022).

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹), utilizando-se ureia como fonte do nutriente. A definição das doses foi baseada em trabalhos conduzidos com a cultura do quiabeiro, os quais avaliaram respostas agrônômicas da cultura a níveis crescentes de adubação nitrogenada (Oliveira et al., 2003; Alves et al., 2018).

O experimento ocupou uma área total de 80 m² (20 m x 4 m). Cada parcela experimental foi constituída por 10 plantas dispostas em linha, com espaçamento de 100 cm entre as fileiras. O espaçamento entre as plantas foi de 40 cm, mantido inclusive na transição entre uma parcela e outra. Para as avaliações, considerou-se como área útil apenas as cinco plantas centrais de cada parcela, utilizando-se as plantas das extremidades como bordadura.

3.3 Caracterização do solo

Antes da instalação do experimento, foi realizada uma amostragem de solo para caracterização química e física, com coletas na profundidade de 0 a 20 cm com auxílio do trado holandês. Foram coletadas dez amostras simples em zigue-zague em uma área de 120 m², que juntas formaram uma amostra composta de 500 g de solo. A metodologia para coleta das amostras de solo seguiu as orientações de Brasil, Cravo e Veloso (2020). De acordo com os teores de areia, silte e argila, o solo foi classificado como de textura areia franca, conforme os critérios da Embrapa (2018). Os resultados das análises físicas e químicas encontram-se apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Características físicas e químicas do solo da área experimental, na camada de 0–20 cm, antes da implantação do experimento.

Atributo	Valor	Unidade
Características Físicas		
Areia	860,7	g kg ⁻¹
Silte	29,3	g kg ⁻¹
Argila	110	g kg ⁻¹
Classe textural	Areia franca	-
Características Químicas		
pH (CaCl ₂)	5,3	-
Matéria orgânica	1,4	%
P	4,2	mg dm ⁻³
S	0,76	mg dm ⁻³
K	0,06	cmolc dm ⁻³
Ca	0,8	cmolc dm ⁻³
Mg	0,5	cmolc dm ⁻³
SB	1,36	cmolc dm ⁻³
H+Al	1,6	cmolc dm ⁻³
CTC	3,16	cmolc dm ⁻³
V	43	%
B	0,16	mg dm ⁻³
Cu	0,5	mg dm ⁻³
Fe	18	mg dm ⁻³
Mn	0,3	mg dm ⁻³
Zn	0,3	mg dm ⁻³
Al	0	cmolc dm ⁻³

P = Fósforo; S = Enxofre; K = Potássio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; SB = Soma de Bases; H+Al = Acidez Potencial; CTC = Capacidade de Troca de Cátions; V = Saturação por Bases; B = Boro; Cu = Cobre; Fe = Ferro; Mn = Manganês; Zn = Zinco; Al = Alumínio trocável.

Fonte: Elaboração do próprio autor (2026)

3.4 Caracterização da cultivar

Foi utilizada a cultivar de quiabo Santa Cruz 47. Trata-se de uma cultivar de plantas vigorosas, com arquitetura semiaberta e excelente capacidade produtiva, amplamente adaptada às condições da região. Os frutos são de coloração verde clara, cilíndricos, tendo a ponta ligeiramente recurvada e possui teor de fibra menor em relação às cultivares mais antigas, muito uniformes e com ótima pós-colheita (Galati, 2010). A cultivar é reconhecida por sua alta tolerância ao Vírus do Mosaico do Tabaco e à murcha-de-verticílio, garantindo estabilidade e segurança produtiva (Filgueira, 2008). Sua colheita inicia-se por volta de 90 a 100 dias após o transplântio.

As sementes utilizadas apresentavam 88,00% de poder germinativo; 99% de pureza e foram previamente tratadas pelo fabricante com 0,20% de Maxim XL (Fludioxonil 25 g L⁻¹ + Metalaxil-M 10 g L⁻¹, um fungicida sistêmico e de contato com o objetivo de proteger o sistema radicular contra podridões e tombamentos causados por fungos de solo (Syngenta, 2023).

3.5 Instalação e condução do experimento

O preparo do solo incluiu duas gradagens: a primeira para limpeza da área e a segunda para incorporação do calcário. Após o período de reação do corretivo, procedeu-se à demarcação da área e abertura das covas com dimensões de 20 x 20 x 20 cm.

A calagem foi realizada manualmente em fevereiro de 2024, utilizando calcário dolomítico (PRNT 98,45%), na dose de 1,2 t ha⁻¹, com o objetivo de elevar a saturação por bases para 80%. As recomendações para a calagem e adubação seguiram os resultados da análise de solo e as diretrizes estabelecidas por Ribeiro, Guimarães e Alvarez (1999). A semeadura das mudas foi realizada em 09 de abril de 2024, de forma manual, em bandejas plásticas contendo 128 células, com a deposição de duas sementes por célula. As bandejas foram preenchidas com substrato comercial à base de terra vegetal, da marca Calterras. Após a semeadura, as bandejas foram mantidas em casa de vegetação, dispostas sobre bancadas a 1,0 m de altura. As mudas permaneceram nessas condições por 21 dias, quando então foi realizado o transplantio para o local definitivo.

A adubação nitrogenada, fator em estudo, foi realizada de forma parcelada em três aplicações. A adubação de pré-plantio correspondeu à primeira aplicação, realizada em 29 de abril de 2024. As demais aplicações foram realizadas em cobertura, aos 20 e 40 dias após o transplantio (DAT), com o objetivo de atender à demanda nutricional da cultura ao longo do ciclo.

A adubação potássica foi realizada de forma parcelada, utilizando-se como fonte o cloreto de potássio (60% de K₂O), na dose de 416,67 kg ha⁻¹ (equivalente a 250 kg ha⁻¹ de K₂O), sendo considerada como adubação de plantio a aplicação de 40% da dose total no momento do transplantio, diretamente na cova. As aplicações em cobertura corresponderam a 30% da dose aos 20 dias após o transplantio e aos 30% restantes aos 40 DAT, visando aumentar a eficiência de utilização do nutriente pela cultura.

A adubação fosfatada foi realizada integralmente como adubação de plantio, utilizando-se como fonte o superfosfato simples (19% de P₂O₅), na dose de 842,11 kg ha⁻¹ (equivalente a 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅) no momento do transplantio das mudas, conforme recomendação técnica para a cultura.

Foram realizadas duas adubações com micronutrientes, a primeira via foliar aos 7 dias após a semeadura nas bandejas utilizando o fertilizante Forth Hortaliças®, um organomineral classe “A”. O produto apresenta na sua composição 9% de nitrogênio, 15% de fósforo, 10% de

potássio, 2,5% de cálcio, 2,5% de magnésio, 9% de enxofre, além dos micronutrientes, boro (0,06%), cobre (0,05%), ferro (0,22%), manganês (0,10%), molibdênio (0,005%) e zinco (0,20%). A aplicação foi feita na dose de 5 ml por litro de água. A segunda por cobertura sendo realizada aos 30 DAT, sendo utilizado o fertilizante FTE BR 12 com dose de 66,67 kg/ha seguindo recomendação da bula do fertilizante, cuja composição garantida é de 0,1% de Molibdênio (Mo), 1,8% de Boro (B), 0,8% de Cobre (Cu), 2% de Manganês (Mn) e 7% de Zinco (Zn).

A irrigação foi realizada por gotejamento. O sistema de irrigação por gotejamento foi dimensionado com uma tubulação principal de pvc de 50 mm e linhas laterais equipadas com fitas gotejadoras espaçadas em 1,0 m entre fileiras, possuindo emissores com vazão nominal de $1,6 \text{ L h}^{-1}$ a cada 0,20 m. O manejo da irrigação foi realizado manualmente em dois turnos diários totalizando 80 minutos (1,20 horas), resultando em uma lâmina bruta aplicada de aproximadamente $9,6 \text{ mm dia}^{-1}$. Considerando uma eficiência de aplicação de 90%, a lâmina líquida efetiva foi de $8,64 \text{ mm dia}^{-1}$, com espaçamento de 0,40 m na linha (equivalente a dois emissores por planta), o volume diário aplicado foi de $3,84 \text{ L planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Esses parâmetros foram adotados para manter a umidade do solo estável ao longo do ciclo e serviram apenas para caracterização do sistema, sem interferência nas análises estatísticas dos fatores experimentais.

Durante o ciclo da cultura, monitorou-se o desenvolvimento das plantas e adotou-se um programa de manejo fitossanitário conforme orientações técnicas estabelecidas na literatura (Gonçalves, 2008). Identificou-se a incidência de grilos e mosca-branca (*Bemisia tabaci*), que foram controlados aos 22 DAT com a aplicação do inseticida Talisman na dose de $0,5 \text{ ml L}^{-1}$. Posteriormente, aos 73 DAT, verificou-se infestação de vaquinhas (*Diabrotica speciosa*), pulgões (*Aphis spp.*) e nova ocorrência de mosca-branca. Para o controle dessas pragas, realizou-se uma aplicação com a associação dos seguintes inseticidas: Decis na dose de $1,0 \text{ ml L}^{-1}$, Regent na dose de $1,0 \text{ g L}^{-1}$ e Evidence na dose de $1,0 \text{ g L}^{-1}$.

O controle de plantas daninhas foi realizado por capina de forma manual. Foi necessário realizar duas capinas na área, a primeira aos 19 DAT e a segunda aos 93 DAT.

A colheita ocorreu entre os dias 10/08/2024 e 10/09/2024, em um período de 30 dias, com três coletas semanais, totalizando 10 colheitas. Os frutos foram colhidos em estágio comercial, apresentando coloração verde intensa, textura tenra e sem lignificação, conforme recomendação de Oliveira (2011). Durante a colheita, foram realizadas avaliações e classificação dos frutos.

3.6 Características avaliadas

Para a avaliação de todas as características foram utilizadas 5 plantas centrais de cada parcela. Foram avaliadas as seguintes variáveis agronômicas:

- a. Altura da planta (AP), medida em centímetros (cm) com fita métrica, desde a base do caule até o ápice do broto terminal do ramo principal, no final do período reprodutivo;
- b. Diâmetro do caule (DC), aferido em milímetros (mm) com auxílio de um paquímetro digital na base do caule das plantas da área útil, após o término da colheita;
- c. Diâmetro dos frutos (DF), medido em milímetro com paquímetro digital em todos os frutos colhidos da área útil;
- d. Comprimento dos frutos (CF), mensurado em centímetro (cm) com régua milimetrada, do ápice do fruto até o início do pedúnculo;
- e. Peso dos frutos (PF), obtido em gramas a partir da pesagem de todos os frutos colhidos da área útil em balança digital;
- f. Produtividade dos frutos (PROD), determinada por quilo (kg) pela massa total dos frutos produzidos pelas cinco plantas úteis de cada parcela, utilizando balança digital, com posterior conversão dos dados para produtividade em toneladas por hectare ($t\ ha^{-1}$).
- g. Os Índice de clorofila a (Chl a), clorofila b (Chl b) e clorofila total (Chl total) foram determinados aos 70 dias após o transplântio com o uso de um clorofilômetro portátil ClorofiLOG® CFL 1030 da marca Falker, com leituras realizadas nas folhas da região mediana de cada planta em pleno florescimento. Os valores foram expressos em unidades ICF (Índice de Clorofila Falker).
- h. Número de frutos por planta (NFP), obtido pela contagem de todos os frutos colhidos.

3.7 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, com comparação dos quadrados médios pelo teste F. Quando significativo, os efeitos das doses de nitrogênio foram ajustados por meio de regressão polinomial. As análises foram realizadas utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 é apresentado o resumo da análise de variância para as características avaliadas. Observou-se efeito significativo dos tratamentos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F para altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), comprimento do fruto (CF), peso do fruto (PF), produtividade dos frutos (PROD) e número de frutos por planta (NFP). Por outro lado, não foi verificado efeito significativo para diâmetro de fruto (DF), teor de clorofila a (Chl a), clorofila b (Chl b) e clorofila total (Chl total).

Na prática, os resultados indicam que as doses aplicadas influenciaram diretamente características de crescimento e produtividade das plantas, como altura, diâmetro do caule, comprimento e peso dos frutos, bem como o número de frutos por planta. Entretanto, as variáveis relacionadas ao teor de clorofila não apresentaram resposta significativa aos tratamentos, sugerindo que as doses utilizadas não foram suficientes para alterar o conteúdo de pigmentos fotossintéticos, ou que essas características são menos sensíveis às condições avaliadas.

Tabela 2– Resumo da análise de variância para altura de planta (AP em cm), diâmetro de caule (DC em cm), diâmetro de fruto (DF em mm), comprimento de fruto (CF em cm), peso do fruto (PF em g), produtividade dos frutos (PROD em kg), número de frutos por planta (N)

FV	GL	Quadrados médios									
		AP	DC	DF	CF	PF	PROD	NFP	Chl a	Chl b	Chl total
Doses	4	479,99**	19,35**	0,18 ^{NS}	2,19**	18,84**	58094684,64 **	263,19**	1,76 ^{NS}	0,80 ^{NS}	4,42 ^{NS}
Blocos	3	84,01	1,21	0,12	0,64	9,47	1273056,65	1,14	1,88	1,01	7,78*
Erro	12	48,23	2,35	0,16	0,23	1,72	355935,35	7,9	0,59	0,53	1,39
Média		62,44	18,88	15,95	12,9	16,41	6936,14	16,52	26,71	10,63	37,37
CV (%)		11,12	8,12	2,54	3,69	7,99	27,2	17,02	2,88	6,85	3,16

ns: não significativo; ** significativo a $p \leq 0,01$; * significativo a $p \leq 0,05$; pelo teste F.

Fonte: Elaboração do próprio autor (2026).

Os coeficientes de variação (CV) variaram de 2,54% para diâmetro de fruto (DF) a 27,2% para produtividade dos frutos (PROD), valores que, segundo Pimentel-Gomes (2009), são considerados adequados, indicando boa precisão experimental.

Para o diâmetro de fruto, a média observada foi de 15,95 mm (Tabela 2). Já para as características clorofila a, clorofila b e clorofila total, as médias obtidas foram de 26,71, 10,63 e 37,37, respectivamente. As doses de nitrogênio aplicadas não promoveram efeito significativo sobre essas variáveis, indicando que, nas condições experimentais avaliadas, tais características apresentaram baixa sensibilidade às doses utilizadas.

Oliveira et al. (2003), avaliando doses de nitrogênio (0 a 200 kg ha⁻¹ de N via sulfato de amônio) em quiabeiro cultivar 'Santa Cruz' conduzido em um Neossolo Regolítico em Areia-PB, observaram respostas significativas principalmente para características relacionadas ao rendimento produtivo da cultura.

Da mesma forma, Cardoso e Berni (2012), trabalhando com as cultivares 'Dardo' e 'Santa Cruz-47' sob condições do período chuvoso amazônico (em um Argissolo Amarelo de textura média em Iranduba-AM), ao avaliarem doses de nitrogênio (0 a 180 kg ha⁻¹ de N via ureia em cultivo não adensado com níveis residuais de fertilidade), verificaram respostas quadráticas para variáveis produtivas, como rendimento e número de frutos por planta, sem destaque para alterações em características morfológicas específicas dos frutos.

Em outras hortaliças, no entanto, respostas significativas do diâmetro dos frutos à adubação nitrogenada têm sido observadas. Araújo et al. (2009), avaliando doses de nitrogênio via fertirrigação em pimentão cultivado em ambiente protegido, verificaram efeito significativo do nutriente sobre o diâmetro dos frutos, demonstrando elevada sensibilidade dessa característica ao suprimento nitrogenado. Diferentemente desses resultados, no presente trabalho o diâmetro dos frutos do quiabeiro apresentou estabilidade frente às doses aplicadas, sugerindo menor sensibilidade fisiológica dessa variável nas condições avaliadas.

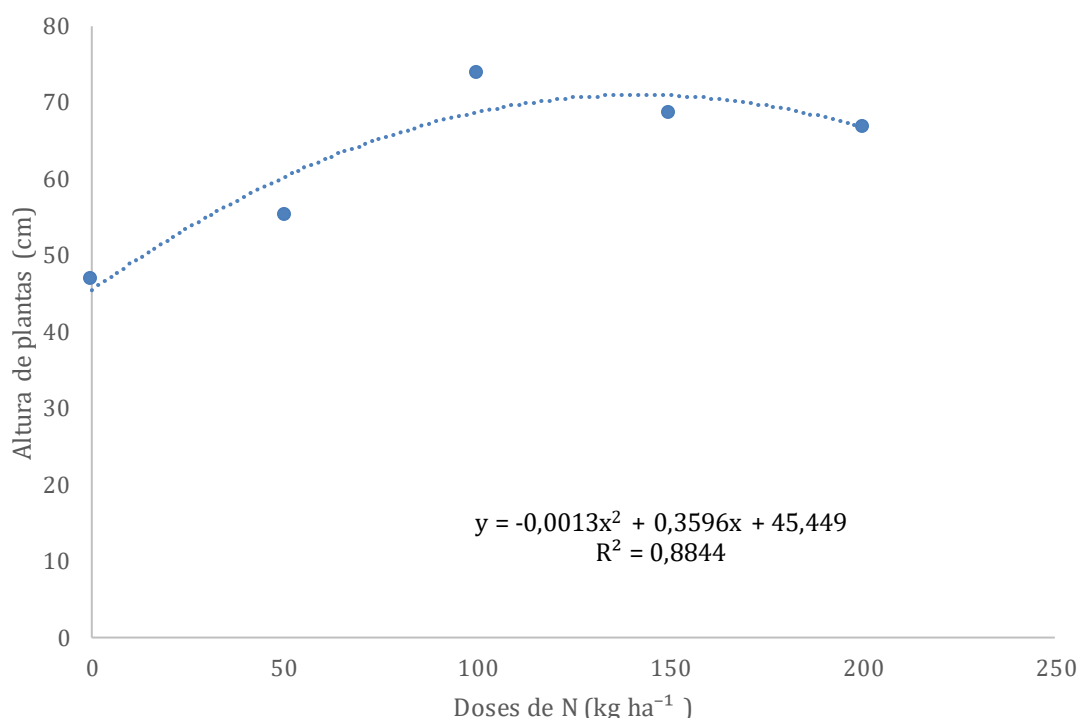
No caso das clorofilas, não foi observado efeito significativo das doses de nitrogênio sobre os teores dos pigmentos fotossintéticos nas condições avaliadas. Segundo Taiz et al. (2017), embora o nitrogênio participe diretamente da estrutura da molécula de clorofila, a síntese e a estabilidade desses pigmentos são reguladas por diferentes mecanismos fisiológicos e podem variar em função do estágio de desenvolvimento das plantas. Dessa forma, incrementos na disponibilidade do nutriente nem sempre resultam em aumentos proporcionais nos teores de clorofila.

Além disso, as características do solo utilizado no experimento podem ter contribuído para esse comportamento. Em solos arenosos, a baixa capacidade de retenção de nutrientes e a

maior susceptibilidade à lixiviação podem reduzir a permanência do nitrogênio disponível no sistema ao longo do ciclo da cultura. Havlin et al. (2014) destacam que solos com baixa capacidade de troca catiônica apresentam menor eficiência na retenção e aproveitamento do nitrogênio pelas plantas, especialmente em condições de elevada mobilidade do nutriente no solo.

Para a altura de plantas (AP), a média foi de 62,44 cm (Tabela 2), sendo verificado efeito significativo das doses de nitrogênio sobre a variável, com ajuste quadrático da resposta (Figura 1).

Figura 1 - Altura de plantas (AP) de quiabeiro cultivar Santa Cruz, em função de doses de nitrogênio. Colinas do Tocantins - TO.



Fonte: Elaboração do próprio autor (2026)

A dose de máxima eficiência técnica estimada pelo modelo foi de 138,31 kg ha⁻¹ de N, permitindo alcançar a altura máxima de 70,32 cm (Figura 1). A aplicação de doses superiores a este ponto de inflexão resultou em um declínio marginal no crescimento, observando-se uma redução calculada de 3,32 cm entre o ponto máximo e a dose extrema de 200 kg ha⁻¹ de N, o que indica uma tendência à estabilização do crescimento vegetativo da cultura.

De forma semelhante, Medeiros et al. (2018), avaliando o efeito de doses de nitrogênio sobre características vegetativas do quiabeiro em condições irrigadas, também observaram respostas para altura de plantas. Segundo os autores, a altura de plantas apresentou ajuste quadrático e, a partir da derivação da equação de regressão, foi estimada altura máxima de 56,24

cm na dose de 136 kg ha^{-1} de N, correspondendo a aproximadamente 85% da recomendação nitrogenada, com incremento de 26,33% em relação à ausência de adubação nitrogenada.

Resultados positivos em relação à adubação nitrogenada sobre o crescimento vegetativo do quiabeiro foram descritos por Miranda (2016), ao avaliar doses de 0 a 250 kg ha^{-1} de N na cultivar 'Santa Cruz 47' sob as condições edafoclimáticas de Gurupi - TO. O experimento foi conduzido em um Latossolo Vermelho-Amarelo de textura média, com a adubação nitrogenada de cobertura parcelada em duas aplicações ao longo do ciclo (aos 15 e 30 dias após o transplântio).

Em cultivo de primeira época naquela localidade, a autora registrou resposta linear positiva com amplitude de crescimento de 26,27 cm entre a testemunha (71,68 cm) e a dose máxima de 250 kg ha^{-1} de N, na qual se estimou a altura máxima de 97,95 cm. No cultivo de segunda época, conduzido sob restrições hídricas e térmicas típicas do período subsequente na mesma região, o comportamento linear se repetiu com amplitude de 21,55 cm a partir da testemunha (63,10 cm), alcançando o ápice de 84,65 cm na maior dose testada, o que confirmou a restrição no crescimento das plantas sob ausência total de adubação nitrogenada.

Contudo, divergindo do padrão linear contínuo observado por Miranda (2016) até a dose máxima de 250 kg ha^{-1} , o presente estudo evidenciou um teto dinâmico de resposta ajustado ao modelo quadrático. O estímulo ao crescimento vegetativo limitou-se à dose de máxima eficiência técnica de $138,31 \text{ kg ha}^{-1}$, ponto a partir do qual incrementos adicionais de nitrogênio resultaram em decréscimo marginal na altura, consolidando a saturação da resposta biológica da cultura sob as condições de Colinas do Tocantins - TO.

Segundo a Biosementes (2026), a cultivar Santa Cruz 47 pode atingir aproximadamente de 1,5 a 2,0 m de altura ao final do ciclo em condições favoráveis de cultivo. Dessa forma, os valores observados no presente estudo (46,95 a 73,9 cm) indicam desenvolvimento vegetativo abaixo do potencial da cultura.

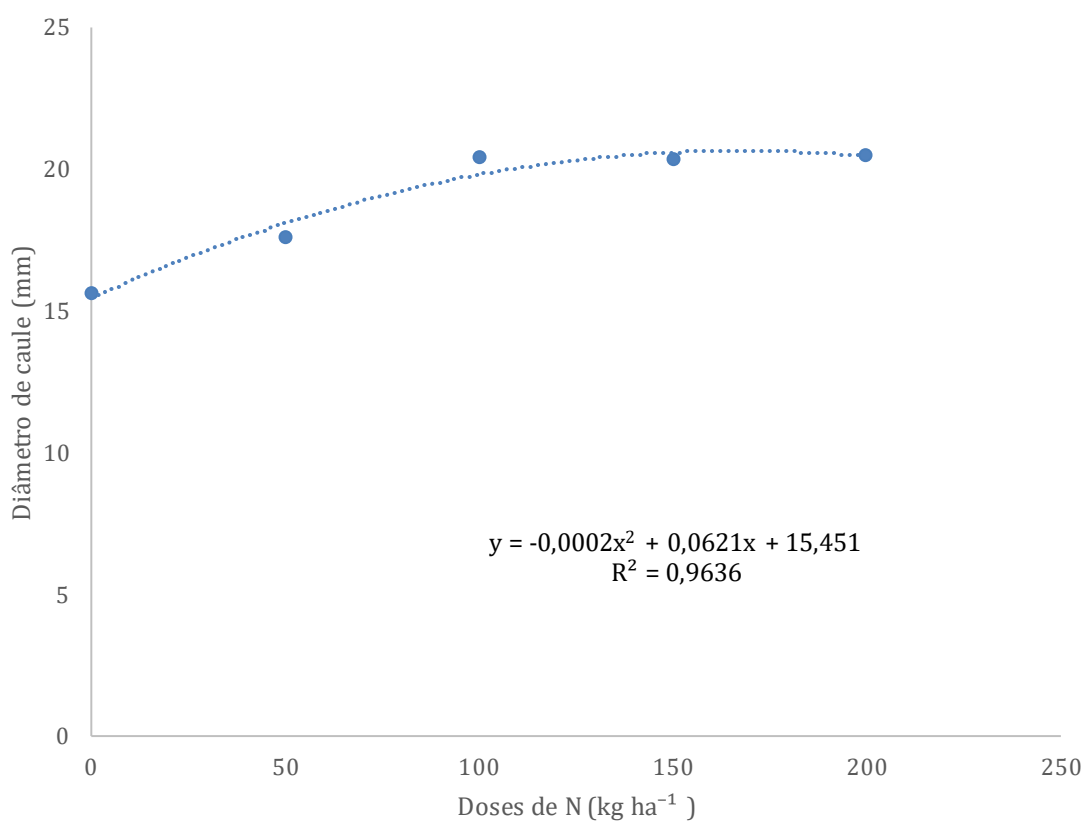
Embora a cultivar tenha potencial genético para alcançar até 2 metros de altura, no presente trabalho observou um crescimento limitado, fatores como a eficiência da adubação nitrogenada e potássica pode ter sido influenciada pelas características físicas e químicas do solo. A análise granulométrica indicou uma textura estritamente arenosa (850 g kg^{-1} de areia) e baixo teor de matéria orgânica (1,4 %), resultando em uma reduzida Capacidade de Troca Catiônica (CTC total de $3,16 \text{ cmolc dm}^{-3}$). Sob essas condições, o manejo da irrigação por gotejamento intensificou o processo de lixiviação sequencial das parcelas de nitrogênio e potássio aplicadas (ALVARES et al., 2014). A percolação da água no perfil arenoso reduziu o tempo de residência desses nutrientes na camada de 0 a 20 cm, limitando a absorção do

nitrogênio necessário para a expansão vegetativa.

A altura das plantas de quiabeiro está relacionada à disponibilidade de nitrogênio, uma vez que esse nutriente desempenha papel essencial no crescimento vegetativo. De acordo com Taiz e Zeiger (2017), o nitrogênio participa da síntese de proteínas, clorofila e enzimas, sendo fundamental para a divisão e expansão celular, refletindo diretamente no crescimento da parte aérea das plantas.

Para a característica de diâmetro de caule (DC) foi observada média de 18,88 mm (Tabela 2). O diâmetro do caule apresentou comportamento quadrático em função das doses de nitrogênio (Figura 2).

Figura 2 - Diâmetro do caule (DC) de plantas de quiabeiro cultivar Santa Cruz, em função de doses de nitrogênio. Colinas do Tocantins - TO



Fonte: Elaboração do próprio autor (2026)

De acordo com o modelo matemático, o desenvolvimento do diâmetro foi estimulado de forma incremental a partir do valor inicial de 15,45 mm (obtido na testemunha) até atingir a dose de máxima eficiência técnica de 155,25 kg ha⁻¹ de N, na qual se estimou o diâmetro máximo de 20,27 mm (Figura 2). A partir desse ponto crítico, a curva indica uma estabilização com declínio marginal na variável, evidenciando uma amplitude máxima de ganho real de 4,82 mm promovida pela adubação nitrogenada sob as condições avaliadas.

Medeiros et al. (2018), avaliando doses de nitrogênio em quiabeiro irrigado com água

residuária no semiárido paraibano, verificaram resposta linear crescente para o diâmetro do caule, observando acréscimos de 0,31% no DC a cada aumento unitário das doses de nitrogênio. Segundo os autores, as plantas submetidas à dose máxima de 200 kg ha⁻¹ de N apresentaram incremento de aproximadamente 62% no diâmetro do caule em relação às plantas cultivadas sem aplicação do nutriente.

Apesar de Medeiros et al. (2018) terem observado comportamento linear crescente e o presente trabalho apresentar resposta quadrática com tendência de estabilização nas maiores doses, ambos os estudos evidenciam efeito positivo da adubação nitrogenada sobre o desenvolvimento estrutural do quiabeiro. As diferenças entre os comportamentos observados podem estar relacionadas às condições de cultivo, especialmente ao uso de água residuária no estudo conduzido por Medeiros et al. (2018), fator que pode ter contribuído para maior disponibilidade de nutrientes ao longo do ciclo da cultura.

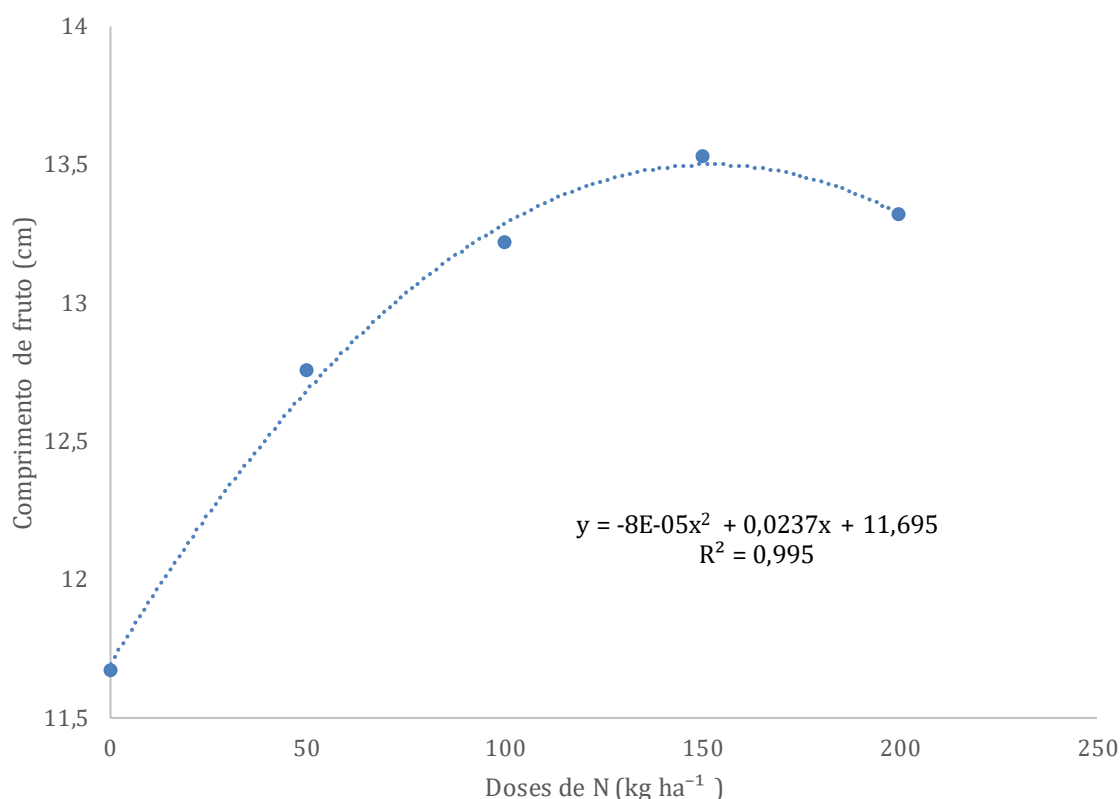
Outros resultados foram observados em outras hortaliças submetidas à adubação nitrogenada. Azambuja et al. (2015), trabalhando com abobrinha cultivar Caserta submetida a doses de 0 a 200 kg ha⁻¹ de N, verificaram comportamento linear crescente para o diâmetro do caule em função do aumento das doses aplicadas, demonstrando que o nitrogênio promove crescimento estrutural das plantas em determinadas condições de cultivo.

O diâmetro do caule é considerado um importante indicativo do desenvolvimento vegetativo das plantas, estando relacionado ao crescimento estrutural e à capacidade de sustentação da parte aérea. Segundo Taiz et al. (2017), o crescimento e espessamento dos tecidos vegetais dependem diretamente da divisão e expansão celular, processos fortemente influenciados pela disponibilidade de nutrientes, especialmente o nitrogênio. Dessa forma, plantas com maior diâmetro caulinar tendem a apresentar maior desenvolvimento estrutural e melhor suporte ao crescimento vegetativo e reprodutivo.

Em revisão sobre desenvolvimento caulinar em resposta da aplicação de nitrogênio, Souza e Tavares (2021) destacam que o suprimento nitrogenado influencia diretamente a arquitetura vegetal e o crescimento estrutural das plantas, atuando sobre processos relacionados à elongação celular, lignificação e formação dos tecidos do caule. Segundo os autores, níveis adequados de nitrogênio favorecem o crescimento estrutural, enquanto o excesso pode alterar o balanço fisiológico e reduzir a eficiência do desenvolvimento vegetal.

O comprimento médio dos frutos de quiabo foi de 12,90 cm (Tabela 2), sendo verificado efeito significativo das doses de nitrogênio sobre a variável, com comportamento quadrático, caracterizado pelo incremento do comprimento dos frutos até doses intermediárias de nitrogênio e leve redução na maior dose aplicada (Figura 3).

Figura 3 - Comprimento de frutos (CF) de quiabeiro cultivar Santa Cruz, em função de doses de nitrogênio. Colinas do Tocantins – TO



Fonte: Elaboração do próprio autor (2026)

De acordo com o modelo de regressão, o comprimento foi estimulado de forma incremental a partir do valor inicial de 11,70 cm (estimado para a testemunha) até atingir o ponto de máxima eficiência na dose de 148,13 kg ha⁻¹ de N, a qual propiciou o comprimento estimado de 13,45 cm (Figura 3). A partir desse ponto crítico, a aplicação de doses excessivas de nitrogênio promoveu um decréscimo marginal na variável, resultando em uma redução calculada de apenas 0,11 cm na dose extrema de 200 kg ha⁻¹ de N, o que consolida o teto de resposta biológica e a estabilização do crescimento dos frutos.

O comprimento dos frutos em resposta à adubação nitrogenada também foi verificado por Miranda (2016) em Gurupi - TO, com a aplicação de doses de até 250 kg ha⁻¹ de N na cultivar 'Santa Cruz 47'. Em ambas as épocas avaliadas pela autora, o comprimento respondeu de forma linear, acumulando incrementos reais de 2,02 cm e 1,94 cm entre a testemunha e a dose máxima testada.

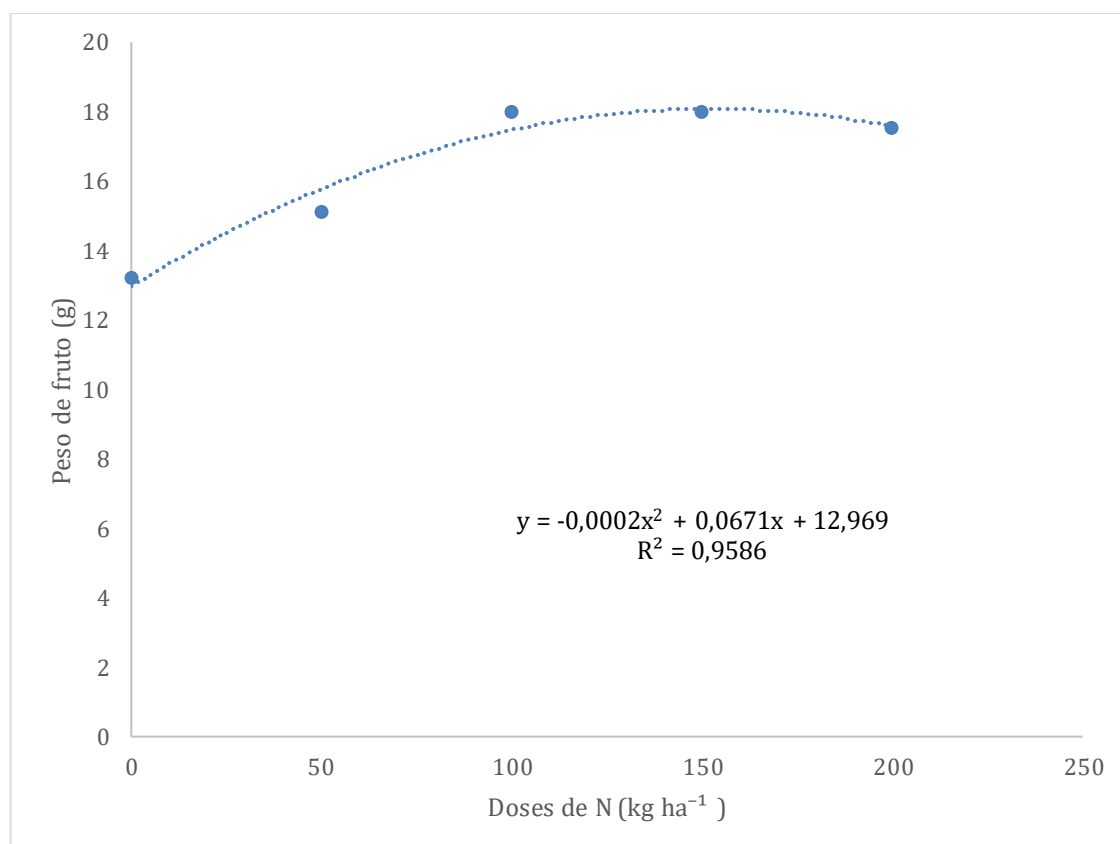
Outros resultados relacionados ao efeito benéfico da adubação nitrogenada sobre o comprimento dos frutos também foram relatados por Oliveira et al. (2003), avaliando doses de 0 a 200 kg ha⁻¹ de N em quiabeiro cultivar Santa Cruz. Os autores verificaram comportamento linear crescente para o comprimento dos frutos, obtendo valores que variou 11 a 15 cm, tendo

uma amplitude de 4 cm. No presente trabalho, embora também tenha sido observado incremento do comprimento dos frutos em função do aumento das doses de nitrogênio, a resposta apresentou tendência de estabilização nas maiores doses aplicadas, evidenciada pela redução discreta do comprimento médio na dose de 200 kg ha⁻¹ de N em relação à dose de 150 kg ha⁻¹. Dessa forma, ambos os estudos demonstram resposta positiva da cultura ao suprimento nitrogenado, diferindo apenas quanto ao comportamento da curva de resposta.

Vale ressaltar que, segundo Carvalho e Silveira (2011), o mercado brasileiro apresenta preferência por frutos de quiabo com comprimento entre 10 e 14 cm, faixa considerada ideal para comercialização. Dessa forma, os valores observados no presente estudo enquadram-se dentro do padrão comercial desejável para a cultura.

O peso médio dos frutos de quiabo foi de 16,41 g (Tabela 2), sendo verificado efeito significativo das doses de nitrogênio sobre a variável. A resposta apresentou comportamento quadrático (Figura 4), caracterizado pelo aumento do peso dos frutos até a dose de 150 kg ha⁻¹ de N, a partir da qual se observou tendência de redução nas maiores doses aplicadas.

Figura 4- Peso de frutos (PF) de quiabeiro cultivar Santa Cruz, em função de doses de nitrogênio. Colinas do Tocantins – TO



Fonte: Elaboração do próprio autor (2026)

De acordo com o modelo de regressão, o peso dos frutos foi estimulado de forma

incremental a partir do valor inicial de 12,97 g (estimado para a testemunha) até atingir o seu ponto de máximo na dose de 167,75 kg ha⁻¹ de N, na qual se projetou o peso máximo de 18,60 g (Figura 4). A partir desse ponto crítico, o modelo matemático indica um decréscimo marginal na variável, resultando em uma redução calculada de apenas 0,21 g na dose extrema de 200 kg ha⁻¹ de N, o que evidencia o teto de resposta fisiológica da cultura ao suprimento do nutriente.

Incrementos no peso dos frutos em resposta à adubação nitrogenada também foram relatados por Miranda (2016), avaliando doses de 0 a 250 kg ha⁻¹ de N em quiabeiro cultivar Santa Cruz 47 cultivado em Gurupi-TO. a autora registrou um comportamento linear crescente para a variável, acumulando uma amplitude de ganho real de 3,00 g entre a testemunha (17,00 g) e a dose máxima testada (20,00 g).

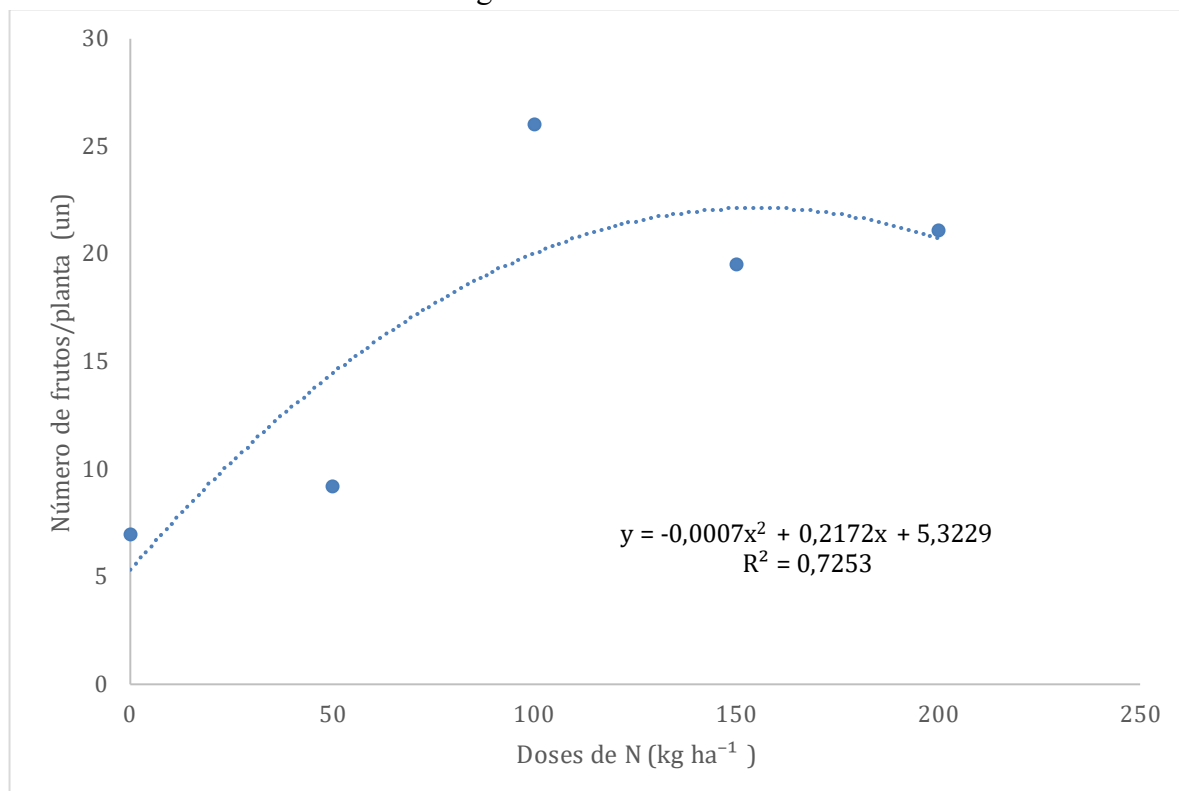
Oliveira et al. (2013), avaliando o cultivo do quiabeiro sob adubação orgânica, também verificaram peso médio de frutos próximo de 18 g, valor semelhante ao observado no presente trabalho. Os autores destacam que o adequado suprimento nutricional favorece o desenvolvimento dos frutos e o incremento da produção da cultura.

O aumento do peso dos frutos em resposta às doses de nitrogênio está relacionado à atuação do nutriente no crescimento, divisão e expansão celular. Segundo Duarte e Peil (2010), o fornecimento adequado de nitrogênio favorece maior produção de açúcares, aminoácidos e proteínas, promovendo maior acúmulo de compostos orgânicos e contribuindo para o aumento da massa dos frutos.

Segundo Taiz et al. (2017), o adequado suprimento de nitrogênio promove maior crescimento vegetativo e maior capacidade metabólica das plantas, contribuindo para o acúmulo de biomassa nos órgãos reprodutivos. Entretanto, Malavolta (2006) destaca que doses excessivas de nitrogênio podem provocar desequilíbrios nutricionais e favorecer crescimento vegetativo excessivo, reduzindo parcialmente a eficiência de translocação de assimilados para os frutos, o que pode explicar a leve redução observada no peso médio dos frutos nas maiores doses de N aplicadas no presente estudo.

O número de frutos por planta constitui um importante componente da produtividade, estando diretamente relacionado ao rendimento final da cultura. A média observada para essa variável foi de 16,52 frutos por planta (Tabela 2), sendo verificado efeito significativo das doses de nitrogênio, com comportamento quadrático da resposta (Figura 5).

Figura 5 - Número de frutos por planta (NFP) de quiabeiro cultivar Santa Cruz, em função de doses de nitrogênio. Colinas do Tocantins - TO



Fonte: Elaboração do próprio autor (2026)

De acordo com a equação ajustada, a produção foi estimulada de forma incremental a partir do valor inicial de 5,32 frutos por planta (estimado para a testemunha) até atingir o seu ponto máximo na dose de 155,14 kg ha⁻¹ de N, na qual se projetou a produção de 22,17 frutos por planta (Figura 4). A partir desse ponto crítico, o modelo matemático indica um decréscimo marginal na variável, resultando em uma redução calculada de apenas 0,71 frutos por planta na dose extrema de 200 kg ha⁻¹ de N, o que evidencia o teto de resposta biológica e a estabilização da capacidade produtiva da cultura sob suprimento nitrogenado.

Resultados semelhantes foram observados por Cardoso e Berni (2012), avaliando doses de 0 a 180 kg ha⁻¹ de N em quiabeiro cultivado em condições de campo no município de Iranduba-AM. Os autores verificaram comportamento quadrático para o número de frutos por planta, obtendo máxima estimada de aproximadamente 36 frutos planta⁻¹ em doses intermediárias de nitrogênio, próximas de 120 kg ha⁻¹ de N.

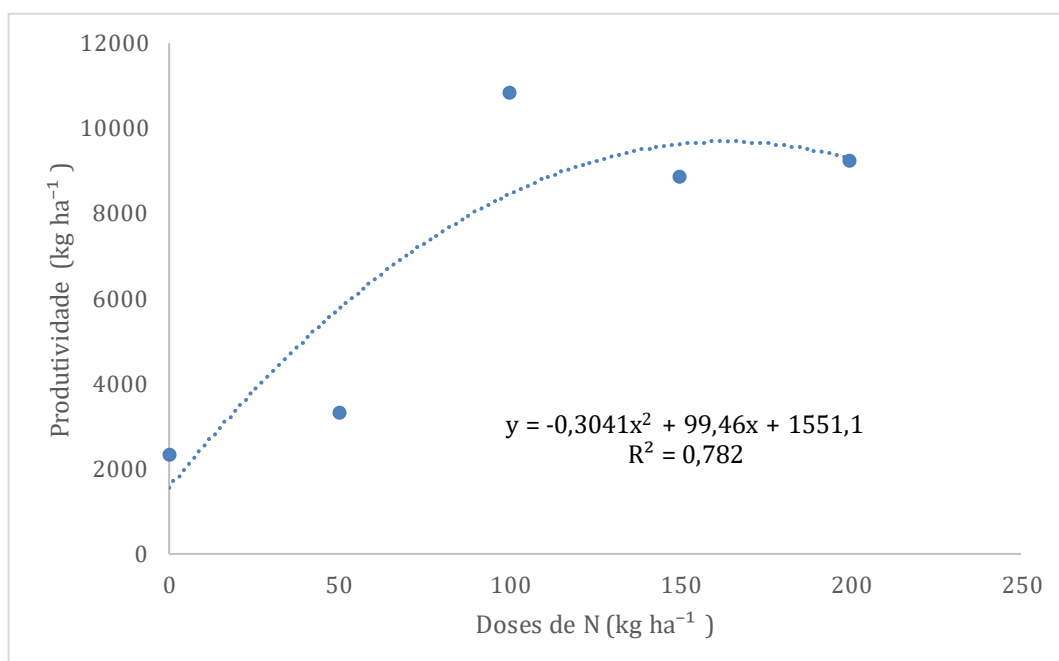
As diferenças entre os valores observados nos estudos podem estar relacionadas às condições edafoclimáticas e às características do ambiente de cultivo. O experimento conduzido por Cardoso e Berni (2012) foi realizado sob condições amazônicas, em Argissolo Amarelo distrófico de textura média e elevada umidade, fatores que podem favorecer maior

desenvolvimento vegetativo e produtivo do quiabeiro. No presente trabalho, conduzido em condições de Cerrado e em solo com características distintas, possivelmente houve maior influência da dinâmica do nitrogênio no solo, especialmente em função da maior susceptibilidade à lixiviação do nitrato em ambientes mais arenosos.

Resultados relacionados ao aumento do número de frutos sob adubação nitrogenada também foram observados por Oliveira et al. (2003), que verificaram incremento da produção comercial do quiabeiro até doses próximas de 140 kg ha^{-1} de N. Segundo os autores, o adequado suprimento nitrogenado favorece o desenvolvimento vegetativo e a capacidade produtiva das plantas, contribuindo para maior formação de frutos comerciais. Esses resultados corroboram com o comportamento observado neste estudo.

A produtividade média do quiabeiro foi de $6936,14 \text{ kg ha}^{-1}$ (Tabela 2), sendo verificado efeito significativo das doses de nitrogênio sobre a variável, com comportamento quadrático da resposta (Figura 6).

Figura 6 – Produtividade dos frutos (PROD) de quiabeiro cultivar Santa Cruz, em função de doses de nitrogênio. Colinas do Tocantins - TO



Fonte: Elaboração do próprio autor (2026)

De acordo com a equação ajustada, a produção foi estimulada de forma incremental a partir de $1.551,10 \text{ kg ha}^{-1}$ (estimado para a testemunha) até atingir o seu ponto de máximo na dose de eficiência técnica de $163,53 \text{ kg ha}^{-1}$ de N, na qual se projetou a produtividade máxima de $9.683,53 \text{ kg ha}^{-1}$ (Figura 5). A partir desse ponto crítico, o modelo matemático indicou um decréscimo na variável, resultando em uma redução calculada de $404,47 \text{ kg ha}^{-1}$ na dose de 200

kg ha⁻¹ de N, o que consolida o teto de saturação biológica da cultura sob suprimento nitrogenado excessivo

Cardoso e Berni (2012), avaliando doses de 0 a 180 kg ha⁻¹ de N em quiabeiro cultivado em Iranduba-AM, também observaram resposta quadrática da produtividade em função do aumento das doses de nitrogênio. Os autores verificaram produtividade máxima estimada de 15,1 t ha⁻¹ na dose de 101 kg ha⁻¹ de N, demonstrando comportamento semelhante ao observado no presente estudo, no qual a maior produtividade foi registrada na dose de 100 kg ha⁻¹ de N.

Resultados relacionados ao efeito positivo da adubação nitrogenada sobre a produtividade do quiabeiro também foram relatados por Oliveira et al. (2003), avaliando doses de 0 a 200 kg ha⁻¹ de N em quiabeiro cultivar Santa Cruz. Os autores observaram incremento linear da produtividade em função do aumento das doses de nitrogênio, obtendo produtividade máxima de 19,9 t ha⁻¹ na dose de 200 kg ha⁻¹ de N. Embora o comportamento da resposta tenha diferido do presente trabalho, ambos os estudos evidenciam a importância do nitrogênio para o aumento do rendimento produtivo da cultura.

A produtividade máxima alcançada neste estudo (9.683,53 kg ha⁻¹) apresentou estreita semelhança com a média de produção monitorada mundialmente pelas Nações Unidas. De acordo com os dados estatísticos da Food and Agriculture Organization (FAO, 2023a), a produtividade média global obtida para a cultura do quiabeiro é de 9.810 kg ha⁻¹. Essa proximidade de valores evidencia que a aplicação da dose de 163,53 kg ha⁻¹ de N, sob as condições de Colinas do Tocantins - TO, permitiu que a cultura expressasse um potencial produtivo altamente competitivo, comparado com a produção internacional (FAO, 2023a).

O incremento da produtividade em resposta ao fornecimento de nitrogênio está relacionado à elevada exigência da cultura por esse nutriente durante o crescimento vegetativo e reprodutivo. Epstein e Bloom (2006) destacam que o nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes para o metabolismo vegetal, participando diretamente da síntese de compostos orgânicos essenciais ao crescimento e à produção das plantas. Segundo os autores, o adequado suprimento de N favorece maior expansão foliar, maior eficiência fotossintética e maior produção de assimilados destinados ao desenvolvimento dos frutos.

De modo geral, os resultados obtidos evidenciam que as doses de 100 e 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio proporcionaram as melhores respostas agrônômicas para a cultura do quiabeiro nas condições edafoclimáticas do experimento. Segundo Taiz et al. (2017), o adequado suprimento de nitrogênio favorece o crescimento vegetal e o desenvolvimento dos tecidos, contribuindo para maior capacidade de suporte e desenvolvimento dos órgãos reprodutivos. Dessa forma, o incremento da altura das plantas e do diâmetro de caule possivelmente contribuiu para maior

sustentação estrutural das plantas, favorecendo o suporte aos frutos e refletindo no aumento do número de frutos por planta e da produtividade. Além disso, o maior desenvolvimento vegetativo pode ter favorecido maior área fotossinteticamente ativa e maior produção de fotoassimilados destinados ao crescimento e enchimento dos frutos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adubação nitrogenada influenciou significativamente o desenvolvimento vegetativo e produtivo do quiabeiro nas condições edafoclimáticas em que o experimento foi conduzido. As variáveis altura de plantas, diâmetro de caule, comprimento de frutos, peso dos frutos, produtividade e número de frutos por planta apresentaram resposta significativa às doses de nitrogênio, com comportamento predominantemente quadrático.

As doses intermediárias de nitrogênio, especialmente entre 100 e 150 kg ha⁻¹ de N, proporcionaram os melhores resultados agrônômicos para a cultura, promovendo maior crescimento vegetativo e maior desempenho produtivo do quiabeiro. A dose de 100 kg ha⁻¹ de N destacou-se por proporcionar os maiores valores de produtividade e número de frutos por planta.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. T. E. et al. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7. ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014. 452 p. (Boletim Técnico IAC, n. 200).
- ALMEIDA, S. N. C. **Cultivo sustentável de quiabo utilizando diferentes espécies vegetais como cobertura do solo em sistema de plantio direto**. 2016. 139 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2016.
- ALVARES, R. C. et al. **Dinâmica de nutrientes e lixiviação em solos de textura leve sob irrigação localizada**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, n. 4, p. 390-397, 2014.
- ALVES, P. F. S.; KONDO, M. K.; RODRIGUES, G. B.; PEGORARO, R. F.; DAVID, A. M. S. S.; ALVES, I. S. **Eficiência do fertilizante nitrogenado de liberação controlada nas características agrônômicas e produção de sementes do quiabeiro**. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, Viçosa, v. 8, n. 2, p. 72-79, 2018.
- ARAÚJO, W. F. et al. Produção e qualidade de frutos de pimentão sob doses de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande**, v. 13, n. 2, p. 152-158, 2009.
- AZAMBUJA, L. O.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S.; COSTA, E. **Produtividade da abobrinha ‘Caserta’ em função do nitrogênio e gel hidrorretentor**. Científica, Jaboticabal, v. 43, n. 4, p. 353-358, 2015.
- BATISTA, M. A.; INOUE, T. T.; ESPER NETO, M.; MUNIZ, A. S. **Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral**. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. (org.). Hortaliças-fruto. Maringá: EDUEM, 2018. p. 113-162.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42 p.
- BIGARAN, J. T. **Consumo de frutas e hortaliças “in natura” no município de Piracicaba/SP e sua implicação socioeconômica no estado nutricional**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.
- BIOSEMENTES. **Quiabo Santa Cruz 47 – 10 g de sementes**. Curitiba, 2026. Disponível em: <https://www.biosementes.com.br>. Acesso em: 7 maio 2026.
- BRAINER, M. S. C. P. **Informe setorial de hortaliças**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2019. (Caderno Setorial ETENE, ano 4, n. 105).
- BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S.; VELOSO, C. A. C. Amostragem do solo. In: BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S.; VIEGAS, I. J. M. (ed.). **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. 2. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2020. pt. 1, cap. 2, p. 47-54.

BRITO, K. S. A. **Produção de algodoeiros naturalmente coloridos sob estresse salino no segundo ciclo de cultivo após poda**. 2015. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2015. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/28122>. Acesso em: 5 maio 2026.

CAMBISSA, Paulo Bumba Chiumbua. Adubação fosfatada na cultura do quiabo em sistema de plantio. 2024.

CARDOSO, M. O.; BERNI, R. F. **Rendimento do quiabeiro com doses de nitrogênio em cultivo não adensado**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2012. 19 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 15). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/949576/1/BP15A5.pdf>. Acesso em: 5 maio 2026.

CARVALHO, M. L. B. **Avaliação da estabilidade termo-oxidativa do óleo das sementes de quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench)**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

CARVALHO, S. P.; SILVEIRA, G. S. R. **Cultura do quiabo**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2011. (Boletim Técnico).

COLLIER, L. S.; CORREIA, M. A. R.; RAMOS, L. N.; PRADO, R. M.; FLORES, R. A.; NUNES, T. V. **Adubação fosfatada no sulco e em faixas sob palhada de leguminosa e produtividade de milho em plantio direto no Tocantins**. Revista Ceres, Viçosa, v. 55, n. 2, 2008.

COSTA, J. G. J. **Crescimento e trocas gasosas de milho sob diferentes doses e fontes de nitrogênio**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção,

CRUZ, W. B. **Tratamentos pré-germinativos na emergência e crescimento de plântulas de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*)**. 2025. 26 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Instituto Federal do Espírito Santo, Santa Teresa, 2025.

DA SILVA, R. P.; ZAPPES, C. A. **Cadeia produtiva dos cultivos da agricultura familiar do 5º distrito de São João da Barra, norte do Rio de Janeiro**. Revista de Geografia, Recife, v. 35, n. 2, 2018.

DALA-PAULA, B. M. (org.). **Bioquímica e tecnologia de alimentos: produtos de origem vegetal**. Alfenas: Universidade Federal de Alfenas, 2022.

DUZYAMAN, E. **Okra: botany and horticulture**. In: JANICK, J. (ed.). Horticultural Reviews. New York: John Wiley & Sons, 1997. v. 21, p. 41-72.

[EMBRAPA] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Planta, 2006.

FERNANDES, D. B.; CAMPOS, L. V.; VENTURA, M. V. A. **Desempenho da aplicação foliar de nitrogênio na cultura do milho**: eficiência e resposta fisiológica. *Research, Society and Development*, v. 14, n. 6, 2025.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ª Ed. Viçosa: UFV, 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: Editora UFV, 2013.

(FAO) FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT statistical database**. Rome, 2023a. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat>. Acesso em: 15 maio 2026.

(FAO) FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Global okra production statistics**. Rome, 2023b.

(FAO) FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Okra production**. Rome, 2021.

FORTES, P. S. **Estudo de viabilidade do uso de mucilagem de quiabo na elaboração de maionese**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Cruz Alta, 2024.

GALATI, V. C. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em quiabeiro ‘Santa Cruz 47’**. 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

GALATI, V. C.; CECÍLIO FILHO, A. B.; GALATI, V. C.; ALVES, A. U.; SILVA, G. S. **Crescimento e acúmulo de nutrientes da cultura do quiabeiro**. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 1, p. 191-200, 2013.

GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G.; REIN, T. A. **Princípios metodológicos para avaliação agrônômica de fontes de fósforo**. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1986.

GOMES NETO, A. D. R. **Rendimento do quiabo adubado com nitrogênio e esterco bovino**. 2013. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2013.

GOMES, M. D. A. **Sustentabilidade de sistemas de cultivo irrigados orgânico e convencional de base familiar**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

GONÇALVES, G. C. **Cultura do quiabo**. *Jornal Agrícola*, 24 fev. 2008. Disponível em: <https://jornalagricola.wordpress.com/2008/02/24/cultura-do-quiabo/>. Acesso em: 12 set. 2025.

GOVERNO DE SERGIPE. **Quiabo está entre principais culturas da irrigação pública de**

Sergipe. Aracaju: Companhia de Desenvolvimento Regional de Sergipe, 2026.

HAVLIN, J. L.; TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizers: an introduction to nutrient management.** 8. ed. Boston: Pearson, 2014.

(IAC) INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Boletim 100:** recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Campinas: IAC, 1997.

(IBGE) INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção de quiabo.** Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/quiabo/br>. Acesso em: 24 ago. 2025.

(INMET) INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normais climatológicas do Brasil 1991-2020.** Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 24 ago. 2025.

KEBEDE, E. A.; ABOU ALI, H.; CLAVELLE, T. **Assessing and addressing the global state of food production data scarcity.** Nature Reviews Earth & Environment, v. 5, p. 295-311, 2024.

LIMA, F.; SOUSA, A. P. B.; LIMA, A. **Propriedades nutricionais do maxixe e do quiabo.** Saúde em Foco, v. 2, n. 1, p. 113-129, 2015.

LOPES, A. W. P. **Doses e épocas de adubação nitrogenada e poda apical na produção e qualidade das sementes de quiabeiro.** 2007. 43 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2007.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006.

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. **Estudo sobre a polinização do quiabeiro, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.** Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1281-1285, 2001.

MARSCHNER, P. **Marschner's mineral nutrition of higher plants.** 3. ed. London: Academic Press, 2012.

MATSIMBANE, C. O. **Avaliação do impacto da comercialização de hortícolas na melhoria das condições de vida dos agricultores do distrito de Boane – Localidade de Massaca.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, 2024.

MEDEIROS, A. S.; ALVES, F. I. S.; FERRAZ, R. L. S.; CAMPOS, A. C.; QUEIROZ, M. M. F.; MAGALHÃES, I. D. **Crescimento e alocação de fitomassa do quiabeiro submetido a doses de nitrogênio e irrigação com água residuária.** Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza, v. 12, n. 3, p. 2621-2631, 2018.

MINAMI, K.; TESSARIOLI NETO, J.; TRANI, P. E.; HIROCE, R. **Cultura do quiabeiro: técnicas simples para hortaliça resistente ao calor.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1998. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/file/265/download?token=M-vxZQr8>. Acesso em: 24

maio 2026.

MIRANDA, V. C. **Produtividade e tempo de prateleira do quiabo em função da adubação nitrogenada e época de cultivo**. 2016. 60 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2016. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/bitstream/11612/316/1/Valdilene%20Coutinho%20Miranda%20-%20Tese.pdf>. Acesso em: 5 maio 2026.

NDIAYE, A. **Análise do desenvolvimento do programa PAIS – Produção Agroecológica Integrada e Sustentável, enquanto estratégia para geração de renda e segurança alimentar e nutricional de sistemas de produção familiares: estudo realizado nos estados do Rio de Janeiro e Mato Grosso do Sul**. 2016.

OLIVEIRA, A. B. **Implantação de adubo verde na produção de quiabo em sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH)**. 2023.

OLIVEIRA, A. P. de; SILVA, J. A. da; ALVES, E. U.; SOUZA JÚNIOR, J. S. de; BRUNO, R. de L. A.; CARDOSO, E. A. R. **Rendimento de quiabo em função de doses de nitrogênio**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 31, n. 1, p. 114-118, jan./mar. 2013.

OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; DORNELAS, C. S. M.; SILVA, J. A.; PÔRTO, M. L.; ALVES, A. U. **Rendimento de quiabo em função de doses de nitrogênio**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 3, p. 456-458, 2003.

OLIVEIRA, A. P.; OLIVEIRA, N. A.; SILVA, O. P. R.; PINHEIRO, S. M.; GOMES NETO, A. D. R. **Rendimento do quiabo adubado com esterco bovino e biofertilizante**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 6, p. 2629-2636, 2013.

OLIVEIRA, F. L. **Cultivo do quiabeiro sob manejo orgânico no período de outono-inverno, nas condições edafoclimáticas da Baixada Fluminense**. 2013. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013.

OLIVEIRA, G. B. **Desempenho agrônômico de quiabeiro em função da microbiolização das sementes com rizobactérias**. 2011.

PAIVA, W. O. **Heterose, estabilidade e variabilidade em quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench)**. 1992. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.

PIAN, L. B. **Fertilização de origem vegetal em atributos do solo e no desempenho agroecônômico de hortaliças em sistemas orgânicos**. 2019. 164 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2019.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009.

QUEIROGA, F. M. **Answer of the sunflower growth to doses of potassium, magnesium, boron, zinc, copper and sources of nitrogen**. 2011. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência

do Solo) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2011.

RAIJ, B. VAN; SILVA, N. M.; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; DECHEN, A. R.; TRANI, P. E. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. (Boletim Técnico, 100).

RAMOS, M. J. M. **Caracterização de sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro cultivar Imperial**. 2006. 95 f. Dissertação (Mestrado) – 2006.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.

ROSA, J. S. **Cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado no cultivo protegido de tomateiro e pimentoeiro**. 2024. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/2e56c3d3-db68-4b2c-aad2-329dd7199e21/content>.

SÁ, J. M.; SOUZA, E. P.; CARDOSO, A. I. I. **Manejo nutricional do quiabo**. Campo & Negócios, 13 nov. 2023. Disponível em: <https://campoenegocios.com/manejo-nutricional-do-quiabo/>. Acesso em: 28 maio 2026.

SANTOS, E. A. **Crescimento, produtividade, análise de sementes e custo de produção de quiabo sob lâminas de irrigação por gotejamento**. 2019.

SANTOS, F. S. dos; SOUZA, J. R. de; MATOS, R. M. de; FERREIRA, F. N.; NETO, J. D. **Desenvolvimento e produtividade do quiabeiro em função de doses de nitrogênio**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 14, n. 2, p. 222-227, abr./jun. 2019.

SILVA, A. L. et al. **Efeito da adubação nitrogenada e potássica no crescimento e produtividade do quiabo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 23, n. 5, 2019.

SILVA, B. M.; SILVA, B. F. **Avaliação de fibras alternativas para a produção de embalagens de papel e papelão**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

SOUZA, A. J. F. et al. **Adubação fosfatada e teor crítico foliar de fósforo para o quiabeiro**. Revista Caatinga, Mossoró, v. 36, p. 479-485, 2023.

SOUZA, I. M. **Produção do quiabeiro em função de diferentes tipos de adubação**. São Cristóvão, 2012.

SOUZA, L. A.; TAVARES, R. **Nitrogen and stem development: a puzzle still to be solved**. Frontiers in Plant Science, v. 12, 2021.

SWAMY, K. R. M. **Origin, distribution, taxonomy, botanical description, cytogenetics, genetic diversity and breeding of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench)**.

International Journal of Development Research, v. 13, n. 3, p. 62026-62046, 2023.

SYNGENTA. **Maxim XL**: fungicida e inoculante para tratamento de sementes. 2023.

Disponível em: <https://www.syngenta.com.br/produto/fungicida/maxim-xl>. Acesso em: 17 set. 2025.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TRANI, P. E.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; HANASIRO, J. **Adubação orgânica de hortaliças e frutíferas**. Uberlândia: Campo & Negócios, 2008.