INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO
Campus Rio Verde - GO

BACHARELADO EM AGRONOMIA

INFLUÊNCIA DO BORO NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI

(*Vigna unguiculata (L.) Walp*)

ARIELLY MENDES MARCELINO MOREIRA

Rio Verde, GO
2025

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE

BACHARELADO EM AGRONOMIA

INFLUÊNCIA DO BORO NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata (L.) Walp*)

ARIELLY MENDES MARCELINO MOREIRA

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção de grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Anísio Correa da Rocha

Rio Verde – GO
Fevereiro, 2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano – SIBi

Moreira, Arielly Mendes Marcelino

M838i Influência do boro na cultura do feijão-caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp) / Arielly Mendes Marcelino Moreira. Rio Verde 2025.

30f. il.

Orientador: Prof. Dr. Anísio Correa da Rocha.
Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0220024 - Bacharelado em Agronomia - Integral - Rio Verde (Campus Rio Verde).

1. Micronutriente. 2. Produtividade. 3. Fertilização. I. Título.

INSTITUTO FEDERAL
Goiano

Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF Goiano
Sistema Integrado de Bibliotecas

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO

PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- ☐ Tese (doutorado)
- ☐ Dissertação (mestrado)
- ☐ Monografia (especialização)
- ☑ TCC (graduação)
- ☐ Artigo científico
- ☐ Capítulo de livro
- ☐ Livro
- ☐ Trabalho apresentado em evento
- ☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:
ARIELLY MENDES MARCELINO MOREIRA

Matrícula:
2021102200240105

Título do trabalho:
INFLUÊNCIA DO BORO NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI (Vigna unguiculata (L.) Walp

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☑ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 12 /02 /2025

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☑ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☑ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

• Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;

• Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;

• Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

RIO VERDE (GO) — Local
12 /02 /2025 — Data

gov.br Documento assinado digitalmente
ARIELLY MENDES MARCELINO MOREIRA
Data: 12/02/2025 15:14:49-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

gov.br Documento assinado digitalmente
ANISIO CORREA DA ROCHA
Data: 12/02/2025 18:10:45-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Assinatura do(a) orientador(a)

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 5/2025 - GGRAD-RV/DE-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) 06 dia(s) do mês de fevereiro de 2025, às 15:00 horas , reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Anisio Correa da Rocha(orientador), Fernando Higino de Lima e Silva (membro), João Cleber Modernel da Silveira (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado "Influência do Boro na Cultura do Feijão Caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp)." da estudante Arielly Mendes Marcelino Moreira, Matrícula nº 2021102200240105 do Curso de Bacharelado em Agronomia do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida a estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição da candidata pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO da estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Anisio Correa da Rocha

Orientador

(Assinado Eletronicamente)

Fernando Higino de Lima e Silva

Membro

(Assinado Eletronicamente)

João Cleber Modernel da Silveira

Membro

Observação:

( ) O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:
- **Fernando Higino de Lima e Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 06/02/2025 19:06:14.
- **Joao Cleber Modernel da Silveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 10/02/2025 13:25:43.
- **Anisio Correa da Rocha, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 10/02/2025 14:08:39.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 06/02/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/ e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 673121
Código de Autenticação: 9ee5ba58bd

Dedico este trabalho a minha mãe, que me ensinou a sonhar, e ao meu pai, que sempre realizou cada um de meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Concluir este Trabalho de Conclusão de Curso representa não apenas a realização de uma etapa importante da minha vida acadêmica, mas também a soma de esforços, incentivos e apoio de muitas pessoas que fizeram parte dessa trajetória.

Primeiramente, agradeço a Deus, por me conceder força, sabedoria e saúde ao longo deste percurso. A fé me sustentou nos momentos de dificuldade, e sou imensamente grata por cada conquista alcançada até aqui.

À minha família, meu porto seguro, expresso minha eterna gratidão. Aos meus pais Adriana e José Antonio, pelo amor incondicional, pelo exemplo de dedicação e pela confiança depositada em mim, que sempre fizeram o possível e até o impossível para que eu pudesse estar aqui hoje, que sempre me motivaram a sonhar e buscar os meus objetivos. Vocês são minha inspiração e a base de tudo que sou. Aos meus irmãos Henry (*in memoriam*), Adrielly e Anthony pelo apoio constante nos momentos mais desafiadores, e que mesmo sem saber me deram força para continuar em momentos difíceis desse percurso.

Ao meu namorado, Eduardo, meu companheiro de vida, obrigado por estar ao meu lado em cada passo dessa jornada. Sua paciência, compreensão e carinho foram fundamentais para que eu pudesse superar as adversidades e seguir em frente. Sua presença tornou tudo mais leve, e sou grata por compartilhar esta etapa tão especial com você.

Aos meus sogros, Katia e Vicente, minha profunda gratidão por terem me acolhido como parte da família, pelo carinho, incentivo e pelas palavras de apoio ao longo desta jornada. À minha cunhada, Gabriela, agradeço pela amizade, pelas conversas e pela cumplicidade, que sempre tornaram os momentos mais especiais.

Aos meus avós, Aildo e Ironilda que sempre foram um exemplo de sabedoria, amor e perseverança, meu eterno agradecimento. A minha avó Conceição (*in memoriam*), que apesar de não ter tido a oportunidade de me ver ingressar no curso dos meus sonhos, certamente estaria muito orgulhosa da minha trajetória e de quem me tornei. Vocês sempre foram uma fonte de inspiração e de força, que sempre vibraram a cada conquista como se fosse a sua própria, transmitindo valores que carrego comigo em cada passo da minha vida. O amor e apoio de vocês foram fundamentais para que eu tivesse a base necessária para alcançar esta conquista. Agradeço a Deus todos os dias por ter a oportunidade de ter me dado a benção de tê-los em minha vida. Amarei vocês eternamente.

Aos meus amigos, em especial Ana Gabrielly, Ana Carolina, Humberto Pistore e Gabriel Vian, que sempre estiveram por perto para oferecer palavras de apoio, compartilhar momentos de alegria e me ajudar a aliviar o peso do dia a dia, deixo aqui meu sincero agradecimento. Vocês tornaram este caminho muito mais leve.

Não poderia deixar de agradecer aos meus colegas de curso, com quem compartilhei desafios, aprendizados e conquistas. A troca de experiências e a colaboração mútua foram indispensáveis para o nosso crescimento acadêmico e pessoal.

Aos meus professores e orientadores, em especial ao professor Anísio Correa, minha gratidão pela paciência, orientação e incentivo durante a elaboração deste trabalho.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esta etapa fosse concluída com êxito. Cada gesto, palavra e incentivo foram fundamentais para que eu pudesse chegar até aqui. Este trabalho é resultado de um esforço coletivo e é dedicado a todos que acreditaram em mim e no meu potencial.

"A agricultura é a arte de saber esperar e a ciência de transformar o solo em vida, garantindo o futuro da humanidade."

— Norman Borlaug

RESUMO

MOREIRA, Arielly Mendes Marcelino Moreira. **Influência do boro na cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata (L.) Walp*)**. 2025. 30p Monografia (Curso de Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2025.

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata L.*) é uma cultura de grande importância econômica e nutricional no Brasil, extraordinariamente cultivada por pequenos e grandes agricultores devido à sua alta tolerância a solos de baixa fertilidade e sua capacidade de fixação de nitrogênio, contribuindo para a sustentabilidade agrícola. Essa cultura é rica em proteínas, carboidratos e minerais, contribuindo significativamente para a dieta humana e animal. Contudo, para expressar seu máximo potencial produtivo, o feijão-caupi depende de uma nutrição mineral equilibrada, na qual o boro desempenha um papel crucial. O boro é um micronutriente essencial para o desenvolvimento vegetal, participando de processos como a divisão celular, o transporte de açúcares e a síntese da parede celular. No feijão-caupi, sua deficiência pode levar a problemas como má formação de vagens, redução no número de sementes e menor qualidade do grão. Por outro lado, o excesso de boro pode ser tóxico, causando sintomas como clorose nas bordas das folhas. Assim, compreender os níveis adequados de boro no solo e sua interação com a cultura é fundamental para otimizar o manejo e garantir produtividade sustentável. O presente estudo tem como objetivo investigar a influência do boro no crescimento, desenvolvimento e produtividade do feijão-caupi, com o intuito de determinar as doses ideais desse micronutriente para a cultura. Essa prática é essencial para otimizar a produção, garantindo maior eficiência no uso dos recursos e contribuindo para a sustentabilidade agrícola.

Palavras-chave: Micronutriente, produtividade, fertilização.

LISTADE ABREVIAÇÕES E SÍMBOLOS

CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ºC	Graus Celsius
%	Porcentagem
cm	Centímetro
m	Metro
g	Grama
kg	Quilograma
ha	Hectare
L	Litro
±	Variação para mais ou menos

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo fenológico do feijão-caupi 15

Figura 2. Delineamento experimental e tratamentos 20

Figura 3. Resultados da análise de solo 21

Figura 4. Desenvolvimento das plantas 14 dias após o plantio 21

Figura 5. Colheita do feijão-caupi 22

Figura 6. Ensacamento do feijão-caupi 23

Figura 7. Trilha dos grãos de feijão-caupi 23

Figura 8. Média de peso de mil grãos 24

Figura 9. Média de número de vagens por planta 25

Figura 10. Média de produtividade 26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estágios fenológicos de plantas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata (L.)*) 15

Tabela 2. Média de peso de mil grãos 24

Tabela 3. Média de número de vagens por planta 25

Tabela 4. Média de produtividade 26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13

2 REVISÃO DE LITERATURA 14

2.1 Botânica 15

2.2 Aspectos econômicos 15

2.3 Aspectos nutricionais 16

2.4 Efeitos do Boro 17

3 INFLUÊNCIA DO BORO NO FEIJÃO-CAUPO – UMA ABORDAGEM TEÓRICO/ PRÁTICA 19

3.1 Objetivos 19

3.2 Materiais e Métodos 19

3.2.1 Local de estudo 19

3.2.2 Cultivo do feijão-caupi 19

3.2.3 Design experimental 20

3.2.4 Manejo do boro e aplicação 20

3.2.5 Análisede solo e manejo sanitário e nutricional 20

3.2.6 Colheita e coleta de resultados 22

3.2.7 Análise estatística 24

3.3 Resultados 24

3.3.1 Peso de Mil Grãos 24

3.3.2 Número de vagens por planta 25

3.3.3 Produtividade 26

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS 27

5 REFERÊNCIAS 28

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), pertencente à família *Fabaceae*, é uma planta herbácea anual amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais. Sua morfologia é adaptada às condições de alta temperatura e baixa umidade, com características que incluem sistema radicular profundo, o que confere resistência à seca, e caule rasteiro ou semiereto, possibilitando o cultivo em diferentes sistemas de manejo (FREIRE FILHO et al., 2011).

Originalmente cultivado no Nordeste, seu cultivo tem se expandido para outras regiões do país, incluindo o Centro-Oeste, devido à sua adaptabilidade às condições tropicais e ao baixo custo de produção (FREIRE FILHO et al., 2011). Em estados como Goiás, o feijão-caupi tem sido incorporado aos sistemas produtivos, sendo cultivado na safrinha em substituição a culturas tradicionais como a soja, especialmente em áreas de cerrado (EMBRAPA, 2022). A cultura destaca-se pela alta tolerância à seca e adaptabilidade a solos de baixa fertilidade, além de ser uma fonte significativa de proteínas, ferro, cálcio e vitaminas do complexo B, contribuindo para a segurança alimentar e nutricional (EMBRAPA, 2022).

De acordo com dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2022), o Brasil produz anualmente cerca de 700 mil toneladas de feijão-caupi, com destaque para os estados do Maranhão, Piauí e Bahia, que concentram aproximadamente 70% da produção nacional. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), o valor bruto da produção de feijão-caupi atingiu aproximadamente R$ 3,2 bilhões em 2021, evidenciando sua relevância no agronegócio brasileiro.

O manejo nutricional adequado é essencial para alcançar altas produtividades no cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*). A cultura exige suprimento equilibrado de macronutrientes, como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), além de micronutrientes, como boro (B) e zinco (Zn). Entre os micronutrientes, o boro merece destaque, pois participa de processos como floração, formação de vagens e transporte de açúcares (MALAVOLTA, 2006; OLIVEIRA et al., 2018).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Botânica

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) pertence ao reino *Plantae*, à divisão *Angiospermae*, à classe *Dicotyledonae*, à ordem *Fabales*, à família *Fabaceae*, ao gênero *Vigna* e à espécie *Vigna unguiculata*. Fisiologicamente, a planta apresenta alta eficiência no uso da água, característica atribuída ao sistema radicular profundo, que permite o acesso a camadas mais profundas do solo, além de proporcionar maior tolerância à seca. Essa característica é fundamental para a sobrevivência da cultura em regiões áridas e semiáridas (FREIRE FILHO et al., 2011).

Morfológica e estruturalmente, o feijão-caupi possui caule rasteiro, semiereto ou trepador, com folhas trifoliadas compostas por folíolos lanceolados ou ovais. As flores são hermafroditas, de coloração que varia entre branca, amarela e roxa, e apresentam um sistema reprodutivo predominantemente autógamo, o que contribui para maior estabilidade genética. Os frutos são vagens lineares que podem atingir até 30 cm de comprimento, contendo de 8 a 20 sementes, cuja coloração, forma e tamanho variam entre as cultivares (EMBRAPA, 2022; GOMES, 2021).

Os estágios fenológicos do feijão-caupi são divididos em três fases principais: vegetativa, reprodutiva e de maturação. Na fase vegetativa, ocorre a germinação, com emergência das plântulas entre 3 e 7 dias após a semeadura, seguida pela formação de folhas trifoliadas e desenvolvimento do caule. A fase reprodutiva inicia-se com o aparecimento das primeiras flores, geralmente entre 30 e 40 dias após o plantio, e estende-se até a formação das vagens. Durante a maturação, que ocorre entre 70 e 90 dias após a emergência, as vagens atingem o ponto de colheita, com grãos que apresentam elevado teor de proteínas e são amplamente utilizados para consumo humano e animal (SILVA et al., 2020) (Tabela 1) e (Figura 1).

Tabela 1. Estágios fenológicos de plantas de feijão-caupi (Vigna unguiculata (L.)).

V0	Germinação	Vegetativo
V1	Emergência	
V2	Folhas primárias	
V3	Primeira folha composta aberta	
V4	Terceira folha trifoliada aberta	
R5	Pré - floração	Reprodutivo
R6	Floração	
R7	Formação de vagens	
R8	Enchimento de vagens	
R9	Maturação	

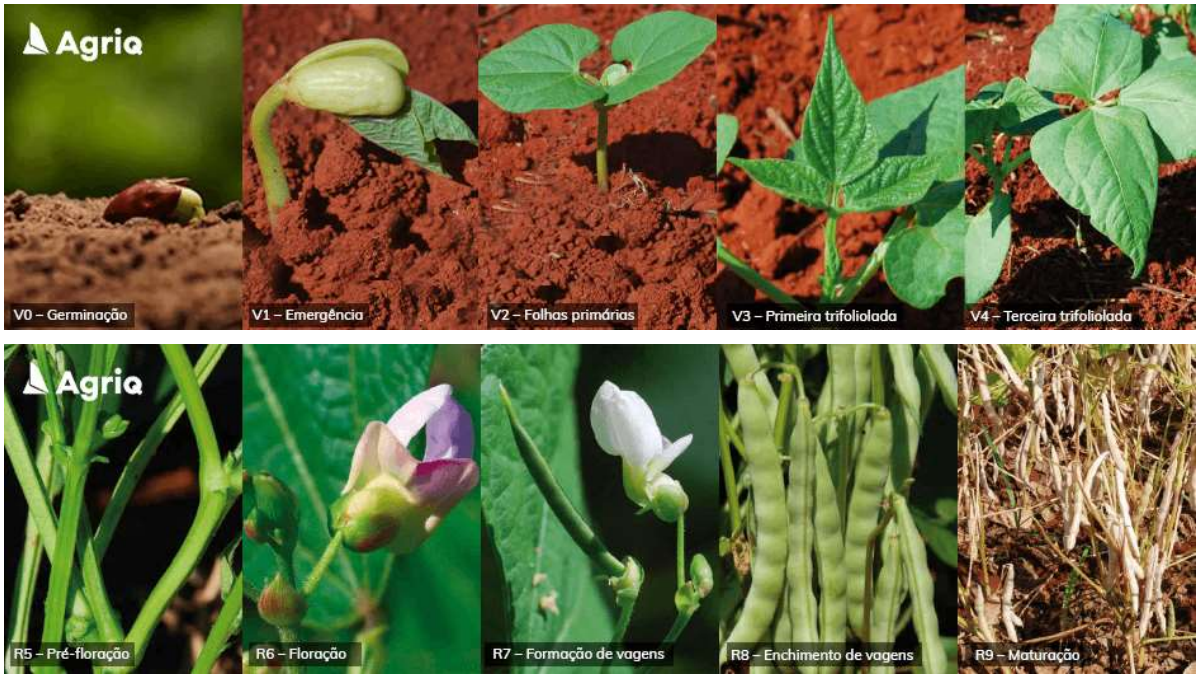

Figura 1. Ciclo fenológico do Feijão-Caupi
Fonte: Sebastião Araújo | EMBRAPA

2.2 Aspectos econômicos

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) possui grande importância socioeconômica, especialmente em regiões semiáridas, como o Nordeste do Brasil. Essa leguminosa é amplamente cultivada por pequenos agricultores devido à sua adaptação a condições climáticas adversas, baixo custo de produção se comparada com outras culturas como a soja e o milho, e elevada demanda no mercado consumidor (FREIRE FILHO, 2011).

O feijão-caupi tem apresentado crescimento na produção e na comercialização, sobretudo em função de sua utilização diversificada na alimentação humana e animal. Além disso, a cultura desempenha um papel relevante na segurança alimentar de famílias em situação de vulnerabilidade, dado seu elevado teor proteico e facilidade de armazenamento (SILVA et al., 2020). De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2022), o feijão-caupi representa uma parte significativa da produção nacional de leguminosas, com crescente exportação para mercados da Ásia e da África.

Em regiões como o Centro-Oeste, o cultivo do feijão-caupi também ganha relevância econômica. Graças às características do solo e ao uso de tecnologias avançadas, o feijão-caupi tem se consolidado como uma cultura estratégica tanto para a agricultura familiar quanto para sistemas produtivos maiores, contribuindo para a diversificação de renda dos produtores e o aproveitamento de áreas marginais que não são ideais para cultivos como soja ou milho (SANTOS et al., 2019).

A cultura do feijão-caupi apresenta custos relativamente baixos quando comparada a outras culturas de grande expressão no Brasil, como milho e soja. Essa vantagem é atribuída à resistência da planta a estresses hídricos e à capacidade de fixar nitrogênio no solo, reduzindo a necessidade de adubações nitrogenadas (FREIRE FILHO, 2011). Contudo, desafios como a oscilação de preços no mercado e a falta de infraestrutura adequada para armazenamento ainda impactam a rentabilidade dos agricultores (SANTOS et al., 2019).

A demanda por feijão-caupi tem crescido tanto no mercado interno quanto no externo, impulsionada por mudanças nos hábitos alimentares e pela valorização de alimentos saudáveis e sustentáveis (SILVA et al., 2020). Estima-se que investimentos em pesquisa e extensão rural possam elevar significativamente a produtividade e a qualidade do produto, aumentando a competitividade do feijão-caupi no cenário global (FREIRE FILHO, 2011).

2.3 Aspectos nutricionais

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) é uma cultura de grande relevância agrícola e nutricional, especialmente em regiões tropicais e subtropicais. Esta leguminosa apresenta elevado teor proteico e é rica em micronutrientes, desempenhando papel crucial na segurança alimentar e na qualidade da dieta de populações vulneráveis. Para atingir altos índices de produtividade e qualidade, é essencial compreender os requerimentos nutricionais da planta e as práticas adequadas de adubação.

Os principais nutrientes necessários para o cultivo do feijão-caupi são classificados em macronutrientes e micronutrientes. O nitrogênio (N) é essencial para o crescimento vegetativo, pois faz parte das moléculas de clorofila e é fundamental na fotossíntese. Apesar do feijão-caupi ter capacidade de fixação biológica de nitrogênio através de simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, uma adubação nitrogenada inicial é recomendada para garantir um bom estabelecimento da cultura (FREIRE FILHO, 2011). O fósforo (P), por sua vez, atua no desenvolvimento radicular e na formação de flores e frutos, sendo essencial para o metabolismo energético da planta. Sua aplicação no sulco de plantio, por meio de fontes solúveis como o superfosfato simples, é amplamente recomendada (SANTOS et al., 2019).

Outro nutriente fundamental é o potássio (K), que regula o balanço hídrico das plantas, aumenta a resistência a pragas e doenças e melhora a qualidade das vagens e sementes. Micronutrientes como ferro (Fe), zinco (Zn) e molibdênio (Mo) também desempenham funções cruciais: o ferro é indispensável para a formação da clorofila, enquanto o zinco participa na síntese de auxinas, hormônios que regulam o crescimento da planta. O molibdênio é essencial para a fixação biológica de nitrogênio, atuando como cofator enzimático (MIRANDA; OLIVEIRA; SANTOS, 2021).

Uma adubação equilibrada deve considerar os teores de nutrientes presentes no solo e as necessidades específicas da cultura. A realização de análise de solo é imprescindível para definir as doses corretas de fertilizantes. Em solos pobres, recomenda-se o uso de adubação organomineral para melhorar a fertilidade e a estrutura do solo. A adubação orgânica, por exemplo, aumenta a disponibilidade de nutrientes e melhora a capacidade de retenção de água, beneficiando a cultura em regiões semiáridas. Já a adubação foliar, com suplementações de micronutrientes como zinco e boro, tem mostrado bons resultados no aumento da produtividade e qualidade dos grãos (SILVA et al., 2020).

2.4 Efeitos do Boro

O boro (B) é um micronutriente indispensável no cultivo do feijão-caupi, pois regula o transporte de açúcares e está diretamente envolvido na divisão celular e no crescimento das paredes celulares. A deficiência de boro resulta em abortamento floral, baixa fixação de vagens e redução do rendimento. No entanto, o excesso de boro pode ser tóxico para a planta, sendo necessária a aplicação criteriosa baseada na análise do solo (CONAB, 2022).

O boro é um micronutriente essencial para o desenvolvimento das plantas, desempenhando papéis vitais na divisão celular, na estruturação da parede celular, no transporte de carboidratos e no crescimento reprodutivo (MARSCHNER, 2012). No cultivo do feijão caupi, o fornecimento adequado de boro é fundamental para garantir altos rendimentos e qualidade do produto colhido (RAVEN et al., 2007). No entanto, a ausência, o excesso ou a deficiência de boro podem gerar impactos significativos no crescimento e na produtividade da planta.

A adubação com boro em doses adequadas promove vários benefícios fisiológicos e agronômicos no feijão caupi. Estudos mostram que o boro está diretamente relacionado à formação e à funcionalidade dos nódulos radiculares, essenciais para a fixação biológica de nitrogênio (RAVEN et al., 2007; SILVA et al., 2016).

Outra contribuição importante é o aumento da resistência a estresses abióticos, como seca e altas temperaturas, devido ao fortalecimento da parede celular e à melhoria na mobilização de carboidratos (BROWN et al., 2002). Esses benefícios tornam o manejo do boro um aspecto crítico para o sucesso da cultura em regiões semiáridas (GUAN et al., 2014).

Embora o boro seja essencial, doses excessivas podem ser tóxicas para o feijão caupi. A toxicidade do boro se manifesta comumente por meio de necrose nas bordas das folhas, clorose em tecidos mais velhos e redução do crescimento geral da planta (MATOS et al., 2017; SHORROCKS, 1997). Esses sintomas estão associados ao acúmulo do elemento em concentrações que interferem no metabolismo celular e na divisão celular, afetando negativamente o desempenho da cultura (SILVA et al., 2016).

A deficiência de boro é uma das principais limitações ao cultivo do feijão caupi em solos tropicais, particularmente em regiões onde a lixiviação é elevada e os teores de matéria orgânica são baixos (GUAN et al., 2014). A ausência desse micronutriente pode causar deformidades estruturais, como encurtamento de entrenós, crescimento radicular reduzido e aborto floral (NASCIMENTO et al., 2020; SILVA et al., 2016).

A aplicação de boro no cultivo do feijão caupi é uma prática indispensável para garantir altos rendimentos e qualidade da produção. No entanto, a definição de doses adequadas é crítica, uma vez que tanto a deficiência quanto o excesso desse micronutriente podem gerar impactos significativos no desempenho da cultura. Estudos futuros devem explorar interações entre o boro e outros fatores ambientais e nutricionais para otimizar o manejo agronômico em diferentes regiões edafoclimáticas.

3 INFLUÊNCIA DO BORO – UMA ABORDAGEM TEÓRICO/PRÁTICA

3.1 Objetivos

O estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de boro na cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), uma leguminosa de grande importância econômica e nutricional, especialmente em regiões tropicais. O boro é um micronutriente essencial para o desenvolvimento das plantas, atuando no crescimento celular, na formação de flores e frutos e na mobilidade de açúcares. A pesquisa buscou compreender como diferentes doses de boro influenciam o desenvolvimento vegetativo, a produtividade e a qualidade dos grãos do feijão-caupi, visando otimizar o manejo nutricional da cultura e promover maior eficiência produtiva.

3.2 Materiais e Métodos

3.2.1 Local de estudo

O estudo foi realizado no campo experimental do setor de Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, localizado no município de Rio Verde, Goiás, Brasil, no período entre março e junho de 2024. A altitude média da região é de 748 metros acima do nível do mar; o clima da região é classificado segundo Köppen-Geiger (ZHANG:GAO,2023) como clima mesotérmico úmido, com duas estações bem definidas, uma estação chuvosa (entre outubro e abril) e outra de seca (entre maio a setembro); a temperatura média anual varia entre 20 °C e 25 °C (CARDOSO et al., 2024).

3.2.2 Cultivo de feijão-caupi

Neste experimento foram utilizadas sementes de feião-caupi, cultivar BRS Novaera Seu hábito de crescimento é semiereto e determinado, com ramos vigorosos e bem distribuídos, altura média de 40 a 60 cm, as flores desta cultivar se destacam pela sua coloração lilás a roxo claro. O ciclo vegetativo é considerado médio, com floração iniciando entre 40 e 50 dias após a semeadura, e colheita realizada entre 70 e 80 dias, sob condições favoráveis.

A Novaera apresenta boa resistência a doenças foliares, como a mancha-angular (*Cercospora spp*.) e o mosaico dourado do feijão-caupi (*Cowpea golden mosaic virus*), além de tolerância moderada ao oídio (*Erysiphe polygoni*). Em termos de adaptação, possui alta

tolerância à seca, sendo especialmente indicada para ambientes com disponibilidade hídrica limitada, o que contribui para sua ampla adoção em sistemas agrícolas sustentáveis.

3.2.3 Design experimental

O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados (DBC), com 4 repetições e 4 tratamentos. A parcela experimental possuía uma área de 9m2 . Era constituída por 6 linhas com 3 metros de comprimento cada uma, com espaçamento de 0,45 m entre linhas. (Figura 2).

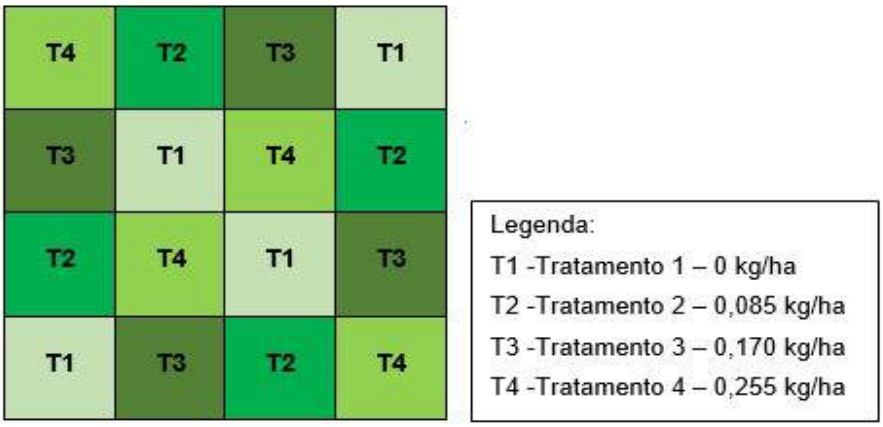

Figura 2. Ciclo fenológico do Feijão-Caupi
Fonte: Autoria própria

3.2.4 Manejo de boro e aplicação

A fonte de Boro escolhida para a fertilização foi o ácido bórico, que contém 17% de boro em sua composição. Foram realizados 3 tratamentos + controle, com doses de 0 kg/ha, 0,085 kg/ha, 0,170 kg/ha e 0,255 kg/ha de boro, e cada tratamento teve 4 repetições. Foi realizada uma única aplicação via foliar com bomba costal em estágio V4 da cultura.

3.2.5 Análise de solo, manejo sanitário e nutricional

O solo da região é caracterizado como típico Latossolo vermelho distroférrico. Foram avaliadas as características físico-químicas do solo amostrado na área experimental na profundidade de 0.20 cm antes do plantio (Figura 3).

RESULTADOS DA(s) ANALISE(s) SOLO

Solotech Análise Nº	Identificação Amostra	$cmol_c\ dm^{-3}$						$mg\ dm^{-3}$				pH
		Cálcio Ca	Magnésio Mg	Ca+Mg	Alumínio Al	H+Al	Potássio K	Potássio K	Enxofre S	Fósforo P (mel)	Fósforo P (res)	$CaCl_2$
1167.24	ANÁLISE DE SOLO	3,37	0,97	4,35	0,00	6,93	0,30	118	4	38,9	ND	5,3

Solotech Análise Nº	Identificação Amostra	Micronutrientes - $mg\ dm^{-3}$						$cmol_c\ dm^{-3}$		Sat. Bases	Sat. Al	$g\ dm^{-3}$
		Sódio Na	Ferro Fe	Manganês Mn	Cobre Cu	Zinco Zn	Boro B	CTC	SB	V%	m%	M.O
1167.24	ANÁLISE DE SOLO	4,0	29,4	53,5	5,1	10,2	0,1	11,60	4,67	40,25	0,00	30,1

Solotech Análise Nº	Identificação Amostra	Textura (%)			Relação entre Bases			Porcentagem de bases na CTC (%)		
		Argila	Silte	Areia	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC
1167.24	ANÁLISE DE SOLO	38,1	15,2	46,7	3,46	11,18	3,23	29,10	8,40	2,60

Figura 3. Resultados da análise de solo.

Fonte: Autoria própria

Antes do plantio foi realizado a limpeza da área com capina manual para eliminar todos os restos culturais da cultura passada (milho) e eliminação de plantas daninhas. Durante todo o experimento foi realizada a limpeza da área com capina manual para eliminação de plantas daninhas.

As sementes foram plantadas no dia 19 de março de 2024, o plantio foi convencional, com irrigação por aspersão diária no período da manhã, as parcelas consistiam em seis linhas de três metros, espaçadas por 0,45 m com 10 sementes por metro linear. Foi realizada uma aplicação de 350 kg/ha de formulado 5-25-15 e 30 kg/ha de ureia na mesma data, a lanço pós plantio. As sementes emergiram uniformemente 6 dias após o plantio, e após 14 dias foi possível observar as primeiras folhas compostas (Estágio V2) (Figura 4).

Figura 4. Desenvolvimento das plantas 14 dias após o plantio.

Fonte: Autoria própria

Em V2, R5 e R7 foram realizadas aplicações de inseticida EngeoPleno com dose de 0,2 L/ha para controle de Vaquinha (*Diabrotica speciosa*), e em V2 e V4 foi realizada a aplicação de herbicida Poquer com dose de 0,5 L/ha para controle de plantas daninhas.

Para manejo nutricional, além da dose de plantio foram realizadas duas adubações de cobertura com dose de 150 kg/há de ureia nos estágios V2 e V4

3.2.6 Colheita e coleta de resultados

A colheita foi realizada de forma manual no dia 20 de junho, quando a cultura já apresentava sinais de senescência completa, após isso as vagens ficaram expostas ao sol para secarem o suficiente para a melhor retirada dos grãos. (Figuras 5 e 6).

Figura 5. Colheita do feijão-caupi.
Fonte: Autoria própria

Figura 6. Ensacamento do feijão-caupi.
Fonte: Autoria própria

A extração dos grãos foi realizada de forma mecânica com o auxílio de uma trilhadeira no dia 2 de julho de 2024, neste mesmo dia foi realizada a coleta de resultados. Foram coletados dados de PMG (Peso de mil grãos) e umidade (Figura 7), além destes, também foi observado produtividade. A contagem de número de vagens por planta também foi observada, a coleta foi realizada antes do plantio quando a cultura estava na fase de maturação (R9), foram amostradas 3 plantas por parcela e realizada a média.

Figura 7. Trilha dos grãos de feijão-caupi.
Fonte: Autoria própria

3.2.7 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos a análise pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott com 5% de probabilidade por meio do programa SISVAR.

3.3 Resultados

3.3.1 Peso de Mil Grãos

A Tabela 2 e a Figura 8 apresentam os resultados médios de Peso de Mil Grãos.

Tabela 2. Média total de peso de mil grãos.

Tratamentos	Médias PMG (g)
1	281.72 ns
2	293.18 ns
3	283.27 ns
4	283.05 ns

Os dados foram submetidos à análise de variância, e não foi observada diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

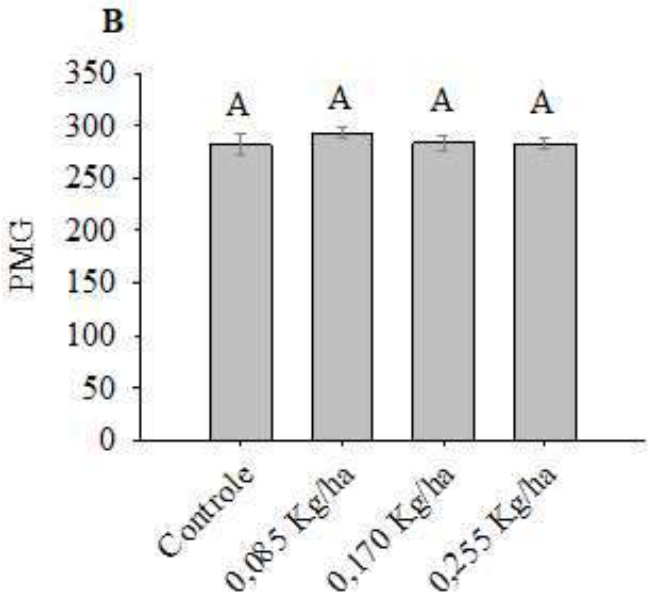

Figura 8. Média de peso de mil grãos.

3.3.2 Número de vagens por planta

A Tabela 3 e a Figura 9 apresentam os resultados médios do Número de Vagens por Planta.

Tabela 3. Média de número de vagens por planta.

Tratamentos	Número de vagens/planta
1	13,66 B
2	13,66 B
3	16,50 A
4	15,50 A

Os dados foram submetidos à análise de variância, e foi observada diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott-Knott, sendo os tratamentos 3 e 4 estatisticamente superiores aos tratamentos 1 e 2.

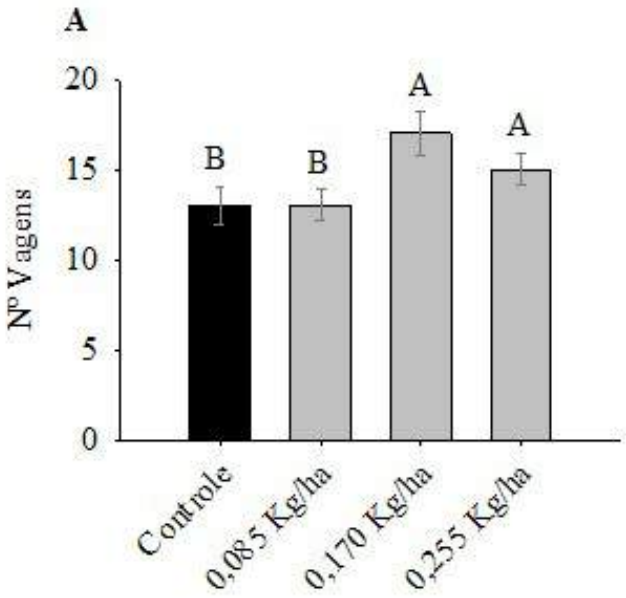

Figura 9. Média do número de vagens por planta.

3.3.3 Produtividade

A Tabela 4 e a Figura 10 apresentam os resultados médios de Produtividade.

Tabela 4. Média de produtividade por tratamento.

Tratamentos	Produtividade (kg/há)
1	1572,54 ns
2	1440,70 ns
3	1696,52 ns
4	1881,54 ns

ns* não significativo

Os dados foram submetidos à análise de variância, e não foi observada diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

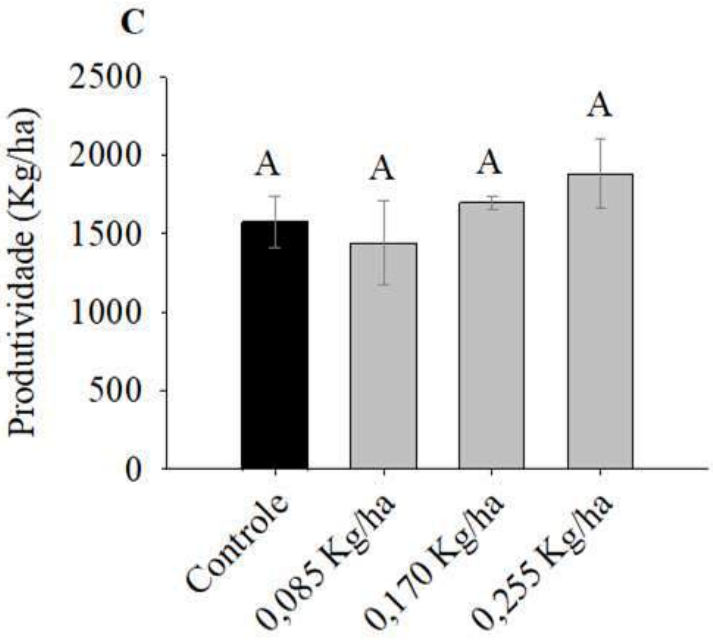

Figura 10. Média de produtividade por tratamento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo foi de grande importância ao buscar compreender as interações do boro no cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), abordando os efeitos desse micronutriente essencial no desenvolvimento da cultura.

Os resultados apresentados reforçam a necessidade de estudos futuros que explorem ajustes nas doses aplicadas, bem como a análise de diferentes fontes de boro e métodos de aplicação.

O desenvolvimento deste trabalho foi fundamental para meu crescimento acadêmico, pois me permitiu aprofundar conhecimentos na área, desde a teoria e principalmente à aplicação prática dos conceitos estudados na disciplina de Culturas II. Essa experiência será essencial para minha formação e atuação profissional no futuro.

A continuidade de pesquisas nessa área será fundamental para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes, que aliem alta eficiência produtiva a práticas que respeitem o equilíbrio ambiental e econômico.

5 REFERÊNCIAS

AIRES, R. **Feijão: quais fatores afetam o desenvolvimento da cultura?** Disponível em: <https://agriq.com.br/fatores-desenvolvimento-feijao/>. Acesso em: 28 jan. 2025.

AKINOLA, M. O.; EBELHAR, M. W. Enhancing soil fertility with cowpea: A sustainable approach to agricultural productivity. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 14, n. 2, p. 123-135, 2019.

ALMEIDA, R. L. et al. Eficiência agronômica de fertilizantes boratados em culturas agrícolas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 45, n. 2, p. 123-132, 2021.

ALVES, J. D. et al. Efeito do boro no crescimento e produção de feijão caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 4, p. 305-311, 2019.

ARAÚJO, A. P. et al. Fixação biológica de nitrogênio em leguminosas: importância e perspectivas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 3, p. 189-200, 2015.

ARAÚJO, F. S.; LOPES, A. C. A.; FERREIRA, A. G. Consórcios no semiárido: a eficiência do feijão-caupi. **Agroecologia e Sustentabilidade**, 2015.

BROWN, P. H. et al. Boron in plant biology. **Plant Biology**, v. 4, n. 3, p. 205-223, 2002.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira:** feijão-caupi. Brasília, 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Feijão-caupi: sistema de produção**. Brasília, 2022.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Feijão-caupi no Brasil: aspectos produtivos e econômicos**. Brasília: EMBRAPA, 2022.

FERNANDES, F. J.; PEREIRA, J. A.; NOGUEIRA, P. C**.** Mobilidade do boro em solos tropicais e sua relação com o manejo sustentável. **Journal of Soil Science**, 2019.

FERNANDES, M. S. et al. **Nutrição de plantas: mecanismos e aplicações**. Viçosa: UFV, 2019.

FREIRE FILHO, F. R. et al. **Feijão-caupi no Brasil:** produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Embrapa Meio-Norte, 2011.

FREIRE FILHO, F. R. et al. **Produção e melhoramento genético do feijão-caupi.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos e perspectivas de cultivo.** Embrapa Meio-Norte, 2011.

GOMES, R. **Novas cultivares de feijão-de-corda apresentam qualidade de grão superior às atuais.** EMBRAPA, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/79658595/novas-cultivares-de-feijao-de-corda-apresentam-qualidade-de-grao-superior-as-atuais>. Acesso em: 28 jan. 2025.

GUAN, Y. et al. Boron deficiency-induced impairments of cytokinesis: perspectives on signals and mechanisms. **Plant Biology,** v. 16, p. 301-307, 2014.

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

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

MATOS, F. S. et al. Toxicidade de boro em plantas de feijão caupi cultivadas em diferentes tipos de solo. **Revista Ceres**, v. 64, n. 1, p. 77-84, 2017.

NASCIMENTO, L. D. et al. Sintomas visuais e efeitos fisiológicos da deficiência de boro em feijão caupi. **Agronomia Tropical**, v. 4, n. 2, p. 15-22, 2020.

OLIVEIRA, J. P. et al. Influência da adubação boratada na produtividade de feijão-caupi. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 672-680, 2018.

OLIVEIRA, L. G.; SILVA, T. A.; BARROS, A. F. Deficiência de boro no feijão-caupi: sintomas e impactos produtivos. **Ciência e Agrotecnologia**, 2018.

RAVEN, J. A. et al. Boron in plants and animals: is there a role beyond cell-wall structure? **Current Opinion in Plant Biology**, v. 10, n. 2, p. 191-200, 2007.

SANTOS, H. M. et al. Respostas do feijão-caupi à aplicação de micronutrientes. **Ciência Rural**, v. 47, n. 6, p. 1-8, 2017.

SANTOS, J. C.; MOURA, J. R.; ALMEIDA, C. M. Nutrição de feijão-caupi em solos deficientes: a importância do boro. **Revista de Nutrição Vegetal**, 2017.

SHORROCKS, V. M. The occurrence and correction of boron deficiency. **Plant and Soil,** v. 193, n. 1/2, p. 121-148, 1997.

SILVA, J. A. et al. Sistemas consorciados e sustentabilidade agrícola. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 1, p. 112-120, 2020.

SILVA, M. A. et al. Doses de boro no rendimento de feijão caupi cultivado no semiárido. **Agricultural Research**, v. 8, n. 3, p. 244-251, 2021.

SILVA, N. E. et al. Impacto do cultivo de feijão-caupi em sistemas agrícolas. **Revista Nordestina de Agronomia,** v. 5, n. 2, p. 88-97, 2013.

SILVA, S. L. O. **Absorção e mobilidade floemática de boro (10B) em caupi**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016.

TIMKO, M. P.; SINGH, B. B. Cowpea, a multifunctional legume. **Plant Genetics and Genomics: Crops and Models**, v. 7, p. 227-258, 2008.