

# **NUTRIÇÃO MINERAL**

*COM MICRONUTRIENTES*

## **EM FEIJÃO-CAUPI**



Silvia Kalini dos Santos de Lima  
Alasse Oliveira da Silva  
Ismael de Jesus Matos Viégas  
Organizadores



**Rfb**  
**Editora**

**NUTRIÇÃO MINERAL COM  
MICRONUTRIENTES EM FEIJÃO-CAUPI**

---

Silvia Kalini dos Santos de Lima  
Alasse Oliveira da Silva  
Ismael de Jesus Matos Viégas  
(Organizadores)

# NUTRIÇÃO MINERAL COM MICRONUTRIENTES EM FEIJÃO-CAUPI

Edição 1

Belém-PA



© 2022 Edição brasileira  
by RFB Editora  
© 2022 Texto  
by Autor(es)  
Todos os direitos reservados

RFB Editora  
Home Page: [www.rfbeditora.com](http://www.rfbeditora.com)  
Email: [adm@rfbeditora.com](mailto:adm@rfbeditora.com)  
WhatsApp: 91 98885-7730  
CNPJ: 39.242.488/0001-07  
Av. Augusto Montenegro, 4120 - Parque Verde, Belém - PA, 66635-110

**Diagramação**

Danilo Wothon Pereira da Silva

**Design da capa**

Organizadores

**Revisão de texto**

Os autores

**Bibliotecária**

Janaina Karina Alves Trigo Ramos

**Gerente editorial**

Nazareno Da Luz

<https://doi.org/10.46898/rfb.9786558892366>

**Catálogo na publicação**  
**Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

N976

Nutrição mineral com micronutrientes em feijão-caupi / Silvia Kalini dos Santos de Lima (Organizadora), Alasse Oliveira da Silva (Organizadora), Ismael de Jesus Matos Viégas (Organizador) – Belém: RFB, 2022.

Livro em PDF

50 p., il.

ISBN: 978-65-5889-236-6

DOI: 10.46898/rfb.9786558892366

1. Nutrição. 2. Feijão-caupi. I. Lima, Silvia Kalini dos Santos de (Organizadora). II. Silva, Alasse Oliveira da (Organizadora). III. Viégas, Ismael de Jesus Matos (Organizador). IV. Título.

CDD 613

Índice para catálogo sistemático

I. Nutrição



Todo o conteúdo apresentado neste livro, inclusive correção ortográfica e gramatical, é de responsabilidade do(s) autor(es).

Obra sob o selo *Creative Commons*-Atribuição 4.0 Internacional. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

### **Conselho Editorial**

Prof. Dr. Ednilson Sergio Ramalho de Souza - UFOPA (Editor-Chefe)

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Roberta Modesto Braga-UFPA

Prof. Dr. Laecio Nobre de Macedo-UFMA

Prof. Dr. Rodolfo Maduro Almeida-UFOPA

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Ana Angelica Mathias Macedo-IFMA

Prof. Me. Francisco Robson Alves da Silva-IFPA

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Elizabeth Gomes Souza-UFPA

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Neuma Teixeira dos Santos-UFRA

Prof.<sup>a</sup> Ma. Antônia Edna Silva dos Santos-UEPA

Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa-UFMA

Prof. Dr. Orlando José de Almeida Filho-UFSJ

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Isabella Macário Ferro Cavalcanti-UFPE

Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares-UFPI

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Welma Emidio da Silva-FIS

### **Comissão Científica**

Prof. Dr. Laecio Nobre de Macedo-UFMA

Prof. Me. Darlan Tavares dos Santos-UFRJ

Prof. Dr. Rodolfo Maduro Almeida-UFOPA

Prof. Me. Francisco Pessoa de Paiva Júnior-IFMA

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Ana Angelica Mathias Macedo-IFMA

Prof. Me. Antonio Santana Sobrinho-IFCE

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Elizabeth Gomes Souza-UFPA

Prof. Me. Raphael Almeida Silva Soares-UNIVERSO-SG

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Andréa Krystina Vinente Guimarães-UFOPA

Prof.<sup>a</sup> Ma. Luisa Helena Silva de Sousa-IFPA

Prof. Dr. Aldrin Vianna de Santana-UNIFAP

Prof. Me. Francisco Robson Alves da Silva-IFPA

Prof. Dr. Marcos Rogério Martins Costa-UnB

Prof. Me. Márcio Silveira Nascimento-IFAM

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Roberta Modesto Braga-UFPA

Prof. Me. Fernando Vieira da Cruz-Unicamp

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Neuma Teixeira dos Santos-UFRA

Prof. Me. Angel Pena Galvão-IFPA

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Dayse Marinho Martins-IEMA

Prof.<sup>a</sup> Ma. Antônia Edna Silva dos Santos-UEPA

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Viviane Dal-Souto Frescura-UFSM

Prof. Dr. José Moraes Souto Filho-FIS

Prof.<sup>a</sup> Ma. Luzia Almeida Couto-IFMT

Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa-UFMA

Prof.<sup>a</sup> Ma. Ana Isabela Mafra-Univali

Prof. Me. Otávio Augusto de Moraes-UEMA

---

Prof. Dr. Antonio dos Santos Silva-UFPA  
Prof<sup>a</sup>. Dr. Renata Cristina Lopes Andrade-FURG  
Prof. Dr. Daniel Tarciso Martins Pereira-UFAM  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Tiffany Prokopp Hautrive-Unopar  
Prof<sup>a</sup>. Ma. Rayssa Feitoza Felix dos Santos-UFPE  
Prof. Dr. Alfredo Cesar Antunes-UEPG  
Prof. Dr. Vagne de Melo Oliveira-UFPE  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ilka Kassandra Pereira Belfort-Faculdade Laboro  
Prof. Dr. Manoel dos Santos Costa-IEMA  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Érima Maria de Amorim-UFPE  
Prof. Me. Bruno Abilio da Silva Machado-FET  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Laise de Holanda Cavalcanti Andrade-UFPE  
Prof. Me. Saimon Lima de Britto-UFT  
Prof. Dr. Orlando José de Almeida Filho-UFSJ  
Prof<sup>a</sup>. Ma. Patrícia Pato dos Santos-UEMS  
Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Isabella Macário Ferro Cavalcanti-UFPE  
Prof. Me. Alisson Junior dos Santos-UEMG  
Prof. Dr. Fábio Lustosa Souza-IFMA  
Prof. Me. Pedro Augusto Paula do Carmo-UNIP  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Dayana Aparecida Marques de Oliveira Cruz-IFSP  
Prof. Me. Alison Batista Vieira Silva Gouveia-UFG  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Silvana Gonçalves Brito de Arruda-UFPE  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Nairane da Silva Rosa-Leão-UFRPE  
Prof<sup>a</sup>. Ma. Adriana Barni Truccolo-UERGS  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares-UFPI  
Prof. Me. Fernando Francisco Pereira-UEM  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cátia Rezende-UNIFEV  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Katiane Pereira da Silva-UFRA  
Prof. Dr. Antonio Thiago Madeira Beirão-UFRA  
Prof<sup>a</sup>. Ma. Dayse Centurion da Silva-UEMS  
Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Welma Emidio da Silva-FIS  
Prof<sup>a</sup>. Ma. Elisângela Garcia Santos Rodrigues-UFPB  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Thalita Thyrza de Almeida Santa Rosa-Unimontes  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luci Mendes de Melo Bonini-FATEC Mogi das Cruzes  
Prof<sup>a</sup>. Ma. Francisca Elidivânia de Farias Camboim-UNIFIP  
Prof. Dr. Clézio dos Santos-UFRRJ  
Prof<sup>a</sup>. Ma. Catiane Raquel Sousa Fernandes-UFPI  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Raquel Silvano Almeida-Unespar  
Prof<sup>a</sup>. Ma. Marta Sofia Inácio Catarino-IPBeja  
Prof. Me. Ciro Carlos Antunes-Unimontes  
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos - FAQ/FAEG

Nossa missão é a difusão do conhecimento gerado no âmbito acadêmico por meio da organização e da publicação de livros científicos de fácil acesso, de baixo custo financeiro e de alta qualidade!

Nossa inspiração é acreditar que a ampla divulgação do conhecimento científico pode mudar para melhor o mundo em que vivemos!

*Equipe RFB Editora*

---





---

# SUMÁRIO

<b>PREFÁCIO .....</b>	<b>9</b>
<b>1 NUTRIÇÃO MINERAL COM MICRONUTRIENTE EM FEIJÃO-CAUPI.....</b>	<b>11</b>
Alasse Oliveira da Silva	
Sílvia Kalini dos Santos de Lima	
Ismael de Jesus Matos Viégas	
Liliane Marques de Sousa	
Aline Oliveira da Silva	
Layana Gomes do Nascimento	
DOI: 10.46898/rfb.9786558892366.1	
<b>2 COBRE NA NUTRIÇÃO MINERAL DE FEIJÃO-CAUPI.....</b>	<b>23</b>
Sílvia Kalini dos Santos de Lima	
Alasse Oliveira da Silva	
Ismael de Jesus Matos Viégas	
Elaine Cristina da Silva Conceição	
Jhonatah Albuquerque Gomes	
Liliane Marques de Sousa	
Tamires Freitas da Silva	
Diocléa Almeida Seabra Silva	
DOI: 10.46898/rfb.9786558892366.2	
<b>3 MOLIBDÊNIO NA NUTRIÇÃO MINERAL DE FEIJÃO-CAUPI.....</b>	<b>31</b>
Alasse Oliveira da Silva	
Sílvia Kalini dos Santos de Lima	
Ismael de Jesus Matos Viégas	
Layana Gomes do Nascimento	
Elaine Cristina da Silva Conceição	
Liliane Marques de Sousa	
Tamires Freitas da Silva	
Aline Oliveira da Silva	
DOI: 10.46898/rfb.9786558892366.3	
<b>4 ZINCO NA NUTRIÇÃO MINERAL DE FEIJÃO-CAUPI .....</b>	<b>39</b>
Sílvia Kalini dos Santos de Lima	
Alasse Oliveira da Silva	
Layana Gomes do Nascimento	
Elaine Cristina da Silva Conceição	
Liliane Marques de Sousa	
Ismael de Jesus Matos Viégas	
Jhonatah Albuquerque Gomes	
DOI: 10.46898/rfb.9786558892366.4	
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>46</b>
<b>SOBRE OS AUTORES .....</b>	<b>47</b>

---





---

## PREFÁCIO

O Grupo de Estudos de Nutrição Plantas e Fertilidade do Solo da Amazônia (GENFA) tem a honra de disponibilizar aos interessados pela cultura do Feijão-Caupi a primeira edição do livro “Nutrição Mineral com micronutrientes em Feijão-Caupi”.

O trabalho surgiu da ideia de gerar conhecimentos relevantes para os agricultores da região Norte e Nordeste do país que se destacam na produção de feijão-caupi. O trabalho possui resultados práticos de pesquisa e de campo que possibilitará maior conhecimento para professores, alunos, técnicos e agricultores de todo o Brasil.

Atualmente, a literatura informa que existe uma escassez de informações técnicas sobre o uso e aplicação de micronutrientes em condições de cultivo em zonas tropicais. Portanto, a obra considera a elevada acidez da maioria dos solos na região Norte e apresenta embasamento técnico para ser usado como ferramenta para aumento da produção e produtividade.

O feijão-caupi é um dos alimentos apreciados pela população, especificamente da região nordeste do Pará, que possuem o hábito de consumi-lo diariamente nas refeições. Esses agricultores possuem o conhecimento adquirido conforme as gerações e mantem a tradição de cultivo anualmente para abastecer suas necessidades, somente o excedente da produção é comercializado nas feiras dos centros urbanos das principais cidades do estado.

Desta forma, o livro está dividido em capítulos e compõe recomendações técnicas que possibilitarão ganhos econômicos e manejo adequado para a cultura.

**Alasse Oliveira da Silva**

Engenheiro Agrônomo, pós-graduação em Fitotecnia (ESALQ/USP).

---





## CAPÍTULO 1

---

### NUTRIÇÃO MINERAL COM MICRONUTRIENTE EM FEIJÃO-CAUPI

*MINERAL NUTRITION WITH MICRONUTRIENT IN CAUPI  
BEANS*

Alasse Oliveira da Silva  
Silvia Kalini dos Santos de Lima  
Ismael de Jesus Matos Viégas  
Liliane Marques de Sousa  
Aline Oliveira da Silva  
Layana Gomes do Nascimento

DOI: 10.46898/rfb.9786558892366.1

## 1.1 ORIGEM DA ESPÉCIE

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma espécie originária do continente africano, sendo cultivado na América por meio dos Espanhóis que trouxeram esses grãos no século XVII (FREITAS, 2006). No Brasil, foi introduzido pelos colonizadores portugueses já na segunda metade do século XVI, sendo que as primeiras áreas de cultivos foram na Bahia. E partir desses primeiros cultivos na Bahia, o feijão-caupi foi distribuído para todo o território nacional (FREIRE- FILHO *et al.*, 2011).

### 1.1.1 Características botânicas

O feijão-caupi em virtude da enorme variabilidade genética da espécie e das espécies silvestres geneticamente mais próximas, isso dificultou a classificação botânica da espécie domesticada. Sendo de início catalogado em dois gêneros principais, *Phaseolus* e o *Dolichos*, até a nova classificação ao gênero *Vigna*, consolidada em 1894. Existindo muitas outras classificações até a atual classificação botânica (FREIRE- FILHO *et al.*, 2011).

Atualmente a classificação botânica da espécie é de que o feijão-caupi pertence a classe das Dicotyledonea, da ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolineae, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, secção Catyang, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subespécie *unguiculata*, subdividida em 4 cultigrupos *Unguiculata*, *Sesquipedalis*, *Biflora* e *Textilis*. No Brasil as principais subespécie cultivadas são *Unguiculata*, para produção principalmente de grão seco e feijão-verde, e *Sesquipedalis*, popularmente conhecido como feijão-de-metro, para produção de vagem (FREIRE- FILHO *et al.*, 2011).

Essa planta vem apresentando distribuição cosmopolita, contendo cerca de 61.600 gêneros e tendo em torno de 18.000 espécies. A família botânica Fabaceae é uma das maiores tendo em torno de 62 Angiospermas, sendo espécies cultivadas de grande importância econômica, entre elas pode-se citar o feijão, o amendoim e soja (SOUSA; LORENZI, 2008). O feijão-caupi é uma cultura de grande importância, cultivada no Nordeste e Norte do país, e têm se expandido para o Centro-Oeste, sendo introduzido aos sistemas produtivos como cultivo de safrinha logo após as culturas da soja e do arroz, e, em algumas áreas, como cultura principal (FREIRE- FILHO *et al.*, 2011).

A planta do feijão-caupi é caracterizada pelo seu hábito de crescimento, tamanho do hipocótilo dos entre-nós, pelo ramo principal e secundário e pelo pedúnculo

da vagem, pela arquitetura dos ramos laterais em comparação ao ramo principal e da espessura dos ramos. Esta última característica tem muita influência em relação ao grau de acamamento das plantas. Quando combinada essas características há produção de vários tipos de portes no feijão-caupi (FREIRE-FILHO, RIBEIRO; SANTOS, 2000).

Nas diferentes regiões do país, o feijão-caupi têm várias denominações populares, por exemplo, no Nordeste os nomes mais comuns são feijão-macassa e feijão-de-corda; já no Norte é chamado de feijão-de-praia, feijão-da-colônia, feijão-de-estrada e manteiguinha; no Sul como feijão-miúdo. Também em alguns locais da Bahia e norte de Minas Gerais é conhecido como feijão-gurutuba e feijão-catador, além dessas denominações em Sergipe, Bahia e Rio de Janeiro, é popularmente chamado de feijão-fradinho entre outros (FREIRE - FILHO, 2011).

Além de vários nomes, possui várias morfologias, inclusive nos grãos, há um tipo que tem o tegumento branco com um grande halo preto, que é chamado de feijão-fradinho nos estados de Sergipe, Bahia e Rio de Janeiro (FREIRE FILHO, 2011). Lima *et al.* (2020) em seu trabalho com feijão-caupi faz uso de uma variedade com as mesmas características morfológicas do fradinho, contudo, é comumente conhecido na região Nordeste paraense como cultivar BR3 Tracuateua, caracterizado com elevada produtividade quando comparado com outras variações de caupi.

Freire-Filho (2011) demonstra esta tamanha variabilidade de grãos de feijão-caupi, pode dividi-lo em classes e subclasses em função de sua cor, sendo a primeira classe a dos “Branco” (quando pelo menos 90% de grãos possuem tegumento de coloração branca), nesta classe, estão contidas as subclasses: Branco liso (tegumento branco-liso, com vastos tamanhos e formas, mas sem halo); Branco rugoso (tegumento branco-rugoso, poucas variações de tamanho; relativamente grandes, reniformes e sem halo); Fradinho (tegumento rugoso e branco com um halo preto e contornos definidos); Olho-marrom (tegumento que pode ser liso ou rugoso, mas de cor branca e com um halo marrom de contornos definidos); Olho-vermelho (tegumento rugoso ou liso, mas de cor branca com halo vermelho tendo contornos definidos).

Na classe “Preto”, os grãos tem no mínimo seus 90% possuintes de tegumento de coloração preta, variando na possibilidade de ser fosco ou brilhoso. Suas subclasses são: os pretos com tegumento liso fosco e os pretos de tegumento liso com brilho. A classe cores trata de uma categoria que define grãos com ao menos 90% do seu total possuintes de cores, e no máximo 10% de outras cultivares desta classe que mostrem contraste na cor ou no tamanho.

### 1.1.2 Crescimento do cultivo da cultura

Nos últimos anos a agricultura brasileira vem enfrentando grandes desafios e passando por mudanças tecnológicas nos sistemas produtivos, em relação as mudanças climáticas ou pelo aumento dos insumos agrícolas. E o reflexo disso é percebido nos sistemas de produção de inúmeras culturas, seja forma positiva ou negativa, sobretudo daquelas que necessitam do uso de grande quantidade de insumos, como fertilizantes, sementes e agroquímicos (FREIRE- FILHO *et al.*, 2011).

Em consequência disso, a cada ano o custo de produção vem aumentando, levando os agricultores a buscarem novas opções para seu sistema produtivo, sendo o feijão-caupi uma dessas opções para os produtores (FREIRE- FILHO *et al.*, 2011). Nos últimos 20 anos o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) juntamente com o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) L. passaram por mudanças, tendo como destaque o aumento da produtividade, sobretudo na 3ª safra, além do crescimento da produção em regiões mais desenvolvidas, aumento a produção no país (WANDER, 2007).

No cerrado, sobretudo quando é cultivado como cultura de safrinha, o feijão-caupi tem um custo bastante competitivo, e isso tem contribuído para o aumento do interesse dos agricultores pelo cultivo da espécie. Além do mais, a produção de boa qualidade, aumenta aceitabilidade do produto pelos comerciantes, agroindustriais, distribuidores e consumidores. Além disso, a oferta de um produto padronizado e de qualidade, em quantidade e com regularidade no mercado têm despertado o interesse de mercados de outras regiões do país, colaborando para a abertura de novos mercados nacionais e internacionais para o feijão-caupi. (FREIRE- FILHO *et al.*, 2011).

### 1.1.3 Importância do feijão-caupi para o Brasil

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma cultura conhecida pela sua rusticidade, destacando-se por apresentar inúmeros benefícios nutricionais e socioeconômicos, somado ao elevado desempenho agrônomo e adaptabilidades a diversas condições edafoclimáticas, favorecendo sua produtividade nas diferentes regiões do país (ANDRADE-JUNIOR, 2000; ONOFRE, 2008; FREIRE FILHO *et al.*, 2011; SILVA-JUNIOR, 2018).

Integrante do grupo das leguminosas, essa espécie possui alto valor protéico; portanto, possuindo elevado valor nutricional para os seres humanos e fonte de renda para os produtores rurais (OLIVEIRA; DANTAS, 1984; FREITAS, 2006). Além do mais, é uma cultura com bom desempenho em todos os tipos de solo, e



bom desenvolvimento em solos profundos, de média a alta fertilidade (ANDRADE *et al.*, 2002).

A produção de feijão-caupi está presente em mais de 36 países, destaque para o Níger, Nigéria e Brasil que estão entre os maiores produtores (SILVA, 2009). No Brasil estão presentes diversas espécies cultivadas; contudo, dentro das diretrizes de regulamentação técnica, somente espécies de feijão comum e feijão-caupi, sendo *Phaseolus vulgaris* (L.) e *Vigna unguiculata* (L.) Walp. respectivamente, são consideradas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, como sendo de fato feijão (BRASIL, 2008). Tais espécies são determinadas como as mais importantes dentro do âmbito social e econômico do Brasil, visto que no País, a produção de caupi é concentrada nas regiões geograficamente mais superiores, como Nordeste e Norte e vem ganhando preferência para a região Centro-Oeste, principalmente para o Estado de Mato Grosso (FREIRE- FILHO, 2011).

O Brasil tem grande destaque na participação do consumo e produção de feijão-caupi, estando acima de 90%, sendo que produz 3,1 milhões de toneladas por ano, de acordo com a Conab (2019). O feijão-caupi está presente na mesa dos brasileiros desde meados do século XVI, sendo considerado um alimento composto por proteínas e grande valor energético, além de ter papel fundamental na segurança alimentar e nutricional de uma grande parcela da população brasileira, com destaque para as regiões Norte e Nordeste. Para a região Norte os anos de 2017 e 2018, tiveram área plantada de 26,9 mil hectares, tendo produção estimada em 24,4 mil toneladas e produtividade média de 821 kg/ ha (RODRIGUES *et al.*, 2020)

Estima-se que cerca dos 100% dos feijões produzidos no território brasileiro, 70% sejam do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) e 30% do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), entretanto, esses dados não condizem com a realidade dos Estados das regiões Nordeste e Norte, cujo cultivo e a produção é quase que exclusiva de feijão-caupi (COUTINHO *et al.*, 2014).

A região norte do Brasil se destaca com cerca de 55,8 mil hectares de plantações da cultura e o Estado do Pará, por conta de suas condições edafoclimáticas, tem sua produção referente ao feijão-caupi alcançando cerca de 85% do total de feijões produzidos, com uma produtividade anual em torno de 18,2 mil toneladas, de maneira mais potente ainda, Estados como o Amazonas, Amapá e Roraima, alcançam praticamente 100% da área cultivada com feijão (FILGUEIRAS *et al.*, 2009, CONAB, 2017; CRAVO, SMYTH; SOUZA, 2006; SILVA *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2021).

### 1.1.4 Importância da nutrição do feijoeiro

Em detrimento da vasta variabilidade genética dentro do gênero *Vigna*, bem como a diversidade de adaptação ambiental pela cultura (desde secas nordestinas à elevadas precipitações pluviométricas amazônicas), vários são os padrões denotados à nutrição desses sistemas de genótipos diversificados, prova disto são as mais variadas respostas de produtividade sendo apresentadas pela cultura em função de sua adubação (SAMPAIO; BRASIL, 2009). A adubação quando corretamente aliada com a nutrição mineral de plantas ganha destaque como fator primordial dentro do aumento da produtividade nas lavouras (BELLONI, 2016; LIMA *et al.*, 2020; LIMA *et al.*, 2021).

Todavia, este importante manejo da produção agrícola tem sido negligenciado por diversas pessoas da área de agrárias, sejam técnicos ou produtores, principalmente quanto ao suprimento da demanda por micronutrientes (TEIXEIRA *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2021). Além disso, ainda são poucos os trabalhos relacionados à adubação e consequentemente à nutrição das plantas produtoras de sementes com qualidade fisiológica, e de modo mais extremo, no caso de micronutrientes o cenário é ainda mais crítico (TEIXEIRA, *et al.*, 2005). Por ser uma planta de ciclo curto, o feijoeiro necessita que os nutrientes estejam prontamente disponíveis nos estádios de maior demanda da cultura, para não haver limitação de produtividade (BELLONI, 2016).

### 1.1.5 Importância dos micronutrientes para o feijão-caupi

No território nacional, a aplicação de micronutrientes é uma prática realizada de forma empírica, onde estes elementos são usados pelos produtores sem levar em consideração as especificidades das culturas ou a quantidade dos mesmos disponíveis no solo que atenda à demanda das plantas (SILVEIRA; DYNIA; ZIMMERMANN, 1996).

O papel que os micronutrientes desempenham nas plantas é fundamental durante sua fase de formação e de maturação dos grãos, de maneira mais específica, na constituição das membranas e acúmulo de carboidratos, bem como lipídeos e proteínas (SÁ, 1994). Malavolta (2006), relata que todos os elementos os quais as plantas não conseguem viver em sua ausência (nutrientes essenciais) precisam estar presentes nas plantas, entretanto, é necessário entender que nem todos os elementos presentes são essenciais.

Haja vista que o excesso ou a falta podem provocar na planta alterações em seu metabolismo, ocorrendo sintomas de toxidez, isso acontece quando há quantidades elevadas de nutrientes no solo, com baixa precipitação, baixo ou alto pH, espécies com altas taxas de absorção e translocação de nutrientes, entre outros fatores, daí a importância dos micronutrientes e seu desempenho na planta (FONTES, 2016).

A nutrição mineral é a forma mais rápida e de baixo custo para obtenção de boa produtividade das cultivares, pois quando se tem ótimos índices de produção e excelente qualidade nos produtos, se dá pelo equilíbrio na distribuição dos macros e micronutrientes que fazem parte do metabolismo das plantas (CAPORAL, 2005; LIMA *et al.*, 2020; LIMA *et al.*, 2021).

Os elementos minerais presentes no solo são fundamentais para funções específicas na vida das plantas, os macros e micronutrientes possuem igual importância, pois a diferença de proporção requerida não diminui o grau de importância, porém a falta ou excesso interferem diretamente no crescimento das culturas. E os micronutrientes também corroboram, sendo necessários para o desenvolvimento das plantas, pois estão diretamente ligados a forma estrutural, constituintes e ativadores enzimáticos (MALAVOLTA, 2006).

Apesar dos micronutrientes serem exigidos em pequenas doses, contém tanta importância quanto os macronutrientes para o desenvolvimento e produção das plantas (CERETTA *et al.*, 2005; LANA *et al.*, 2008; LEITE *et al.*, 2009). Quando ausentes ou em excesso esses micronutrientes podem causar vários problemas na cultura como mudanças metabólicas, resultando em queda de produtividade ou até mesmo a morte das plantas (MALAVOLTA; GOMES; ALCARDE, 2002).

Pois o excesso ou a falta podem provocar na planta alterações em seu metabolismo, ocorrendo sintomas de toxidez, isso acontece quando há quantidades elevadas de nutrientes no solo, com baixa precipitação, baixo ou alto pH, espécies com altas taxas de absorção e translocação de nutrientes, entre outros fatores (FONTES, 2016), daí a importância dos micronutrientes e seu desempenho na planta.

Todavia, o uso dos micronutrientes deve ser feito cuidadosamente, para que haja equilíbrio nutricional conforme as necessidades da planta em virtude de seu potencial produtivo. Em razão de que as cultivares apresentam exigências em diferentes quantidades de macro e micronutrientes (CLARK, 1983; LIMA *et al.*, 2020; LIMA *et al.*, 2021).

A nutrição mineral é um dos fatores que contribuem para o aumento da produtividade desse feijão, assim, compreender os efeitos dos micronutrientes na vida da cultura é imprescindível para se obter êxito na produção (TEXEIRA *et al.*, 2008). Por isso, é tão importante a compreensão do papel da nutrição mineral nas características morfológicas e fisiológicas das culturas (MALAVOLTA, 2006).

Na literatura há uma carência em estudos que evidenciem a implicância da omissão de nutrientes no desenvolvimento, rendimento e na nutrição da cultura (LEAL; PRADO, 2008). Pesquisas relacionadas ao feijoeiro, em termos de micronutrientes, são deficientes contrapondo a estudos de macronutrientes (TEXEIRA *et al.*, 2008).

Baseado nessas circunstâncias as pesquisa e estudos são de fundamental importância para o entendimento acerca do efeito dos micronutriente no desenvolvimento, estado nutricional e produção de grãos do feijão-caupi, para subsidiar o êxito nas áreas cultivadas e na produtividade, visto que é uma cultura de enorme potencial socioeconômico, e possui poucas pesquisas relacionadas aos micronutrientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE- JUNIOR, A, et al. **Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).** II. Teresina, Embrapa Meio-Norte- CPATU. (Embrapa-CPATU. Sistema de produção, 110p, 2002.

ANDRADE-JÚNIOR, A.S. **Viabilidade da irrigação, sob risco climático e econômico, nas microrregiões de Teresina e Litoral Piauiense.** 56f. Tese (Doutorado)-ESALQ, Piracicaba, 2000.

BELLONI, A. L. Efeito de fontes e doses de manganês no desenvolvimento do cultivar TAA Bola Cheia de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). 2016.

**BRASIL.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12 de 28 mar. 2008. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 31 mar. 2008. Seção 1, p. 11-14.

CAPORAL, F. R. Agroecologia não é um tipo de agricultura alternativa. 2005.

CERETTA, C. A.; PAVINATO, A.; PAVINATO, P. S.; MOREIRA, I. C. L.; GIROTTO, E.; TRENTIN, E. Micronutrientes na soja: produtividade e análise econômica. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 576-581, 2005.

CLARK, R. B. Plant genotype differences in uptake, translocation, accumulation, and use of mineral elements required for growth. **Plant and Soil, Dordrecht**, n. 72, p. 175- 196, 1983.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. V.4 – safra 2016/2017. N.6. **Sexto levantamento. março de 2017.** ISSN: 2318-6852.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. V.7 – safra 2019/2020. N. 6. **perspectivas para agropecuária.** ISSN: 2318-3241.

COUTINHO, P. W. R. et al. Doses de fósforo na cultura do feijão-caupi na região nordeste do Estado do Pará. **Revista Agro Ambiente On-line**, v. 8, n. 1, p. 66-73, 2014.

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J.; SOUZA, B. D. L. Nível crítico de potássio para feijão-caupi em latossolo amarelo textura média do Nordeste paraense. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6., 2006, Teresina. Tecnologias para o agronegócio: anais. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006.

FILGUEIRAS, G. C.; SANTOS, M. A. S.; HOMMA, A. K. O.; REBELLO, F. K.; CRAVO, M. S. Aspectos socioeconômicos. In: ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. **A cultura do feijão-caupi na Amazônia Brasileira**. Boa Vista. Embrapa Roraima, p. 23-58, 2009.

FONTES, P. C. R de. **Nutrição mineral de plantas: anamnese e diagnóstico**. Viçosa, Editora UFV, 2016.

FREIRE FILHO, F. R. Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. **Embrapa Meio-Norte-Livro científico (ALICE)**, 2011.

FREIRE-FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. do S. da R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, p. 18-27, 2011.

FREITAS, J. B. **Respostas fisiológicas ao estresse salino de duas cultivares de feijão-caupi**. 136 f. Tese (Doutorado em bioquímica) – Departamento de fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

LANA, R. M. Q.; PEREIRA, R. P.; LANA, A. M. Q.; FARIA, M. V. Utilização de micronutrientes na cultura do feijoeiro cultivado no sistema plantio direto. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 58-63, 2008.

LEAL, R; PRADO, R. Desordens nutricionais no feijoeiro por deficiência de macronutrientes, boro e zinco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife. v. 3, n 4, p.301-306, out.2008.

LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F.; COSTA, C. N.; RIBEIROS, A. M. B. Nodulação e produtividade de grãos do feijão-caupi em resposta ao molibdênio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 492-497, 2009.

LIMA, S. K. S.; SILVA, A. O.; SILVA, A. O.; SILVA, D. A. S.; VIEGAS, I. J. M. Influência da nutrição mineral com cobre na produtividade de grãos de feijão-caupi, culti-



var Canapu e BR3 tracueteua. In: V Congresso Internacional das Ciências Agrárias - COINTER PDVAGRO, 2020, Recife. **Sociedade 5.0: Educação, Ciência, Tecnologia e Amor.**, 2020. v. 5. p. 289-293.

LIMA, S. K. S.; SILVA, A. O.; SILVA, A. O.; SILVA, D. A. S.; VIEGAS, I. J. M. Influência da nutrição mineral com cobre na produtividade de grãos de feijão-caupi, cultivar Canapu e BR3 tracueteua. **in: congresso internacional de ciências agrárias**, 2020. V Congresso Internacional das Ciências Agrárias, 2020.

LIMA, S. K. S.; SILVA, A. O.; SILVA, A. O.; SILVA, D. A. S.; VIEGAS, I. J. M. Influência da nutrição mineral com cobre na produtividade de grãos de feijão-caupi, cultivar Canapu e BR3 tracueteua. *In: BAPTISTA, J. A. A.; MEDEIROS, L. N.; BEZERRA, T. R. Q.; MEDEIROS, V. S. Perspectivas das ciências agrárias na sociedade 5.0: educação, ciência, tecnologia e amor.* Recife. **Editora IIDV**, p. 289-293, 2020.

LIMA, S. K. S.; SILVA, A. O.; SILVA, A. O.; VIEGAS, I. J. M. Efeitos do cobre no desenvolvimento e produção de grãos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) walp) em latossolo amarelo textura média. In: XVII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2021, Capanema-PA. **XVII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, 2021.

LIMA, S. K. S.; CONCEICAO, E. C. S.; SILVA, A. O.; SILVA, H. B.; VIEGAS, I. J. M. Suplementação com cobre no desenvolvimento de cultivares de feijão-caupi, PARÁ. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**, 2021, RECIFE. VI Congresso Internacional das Ciências Agrárias, 2021.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 638p, 2006.

MALAVOLTA, E., PIMENTEL-GOMES, F., ALCARDE, J. C. Adubos e Adubações. São Paulo: Nobel, p. 200, 2002.

OLIVEIRA, I.P.; DANTAS, J.P. **Sintomas de deficiência nutricional e recomendações de adubação para caupi**. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1984.

ONOFRE, A. V. C. **Diversidade genética e avaliação de genótipos de feijão-caupi contrastantes para resistência aos estresses bióticos e abióticos com marcadores SSR, DAF e ISSR**. Dissertação de Mestrado, UFPE, Recife, 2008.

RODRIGUES, JELF et al. Avaliação da produtividade de cultivares de feijão-caupi para cultivo no estado do Pará. **Embrapa Amazônia Oriental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2020.

SÁ, M. E. **Importância da adubação na qualidade de sementes**. In: SÁ, M. E.; BUZZETI, S. Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas. São Paulo: **Ícone**, P.294-328, 1994.

SAMPAIO, L. S.; BRASIL, E. C. Exigência nutricional do feijão-caupi. In: Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: **CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI**, 2., 2009, Belém, PA. Da agricultura de subsistência ao agronegócio: **anais...** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009.

SANTOS, T. M. et al. Produção de biomassa e nível crítico tóxico do capim-xaraés em função da aplicação de zinco. **Boletim de Indústria Animal**, v. 66, n. 1, p. 53-60, 2009.

SILVA, K. Estatística da produção de feijão-caupi. **Embrapa Meio-norte artigo de divulgação de mídia (INFOTECA-E)**, 2009.

SILVA, A. O.; SILVA, A. O.; SILVA, T. F.; GOMES, J. A.; SILVA, D. A. S. Lâmpadas de led influenciam no armazenamento de feijão-caupi. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**, 2021. VI Congresso Internacional das Ciências Agrárias, 2021.

SILVA, H. B.; SILVA, A. O.; LIMA, S. K. S.; CONCEICAO, E. C. S.; VIEGAS, I. J. M. molibdênio na nutrição mineral de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) walp). In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2021, RECIFE**. VI Congresso Internacional das Ciências Agrárias, 2021.

SILVA, A. O.; SILVA, A. O.; GOMES, J. A.; OLIVEIRA, R.C.; SILVA, D. A. S.; VIÉ-GAS, I. J. M. Armazenamento de grãos na agricultura familiar: principais problemáticas e formas de armazenamento na região nordeste paraense. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p.1-11, 2021.

SILVEIRA, P. M.; DYNIA, J. F.; ZIMMERMANN, F. J. P. Resposta do feijoeiro irrigado a boro, zinco e molibdênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 20, n. 2, p. 198-204, 1996.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. J. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. Nova Odessa: **Instituto Plantarum**, 2008.

TEIXEIRA, I. R, et al. Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco. **Bragantia**, v. 64, p. 83-88, 2005.

TEIXEIRA, I. R.; BORÉM, A.; ANDRADE, M.J.B.; GIÚDICE, M.P.D.; CECOM, P; R. Teores de clorofila em plantas de feijoeiro influenciadas pela adubação com manganês e zinco. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.26, n.2, p.147-152, 2004.

TEXEIRA, I; BORÉM, A; SILVA, A; KIKUTI, H. Fontes e doses de zinco no feijoeiro cultivado em diferentes épocas de semeadura. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 255-259, jun. 2008.

WANDER, A. E. Produção e consumo de feijão no Brasil, 1975-2005. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 7-21, fev. 2007.







## CAPÍTULO 2

---

### COBRE NA NUTRIÇÃO MINERAL DE FEIJÃO-CAUPI

#### *COPPER IN MINERAL NUTRITION OF CAUPI BEANS*

Silvia Kalini dos Santos de Lima  
Alasse Oliveira da Silva  
Ismael de Jesus Matos Viégas  
Elaine Cristina da Silva Conceição  
Jhonatah Albuquerque Gomes  
Liliane Marques de Sousa  
Tamires Freitas da Silva  
Diocléa Almeida Seabra Silva

DOI: 10.46898/rfb.9786558892366.2

O cobre é um micronutriente de grande importância para as leguminosas como o feijão-caupi, pois este nutriente auxilia na fixação simbiótica de  $N_2$ ; além de atuar na síntese de proteínas e metabolismo de carboidratos (MARSCHNER, 1995). Com isso, observa-se que o cobre está diretamente relacionado com o bom crescimento e desenvolvimento da cultura, além disso as proteínas que possuem cobre atuam em processos de desintoxicação de radicais livres de superóxidos, na fotossíntese, na respiração e na lignificação das plantas (MARSCHNER, 1995; KERBAUY, 2004).

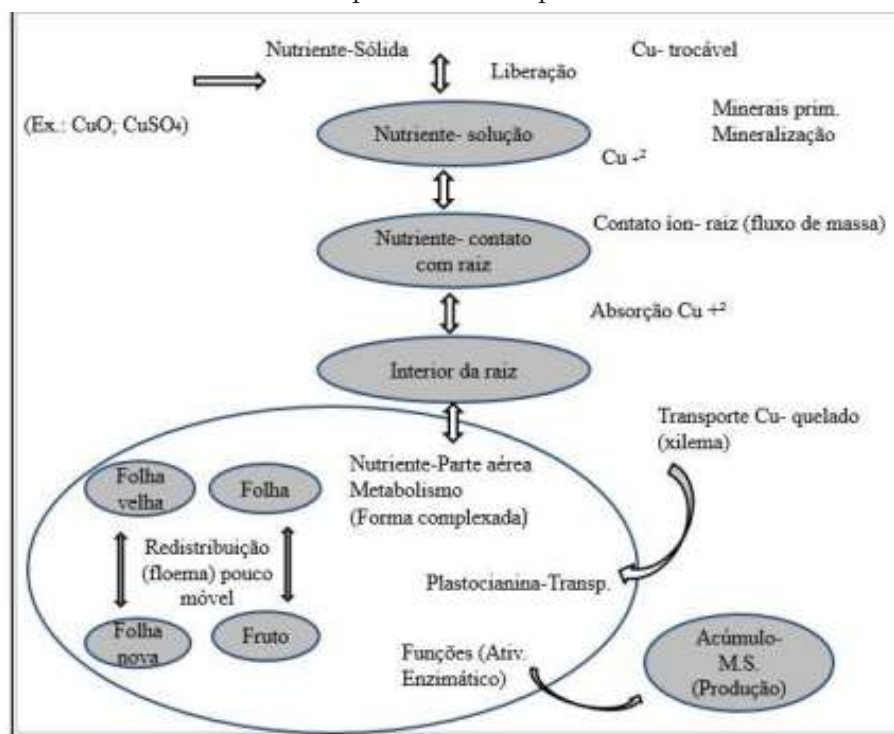
Segundo Malavolta (2006), o cobre é absorvido pelas plantas na forma de  $Cu^{+2}$  e concentrações elevadas de P, Mo e Zn diminuem sua absorção, o mesmo autor afirma que, diversas enzimas contendo Cu catalisam reações de óxido-redução as quais são cruciais à fotossíntese e respiração. Logo, a deficiência desse micronutriente pode produzir amarelecimento nas folhas, com extremidades esbranquiçadas (NETO-BEZERRA; BARRETO).

Também a adubação frequente com nitrogênio e fósforo estimula o rápido desenvolvimento das plantas de feijoeiro, e isso reduz a disponibilidade de cobre no solo para as plantas, fazendo com que a demanda nutricional da cultura não seja atendida, limitando a produção em campo (FAGERIA *et al.*, 2011).

Estando presente nos minerais primários e secundários, conectado a compostos orgânicos, a colóides do solo e na forma de cátion trocável, o cobre tem representatividade na estabilização da sua mobilidade e disponibilidade na solução do solo. Sua disponibilidade é afetada pela sua alteração de acidez no solo. Com o aumento do pH do solo, há diminuição nos teores de cobre nas soluções, por conta da forte adsorção em fase sólida (MENGEL; KIRKBY, 1987). Na cultura do feijão-caupi existem poucas pesquisas com o cobre, porém são encontrados trabalhos em outras culturas agrícolas, entre elas o trigo, milho, arroz, aveia, cevada.

O cobre no solo ocorre pelo fluxo de massa, já o seu transporte, ocorre via xilema, na forma de cobre quelado ou aminoácidos, enquanto que sua redistribuição é considerada pouco móvel no floema, a sintomatologia pode ser observada pode ser observada nas folhas mais novas das plantas (PRADO, 2020).

**Figura 1-** Dinâmica do cobre no sistema solo planta nos processos de passagem do nutriente nos compartimentos da planta.



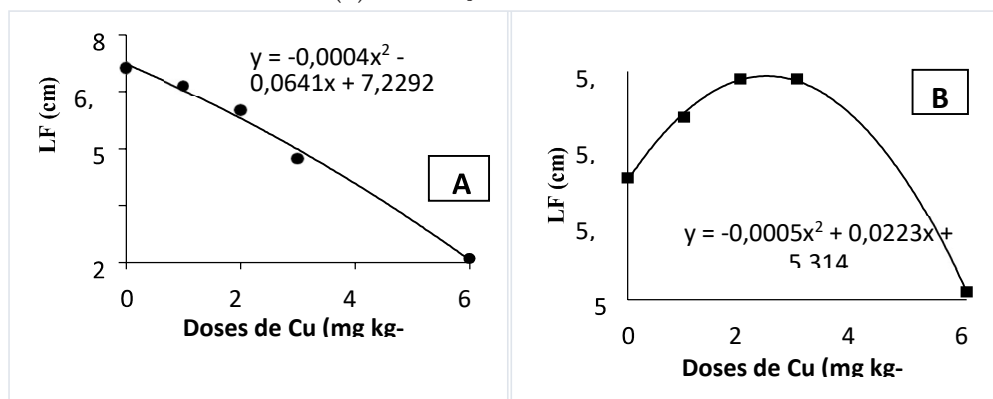
Fonte: PRADO (2020)

Dessa forma, percebe-se que os micronutrientes desempenham papel na produção das lavouras, especialmente nos grãos, porque o fornecimento de elementos minerais tal como o cobre, pode aumentar a produção de vagens de feijão-caupi de forma significativa (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994).

## 2.1 RESULTADOS DE PESQUISA

A partir da análise das variáveis produtivas, observou-se que o comprimento da folha da cultivar Canapu apresentou diminuição linear dessa característica com a elevação das doses de cobre, como mostrado na figura 2. Esse comportamento mostra que a variedade Canapu pode ser menos exigente em cobre, visto que a concentração de 0,2 mg/kg presente no solo propiciou o maior comprimento das folhas. Em contrapartida, a cultivar BRS Tracuateua demonstrou ser mais exigente em Cu para essa característica, tendo a dose máxima estimada de 36,7 mg kg<sup>-1</sup> de cobre para um comprimento de folha estimado de 11,2 cm.

**Figura 2** - Comprimento das folhas (CF) nas cultivares de feijão caupi Canapu (A) e BR3 Tracuateua (B), em função das doses de cobre.

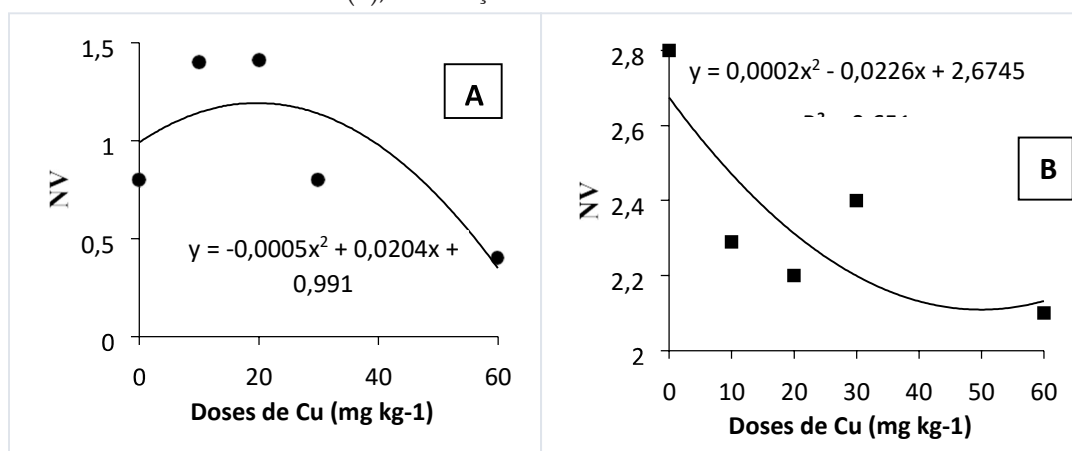


Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Dentre os vários fatores que podem explicar esse comportamento, está o fato de o cobre ocorrer naturalmente no solo em concentrações suficientes para promover o crescimento e desenvolvimento das plantas (ZAMPIERI, 2010). Todavia, o excesso desse micronutriente pode comprometer o desempenho das plantas cultivadas afetando a produção de biomassa e consequentemente sua produtividade em campo.

Quanto a variável, número de vagens percebeu-se diferença significativa entre os tratamentos com cobre para a cultivar Canapu, sendo que a dose ótima foi de 20,4 mg kg que propiciou 1,2 vagens. Sendo melhor explicada no gráfico por uma equação quadrática conforme a Figura 3. Por outro lado, a cultivar BR3 Tracuateua não foi observado diferença significativa entre as diferentes doses aplicadas, entretanto, percebeu-se um pico no gráfico da testemunha, revelando que a quantidade de Cu no solo foi suficiente para a característica número de vagens.

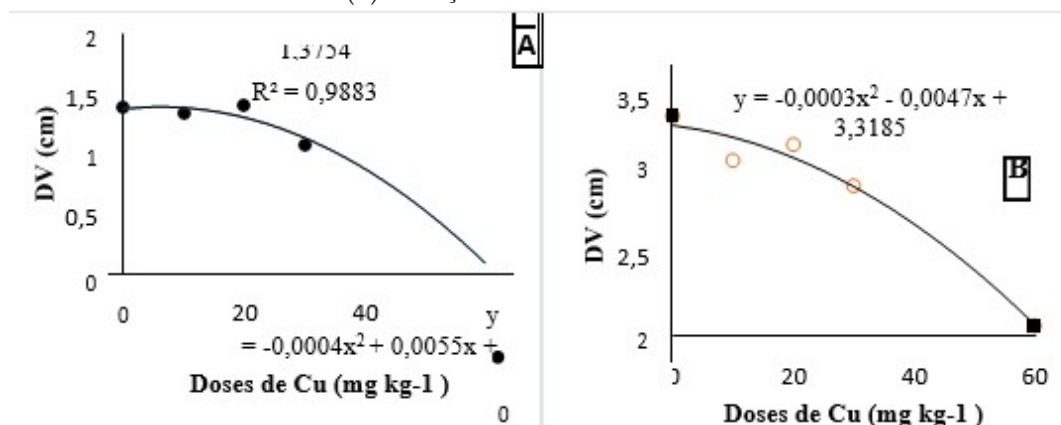
**Figura 3** - Números de vagens (NV) nas cultivares de feijão-caupi Canapu (A) e BR3 Tracuateua (B), em função das doses de cobre.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Em relação a variável diâmetro da vagem a equação mais confiável para explicar a relação entre as doses e essa característica foi a do segundo grau representada na (Figura 3). A cultivar Canapu demonstrou diferença entre os tratamentos com dose ótima estimada em 17,4 mg kg correspondendo ao valor estimado de 1,6 cm de diâmetro de vagem, já para a cultivar BRS Tracuetea a dose foi de 7,8 mg kg de cobre para 3,2 cm de diâmetro da vagem.

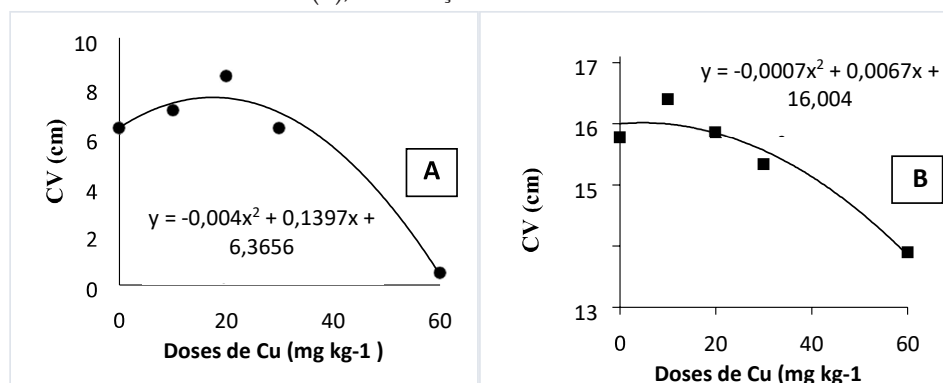
**Figura 4** - Diâmetro das vagens (DV) nas cultivares de feijão-caupi Canapu (A) e BR3 Tracuetea (B) e função das doses de cobre.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Para a variável comprimento das vagens, as variedades BR3 Tracuetea e Canapu foram responsivas a adubação com cobre, conforme o modelo quadrático, sendo a dose ótima estimada de 4,78 mg kg<sup>-1</sup> de cobre que promoveu o máximo de comprimento das vagens com de 16 cm para a cultivar BR3 Tracuetea e de 19,9 mg kg<sup>-1</sup> que proporcionou o maior comprimento de vagem de 7,0 cm para a cultivar Canapu, segundo a equação quadrática e após esta dose houve uma diminuição do comprimento da vagem como apresentado na Figura 6, aliado ao fato da acidez do solo que pode ter contribuído para aumentar a disponibilidade desse micronutriente.

**Figura 5** - Comprimento da vagem (CV) nas cultivares de feijão caupi Canapu (A) e BR 3 Tracuetea (B), em função das doses de cobre.

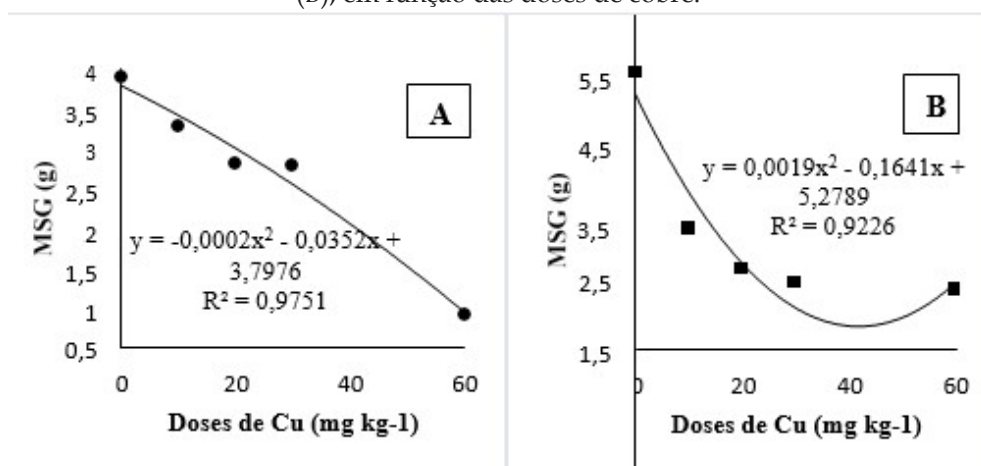


Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Isto pode ter ocorrido, devido os resultados da análise de solo pode estar muito ácido. Por outro lado, Santos *et al.* (2007), observaram em seus estudos com feijão-caupi que não houve diferenças significativas sobre o comprimento da vagem entre doses de cobre aplicadas na cultura.

O comprimento das vagens para BR3 Tracuateua foi de 16 cm podendo ser considerado um bom comprimento, conforme características botânicas estudadas por Freire Filho *et al.* (2005), onde a BR3 Tracuateua tem comprimento de vagem em média de 16,8 cm. Já a cultivar Canapu nessa referida pesquisa a média foi de somente 7 cm considerada baixa em relação ao CV obtido por Carvalho (2012), em torno de 16 cm.

**Figura 6** - Massa seca dos grãos (MSG) nas cultivares de feijão-caupi Canapu (A) e BR3 Tracuateua (B), em função das doses de cobre.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

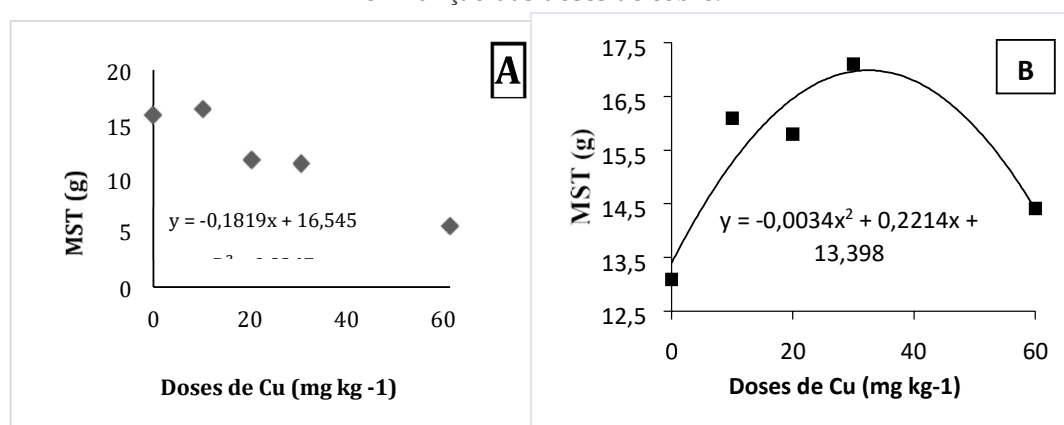
A massa seca dos grãos, apresentou comportamento diferenciado para as cultivares indicando que o teor de cobre no solo foi suficiente para atingir a máxima produtividade, pois o aumento das doses desse micronutriente reduziu a massa seca dos grãos (Figura 6A e B). Na ausência da aplicação de cobre, a cultivar Br 3 Tracuateua foi mais produtiva que a Canapu. É provável que esse menor peso de grãos obtido com a Canapu pode ser consequência de uma maior sensibilidade ao Cu, indicando ser esta cultivar menos tolerante a possível toxidez do micronutriente, ou pelo próprio potencial genético da cultivar.

Um estudo com feijão-de-corda aplicado cobre, zinco e molibdênio verificou que as adições desses micronutrientes não alteraram significativamente as produções de grãos e massa seca das plantas cobre (MENDES, 1997). Por outro lado, Girollo (2000), observou que a adição de doses de cobre em soja proporcionou diminuição na produtividade da cultura.



A massa seca total diminui linearmente com aumento das doses de cobre para Canapu (Figura 7 A) e para a cultivar BR3 Tracuateua ocorreu resposta com suprimento de cobre, sendo possível determinar a dose ótima estimada de 32,5 mg kg<sup>-1</sup> de Cu que proporcionou a máxima massa seca total estimada de 17 g /planta (Figura 7 B). A estimativa de 17 g planta de massa seca total com semeadura manual no espaçamento de 0,40 x 0,20 m, com duas plantas por cova (agricultura familiar) e população estimada de 250 mil plantas/ ha de feijão caupi, se obtém 1750 kg/ha de massa seca total.

**Figura 7** - Massa seca total (MST) das cultivares de feijão caupi Canapu (A) e BR3 Tracuateua (B), em função das doses de cobre.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Por outro lado, Silva *et al.* (2014), observaram decréscimo na massa seca total quando houve aumento das doses aplicadas de Cu, os referidos autores verificaram início de toxidez nas plantas, pelo fato de a absorção do nutriente ter sido maior.

## 2.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As cultivares de feijão-caupi mostraram diferentes comportamentos quanto à aplicação de cobre. A cultivar BR 3 Tracuateua foi mais tolerante as doses de cobre mostrando pouca exigência pelo mesmo, enquanto Canapu respondeu positivamente aplicação do nutriente no que diz respeito à produtividade dos grãos. Essa maior absorção de cobre pela cultivar BR3 Tracuateua é superior à da soja em que a quantidade de cobre considera suficiente estaria na faixa de 10 a 30 mg kg (EMBRAPA, 1999).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, J. F. **Avaliação de cultivares de feijão-caupi e feijão vagem arbustivo em sistema orgânico de produção**. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2012.

EMBRAPA. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. Brasília, DF: **Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia**, p. 370, 1999.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. Growth and mineral nutrition of field crops. 3rd edition. **CRC Press**: Boca Raton, p. 560, 2011.

FREIRE FILHO, F. R. et al. BR3-Tracuateua purificada: cultivar de feijão-caupi para o Estado do Pará. Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2005.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, JA de A.; RIBEIRO, V. Q. Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2005.

GIROLDO, A. F. **Efeito da aplicação de B, Cu e Mn em soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivada sobre um latossolo de ponta grossa, paraná.** p. 99. Dissertação (Mestrado em Agronomia- área de concentração ciência do solo) - Setor de ciências agrárias, Universidade Federal do Paraná, 2000.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Guanabara Koogan, p. 451, 2004.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, p. 638, 2006.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic press, 889 p. 1995.

MENDES, H. A. N. **Efeitos do fósforo, zinco, cobre e molibdênio na produção de feijão-de-corda cultivado em cambissolo da chapada do Apodi, Ceará.** 1997.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. Principles of Plant Nutrition. Worblaufen-Bern, Switzerland: **International Potash Institute**, ed. 4, 687, 1987.

NETO-BEZERRA, J.; BARRETO, L. P.; COELHO, J. B. M. Considerações sobre nutrição mineral e o caso do feijão *Vigna*. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, v. 11/12, p.85-120, 2015.

PRADO, R.M. Nutrição de plantas. Editora Unesp, 2020.

ROSOLEM, C. A.; MARUBAYASHI, O. M. Seja o doutor do seu feijoeiro. **Informações agrônômicas**, v. 68, p. 01-16, 1994.

SANTOS, J. F *et al.* Produtividade de feijão caupi utilizando biofertilizante e uréia. **Tecnologia e Ciência agropecuária**, v. 1, n. 01, p. 25-29, 2007.

SILVA, A. et al. Teores de micronutrientes no solo e foliar com aplicação de fontes quelatadas e sulfatadas em feijão. **Engenharia Agrícola**, v. 34, p. 28-37, 2014.

ZAMPIERI, M. C. T. **Estudos sobre os efeitos de cobre e zinco no crescimento da plântula de *Aechmea blanchetiana* (beker) L. B. Smith cultivada in vitro. Aplicação com nêutrons.** p. 58. Dissertação (Mestrado em ciências na área tecnologia nuclear) -Instituto de pesquisas energéticas e nucleares, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

## CAPÍTULO 3

---

### MOLIBDÊNIO NA NUTRIÇÃO MINERAL DE FEIJÃO-CAUPI

*MOLYBDENUM IN THE MINERAL NUTRITION OF CAUPI  
BEANS*

Alasse Oliveira da Silva  
Silvia Kalini dos Santos de Lima  
Ismael de Jesus Matos Viégas  
Layana Gomes do Nascimento  
Elaine Cristina da Silva Conceição  
Liliane Marques de Sousa  
Tamires Freitas da Silva  
Aline Oliveira da Silva

DOI: 10.46898/rfb.9786558892366.3

O cobre é um micronutriente de grande importância para as leguminosas como o feijão-caupi, pois este nutriente auxilia na fixação simbiótica de N<sub>2</sub>; além de atuar na síntese de proteínas e metabolismo de carboidratos (MARSCHNER, 1995). Com isso, observa-se que o cobre está diretamente relacionado com o bom crescimento e desenvolvimento da cultura, além disso as proteínas que osuem cobre atuam em processos de desintoxicação de radicais livres de superóxidos, na fotossíntese, na respiração e na lignificação das plantas (MARSCHNER, 1995; KERBAUY, 2004).

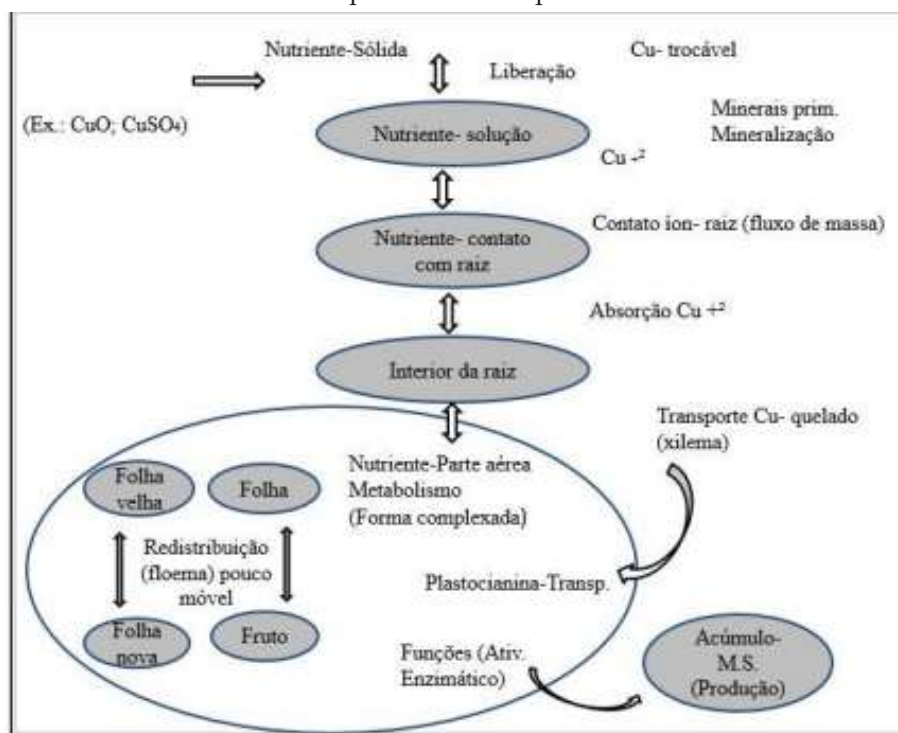
Segundo Malavolta (2006), o cobre é absorvido pelas plantas na forma de Cu<sup>+2</sup> e concentrações elevadas de P, Mo e Zn diminuem sua absorção, o mesmo autor afirma que, diversas enzimas contendo Cu catalisam reações de óxido-redução as quais são cruciais à fotossíntese e respiração. Logo, a deficiência desse micronutriente pode produzir amarelecimento nas folhas, com extremidades esbranquiçadas (NETO-BEZERRA; BARRETO).

Também a adubação frequente com nitrogênio e fosforo estimula o rápido desenvolvimento das plantas de feijoeiro, e isso reduz a disponibilidade de cobre no solo para as plantas, fazendo com que a demanda nutricional da cultura não seja atendida, limitando a produção em campo (FAGERIA *et al.*, 2011).

Estando presente nos minerais primários e secundários, conectado a compostos orgânicos, a colóides do solo e na forma de cátion trocável. O cobre tem representatividade na estabilização da sua mobilidade e disponibilidade na solução do solo. Sua disponibilidade é afetada pela sua alteração de acidez no solo. Com o aumento do pH do solo, há diminuição nos teores de cobre nas soluções, por conta da forte adsorção em fase sólida (MENGEL; KIRKBY, 1987). Na cultura do feijão-caupi existem poucas pesquisas com o cobre, porém são encontrados trabalhos em outras culturas agrícolas, entre elas o trigo, milho, arroz, aveia, cevada.

O cobre no solo ocorre pelo fluxo de massa, já o seu transporte, ocorre via xilema, na forma de cobre quelado ou aminoácidos, enquanto que sua redistribuição é considerada pouco móvel no floema, a sintomatologia em decorrência de sua pode ser observada nas folhas mais novas das plantas (PRADO, 2020).

**Figura 1** - Dinâmica do cobre no sistema solo planta nos processos de passagem do nutriente nos compartimentos da planta.



Fonte: PRADO (2020)

Dessa forma, percebe-se que os micronutrientes desempenham papel na produção das lavouras, especialmente nos grãos, porque o fornecimento de elementos minerais tal como o cobre, a produção de vagens de feijão-caupi pode aumentar significativamente em campo (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994).

O feijoeiro por ser do grupo de plantas das leguminosas necessita da presença do molibdênio (Mo<sup>2+</sup>), pois este atua em enzimas que fazem o aproveitamento de nitrogênio no processo de Fixação Biológica de Nitrogênio. Sendo um micronutriente de suma importância para a cultura, pois a FBN quando eficiente no feijão-caupi é capaz de elevar os níveis de produtividade da cultura (RUMJANEK *et al.*, 2005; LEITE *et al.*, 2009).

O molibdênio é constituinte enzimático, presente na nitrogenase e no nitrato desidrogenase. A deficiência de Mo relaciona-se com as características do tipo de solo, tendo como fatores agravantes, os solos muito arenosos, a disponibilidade aumenta em função do pH, a calagem favorece a presença de Mo no solo (MALAVOLTA, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2009).

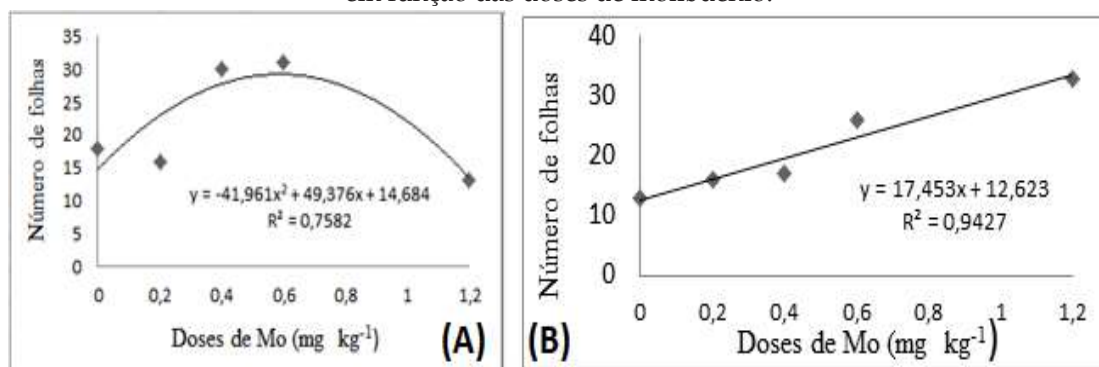
Portanto, a nutrição mineral de plantas via adubação mineral é um processo primordial para o desenvolvimento e crescimento das culturas, uma vez que se relaciona com o aumento da produção. Com isso, um manejo adequado dos aspectos

nutricionais com ênfase ao micronutriente molibdênio proporciona ganhos significativos de produção para o agronegócio (MENEGHETT *et al.*, 2017).

### 3.1 RESULTADOS DE PESQUISAS

Dentre as variáveis produtivas, o número de folhas das cultivares de feijão caupi Sempre Verde e BR3 Tracuateua, apresentam diferentes comportamentos em função das doses de molibdênio. Em relação a cultivar sempre verde, o modelo que mais se ajustou para a variável número de folhas foi a equação do segundo grau com o coeficiente de determinação de 75%, sendo que a dose ótima estimada foi de 0,6 mg kg<sup>-1</sup> (figura 1). Por outro lado, a BR3 Tracuateua apresentou ajuste linear crescente com o coeficiente de determinação de 94%, mostrando ter uma tendência de maior exigência em molibdênio.

**Figura 1** - Número de folhas nas cultivares de feijão caupi Sempre Verde (A) e BR3 Tracuateua (B), em função das doses de molibdênio.



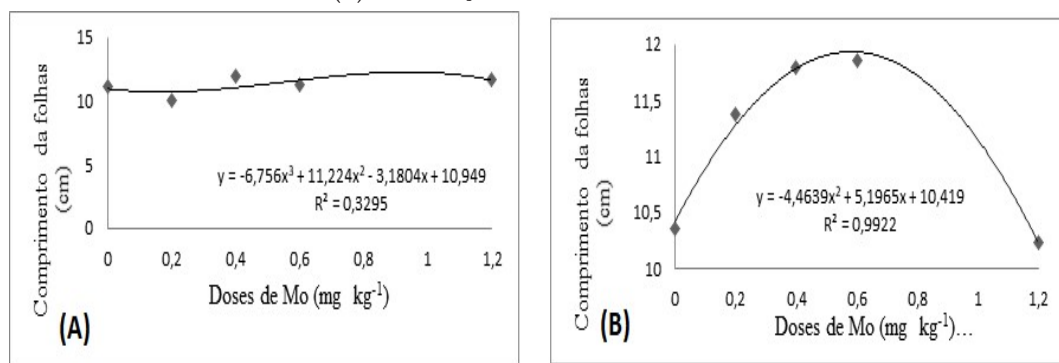
Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

A depender das doses de molibdênio, que varia conforme sua mobilidade, as cultivares de feijão caupi podem apresentar diferentes comportamentos quanto a adubação com esse micronutriente, conforme verificado em pesquisas com *Vigna mungo* L. hepper) (JONGRUAYSUP *et al.*, 1994).

A cultivar sempre verde não apresentou efeito significativo para as doses de molibdênio quanto ao comprimento das folhas, como representado na figura 2 (A). Resultados semelhantes foram obtidos por Alves *et al.*, (2002). Enquanto que a BR3 tracuateua obteve comportamento com ajuste de equação de segundo grau crescente até a dose de 0,6 mg kg<sup>-1</sup>, após isso a um comportamento decrescente manifestando toxidez no feijoeiro.



**Figura 2** - Comprimento das folhas das cultivares de feijão caupi Sempre Verde (A) e BR3 Tracuateua (B), em função das doses de molibdênio.

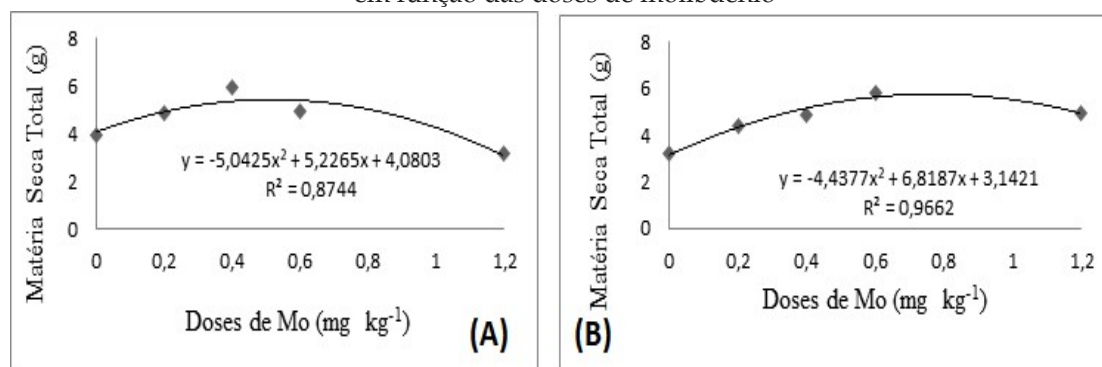


Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Esse resultado pode ser justificado pelo excesso de Mo no solo a partir da dose de 0,6 mg kg<sup>-1</sup>, causando efeito tóxico as plantas de feijoeiro, resultando em menor comprimento das folhas e produção (PRADO, 2008). Além disso, na cultura do feijão caupi o Mo é o nutriente com interesse no campo da pesquisa, pela sua importância em relação ao aumento das variáveis biométricas, com destaque para largura e comprimento foliar (CALONEGO *et al.*, 2010).

Em relação a massa seca total das plantas, o modelo de regressão que melhor se ajustou para explicar o efeito das doses do molibdênio nas cultivares de feijão-caupi, foi a equação do segundo com coeficiente de determinação de 87% e 96% para a cultivar sempre verde e BR3 Tracuateua respectivamente. Sendo que a dose ótima estimada foi de 0,4 mg kg<sup>-1</sup> de Molibdênio para variedade Sempre Verde, enquanto que para a BR3 Tracuateua a melhor dose foi 0,6 mg kg<sup>-1</sup> de Mo, como representado na (figura 3).

**Figura 3** - Massa seca total das cultivares de feijão caupi Sempre Verde (A) e BR3 Tracuateua (B), em função das doses de molibdênio



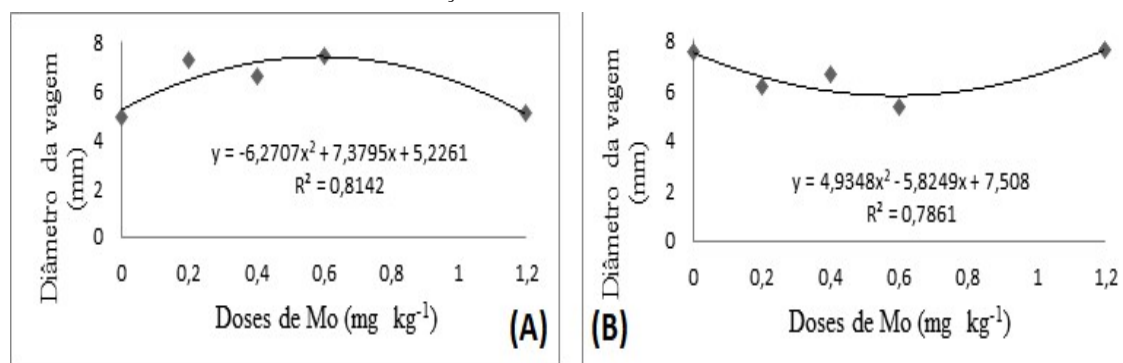
Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Resultados semelhantes foram obtidos por Leite *et al.* (2007), que em seus estudos observaram que doses crescentes de Mo elevaram os teores de matéria seca total do feijoeiro comum cv. ouro vermelho. Por outro lado, Sousa (2019), obtiveram



que a aplicação de Molibdênio não influenciou o acúmulo de massa seca, tal como Guareschi e Perin (2009) que não observaram efeito nas culturas da soja e feijão.

**Figura 4** - Diâmetro da vagem cultivares de feijão caupi Sempre Verde (A) e BR3 Tracuateua (B), em função das doses de molibdênio.

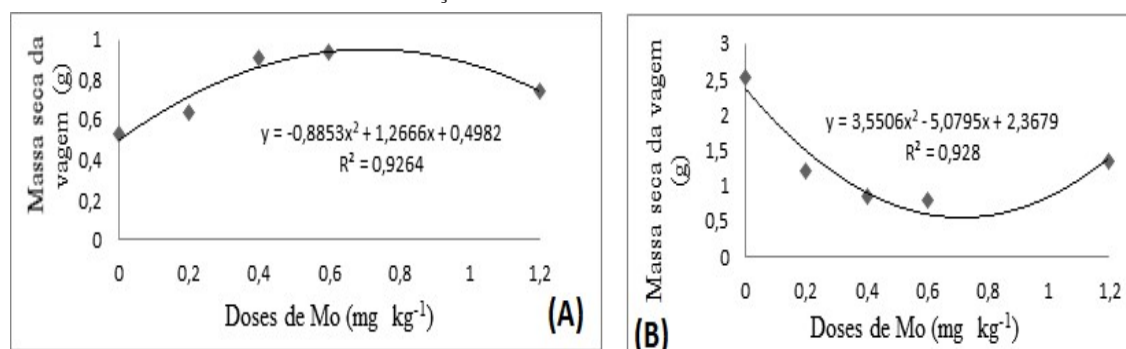


Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Em relação ao diâmetro da vagem, a resposta satisfatória foi obtida na dose  $0,2 \text{ mg kg}^{-1}$  de Mo para a cultivar sempre verde. A BR3 Tracuateua não apresentou efeito significativo para as doses de molibdênio quanto ao diâmetro da vagem. O comportamento da cultivar BR3 Tracuateua, pode ter ocorrido em função da presença desse micronutriente no solo suprimindo assim a necessidade da planta (Alves *et al.*, 2002).

Quanto a massa seca da vagem, a variedade Sempre Verde apresentou resultados significativos, sendo a melhor dose estimada em  $0,6 \text{ mg kg}^{-1}$  de Molibdênio, a partir dessa dose observa-se efeito de fitotoxidez nas plantas de feijão. No entanto, para a BR3 Tracuateua houve decréscimo da massa seca da vagem conforme a elevação das doses de Mo, como demonstrado na figura 5.

**Figura 5** - Massa seca das vagens cultivares de feijão caupi Sempre Verde (A) e BR3 Tracuateua (B), em função das doses de molibdênio.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Esse comportamento apresentado pela variedade sempre verde difere dos obtidos por Silva, Silva e Câmara (2006), que observaram que não houve respostas significativas em nenhuma das características avaliadas conforme aumento das do-

ses às doses molibdênio. Em contrapartida, doses crescentes de Molibdênio influenciaram o número de grãos do feijoeiro comum cv. ouro vermelho (Leite *et al.*, 2007).

### 3.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As cultivares de feijão-caupi apresentam diferentes comportamentos quanto à exigência de molibdênio. A cultivar sempre verde apresentou melhor resposta quanto à aplicação de molibdênio em relação a cultivar BR3 tracueteua, sendo que a dose ótima para variedade sempre verde e BR3 tracueteua foi de 0,6 mg de kg<sup>-1</sup> de molibdênio com base na massa seca das plantas

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J.M.; GUIMARÃES, E.C.; ALVES, J.S.; JACOB NETO, J. Aplicação foliar de molibdênio em caupi (*Vigna unguiculata* (L.). **Revista ciências da vida**, v.22, n. 2, p. 193-197, 2002.

CALONEGO, J. C.; RAMOS JÚNIOR, E. U.; BARBOSA, R. D.; LEITE, G. H. P.; FILHO, H. G. Adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro com suplementação de molibdênio via foliar. **Revista Ciência Agronomia**, v. 41, n. 3, p. 334-340, 2010.

GUARESCHI, R. F.; PERIN, A. Efeito do molibdênio nas culturas da soja e do feijão via adubação foliar. **Global Science And Technology**, v. 02, n. 03, p.08 – 15, 2009.

JONGRUAYSUP, S et al. Distribution and redistribution of molybdenums in black gram (*Vigna mungo* L. Hepper) in relation to molybdenum supply. **Annals of Botany**, v. 73, p. 161-7, 1994.

LEITE, L.F.C.; ARAÚJO, A.S.R. ; COSTA, C.N.; RIBEIRO, A.M.B. **Nodulação e produtividade de grãos do feijão – caupi em resposta ao molibdênio**. Revista Ciências Agrônômica. Fortaleza, v.40, n. 4, p. 492 -497, out- dez, 2009.

LEITE, U.T.; ARAUJO, G. A. A.; MIRANDA, G. V.; VIEIRA, R. F.; CARNEIRO, J. E. S.; PIRES, A. A. Rendimento de grãos e componentes de rendimento do feijoeiro em função da aplicação foliar de doses crescentes de molibdênio. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, n. 1 p. 113-120, 2007.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 638p, 2006.

MENEGHETTE, H. H. A. et al., 2017. Doses de Fósforo e Potássio em Plantas de Amendoim na Presença e Ausência de Adubação Foliar. **Brazilian Journal of Bio systems Engineering**, v. 11, p. 125-134, 2017.

PRADO, R.M. **Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo, Editora UNESP, p. 407, 2008.

RUMJANEK, N. G. et al. Fixação biológica do nitrogênio. *In*: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.) **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, p. 281-335. 2005.

SILVA, F. A. S., SILVA, J. A. L., CÂMARA, J. A. S. Efeito de doses crescentes de molibdênio, via foliar, sobre diferentes caracteres agronômicos em feijão-caupi. **Embrapa Meio Norte**, Teresina, PI, p. 1-3, 2006.

SOUSA, J. V. L. Desenvolvimento inicial do feijão-caupi em função de crescentes doses de molibdênio. p. 28, Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Pernambuco, campus de Serra Talhada, Serra Talhada-PE, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. Tradução: SANTARÉM, E. R (et al). Cap. 5. Nutrição Mineral. Porto Alegre. **Artmed**, p.95-104.4 ed.848p, 2009.



## CAPÍTULO 4

---

### ZINCO NA NUTRIÇÃO MINERAL DE FEIJÃO-CAUPI

#### *ZINC IN MINERAL NUTRITION OF CAUPI BEANS*

Silvia Kalini dos Santos de Lima  
Alasse Oliveira da Silva  
Layana Gomes do Nascimento  
Elaine Cristina da Silva Conceição  
Liliane Marques de Sousa  
Ismael de Jesus Matos Viégas  
Jhonatah Albuquerque Gomes

DOI: 10.46898/rfb.9786558892366.4

O micronutriente zinco é um poderoso inibidor na oxidação de NADPH, atuando rapidamente na dissipação dos íons superóxido em peróxido de hidrogênio pela superóxido dismutase cloroplástica (Cu-Zn SOD), de maneira que, não sendo convertido no procedimento de desintoxicação, esses íons podem ser transformados em íons OH, contendo maior toxicidade, enfatizando o quanto é importante a função do zinco na rápida desintoxicação de planta (CAKMAK, 2000; PANDEY *et al.*, 2002; GOMES *et al.*, 2021).

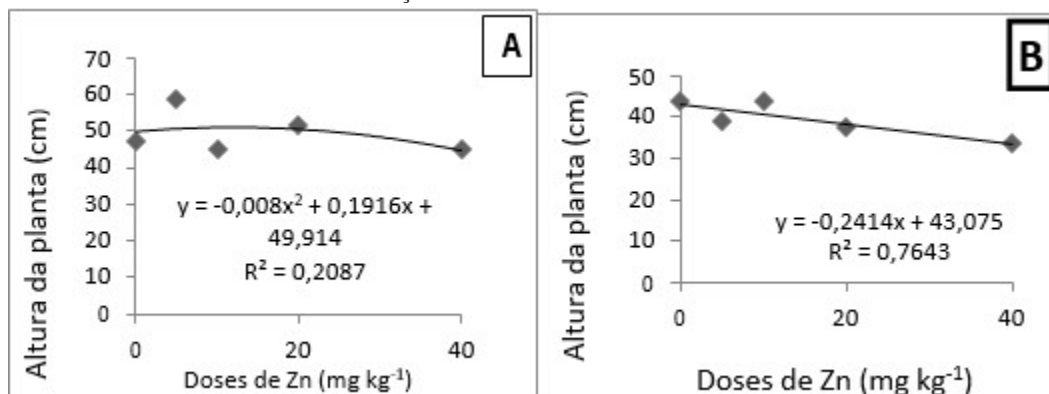
O zinco ocorre na solução do solo sendo absorvido pelas plantas como  $Zn^{+2}$ . Sua concentração diminui por volta de 100 vezes para cada aumento de uma unidade de pH (ABREU, 2001). Da mesma forma, como micronutriente catiônico, em solos com teor de matéria orgânica ideal, a maioria do zinco da solução se dá em formas complexas ou quelatos com radicais orgânicos. Deste modo, nos solos com pH elevado ou com teor de matéria orgânica baixo, a deficiência de zinco pode se tornar um problema.

A nutrição mineral é um dos fatores que contribuem para o aumento da produtividade desse feijão, assim compreender os efeitos dos micronutrientes na vida da cultura é imprescindível para se obter êxito na produção (TEXEIRA *et al.*, 2008). Notadamente o micronutriente zinco apresenta particularidades na cultura do feijoeiro, pois está ligado a processos metabólicos, estruturais e reguladores de enzimas, logo há necessidade de mais estudos sobre esta problemática, visto que são poucas as pesquisas relacionadas ao zinco na cultura do feijão (TEXEIRA *et al.*, 2008; GOMES *et al.*, 2021).

#### 4.1 RESULTADOS DE PESQUISAS

A cultivar BRS Aracê apresentou efeito significativo para as doses de zinco quanto à altura das plantas (Figura 4A), enquanto que a BR3 Tracuateua obteve comportamento linear descendente. Bonnecarrère *et al.* (2004), em suas pesquisas também observaram que não houve diferença significativa entre as doses de zinco aplicadas para a variável altura da planta em genótipos de arroz.

**Figura 1** - Altura das plantas nas cultivares de feijão caupi Aracê (A) e BR3 Tracuateua (B), em função das doses de zinco.

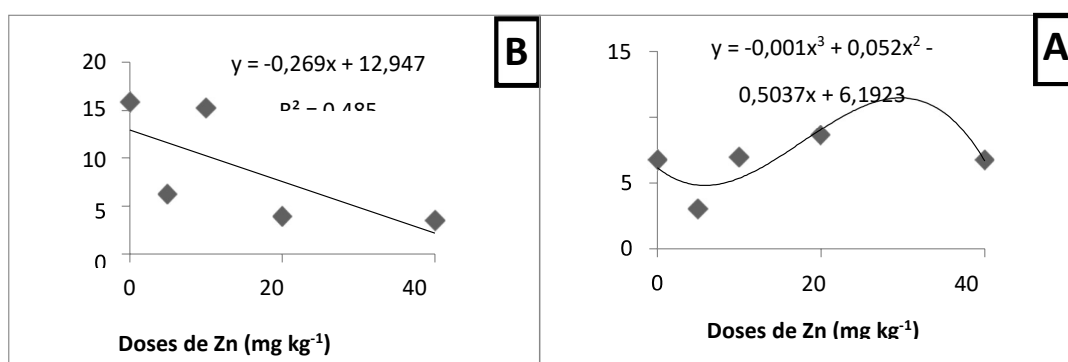


Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Em relação à variável número de folhas as cultivares de feijão caupi Aracê e BR3 Tracuateua, apresentam diferentes comportamentos em função das doses de zinco. A cultivar Aracê mostrou comportamento linear decrescente e toxidez na dose máxima de Zn para a variável número de folhas com o coeficiente de determinação de 48% (Figura 1).

A BR3 Tracuateua apresentou coeficiente de determinação de 62%, mostrando-se ser menos exigente em zinco. De acordo com Menegatti *et al.* (2017), afirmaram que quando é usada baixas concentrações de Zn, o número de folhas é menor em comparação quando usa-se altas concentrações. Quando isso ocorre, o aumento no número de folhas com doses mais elevadas, é devido a planta está sob estresse, formando uma nova folha de modo a aumentar a área foliar e fotossintética, com intuito de otimizar o fornecimento de energia.

**Figura 2** - Número de folhas nas cultivares de feijão caupi Aracê (A) e BR3 Tracuateua (B), em função das doses de zinco.

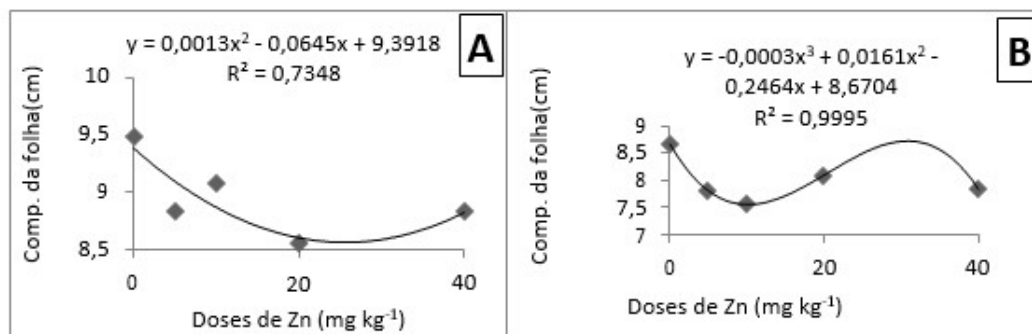


Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

O modelo que melhor representou o comportamento da variável comprimento das vagens foi a equação de regressão do terceiro grau para a cultivar BRS Aracê (Figura 8A). As doses de zinco para a cultivar BR3 Tracuateua tiveram tendência linear ascendente no comprimento das vagens, pois conforme aumento das doses,

maior comprimento das vagens (Figura 8B). Rosal (2013), trabalhando com feijão-caupi com doses de fósforo e zinco verificou que a variável comprimento das vagens foi influenciada e também apresentou ajuste linear quando submetida as doses de Zn.

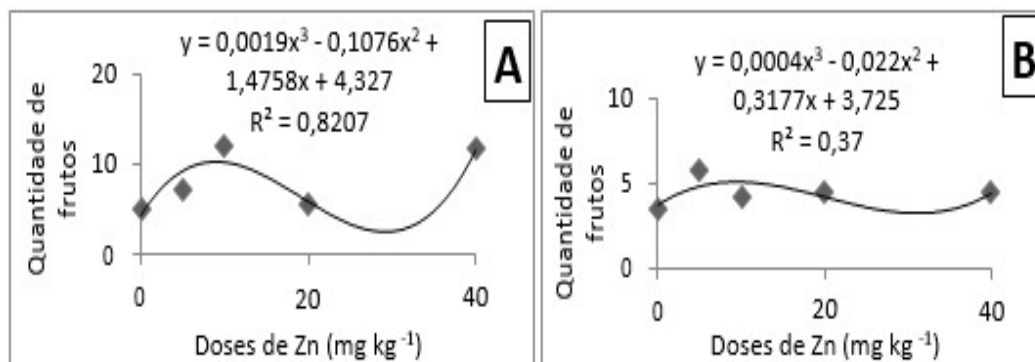
**Figura 3** - Comprimento das vagens nas cultivares de feijão caupi Aracê (A) e BR3 Tracueteua (B), em função das doses de zinco.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

O modelo que melhor representou o comportamento da variável quantidade de frutos foi a equação de regressão do terceiro grau para as duas cultivares (Figura 4). Em contrapartida com Lemes *et al.* (2017), onde obteve resposta linear para essa variável, sendo que houve aumento do número de sementes de soja, conforme aumento das doses de Zn em soja.

**Figura 4** - Quantidade de frutos nas cultivares de feijão caupi Aracê (A) e BR3 Tracueteua (B), em função das doses de zinco.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)



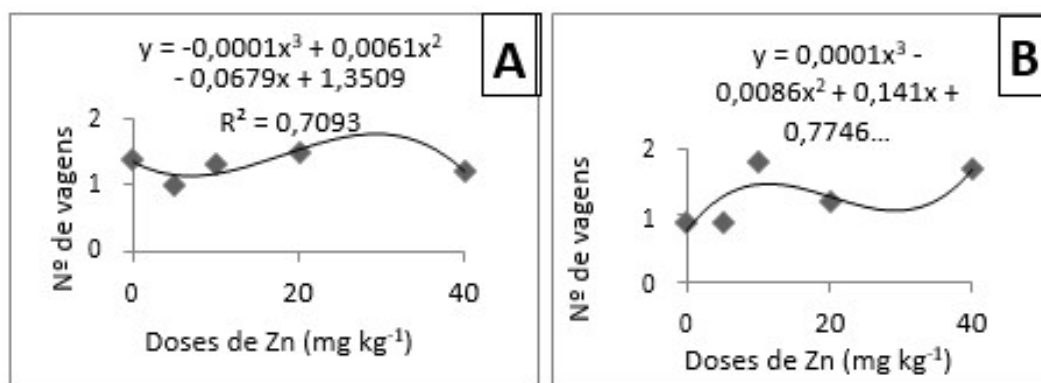
**Figura 5** - Quantidade de frutos para cada cultivar Aracê (A) e BR3 Tracuateua (B) em função das doses de zinco.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Em relação ao número de vagens as equações para as cultivares foram as do terceiro grau (Figura 6). Rosal (2013) obteve ajuste linear para essa variável nas doses 0 e 1 kg há-1 de Zn aplicadas em feijão caupi.

**Figura 6** - Número de vagens nas cultivares de feijão caupi Aracê (A) e BR3 Tracuateua (B), em função das doses de zinco.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

**Figura 7** - Número de vagens para cultivar Aracê (A) e BR3 Tracuateua(B).

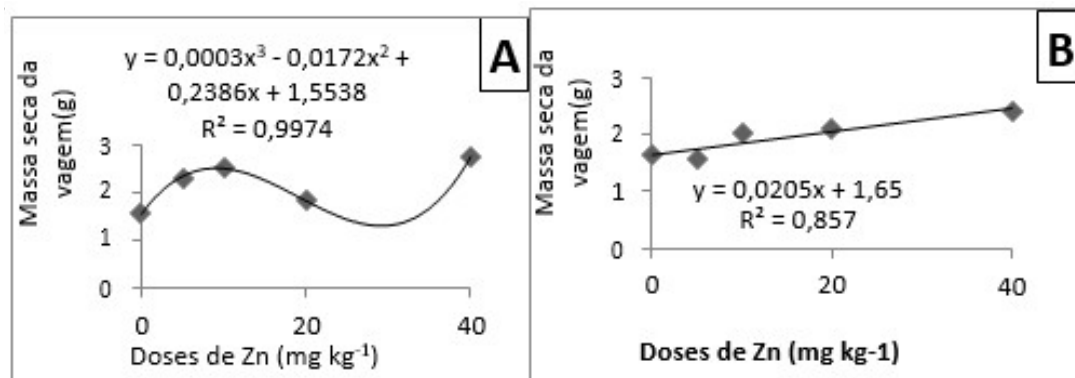


Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Em relação à massa seca da vagem nas cultivares de feijão caupi Aracê e BR3 Tracuateua, apresentam diferente comportamento em função das doses de zinco. Em se tratando da cultivar Aracê o modelo que mais se ajustou para a variável número de vagens foi a equação do terceiro grau com o coeficiente de determinação de 99% (Figura 8A). Para a BR3 Tracuateua o ajuste foi linear crescente com o coeficiente de determinação de 85%, mostrando-se exigente em zinco. Tito *et al.* (2011), aplicaram doses de 50, 250 e 450 mg kg<sup>-1</sup> de Zn em pesquisa com feijoeiro e

constataram diferença significativa para a variável massa seca da vagem conforme aumento das doses.

**Figura 8** - Massa seca da vagem nas cultivares de feijão caupi Aracê (A) e BR3 Tracuateua (B), em função das doses de zinco.

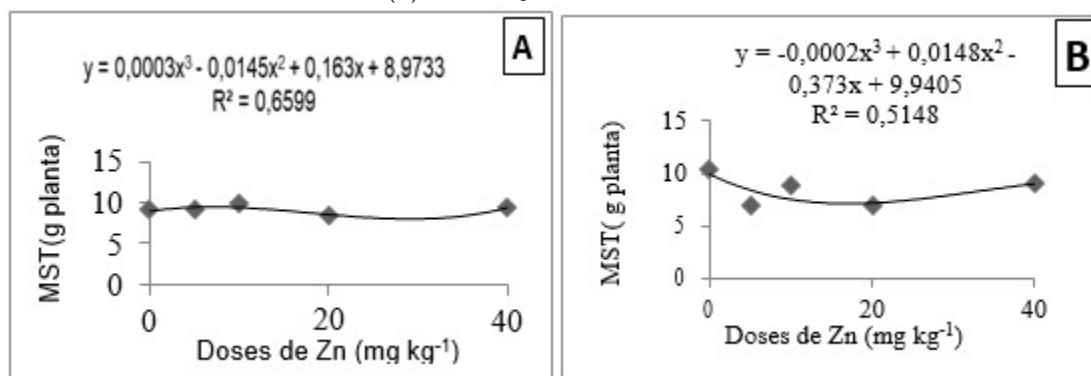


Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Quanto a massa seca total das plantas para a cultivar BRS Aracê e BR 3 Tracuateua o modelo de regressão que melhor se ajustou para explicar o efeito das doses de zinco nas cultivares foi a equação do terceiro grau com coeficiente de determinação de 66% (Figura 9A), enquanto para a cultivar e BR3 Tracuateua o coeficiente de determinação foi de 51%, (Figura 9B).

Tito *et al.* (2011), obtiveram comportamento linear, para a variável MST com diminuição na produção conforme aumento das doses de zinco, aplicadas no feijão. Bonnacarrère *et al.* (2004), trabalharam com arroz e observaram que não houve diferença significativa para a variável MST em relação as doses aplicadas de Zn, o que confirma exigências maiores ou menores em Zn, conforme a planta.

**Figura 9** - Massa seca total (MST) das plantas nas cultivares de feijão caupi Aracê (A) e BR3 Tracuateua (B), em função das doses de zinco.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

## 4.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As cultivares Aracê e BR3 Tracueteua mostraram resultados bastante com relação às variáveis em função das doses de Zn, o que era de certo modo esperado, indicando que o teor de 1,8 mg dm<sup>-3</sup> Zn do Latossolo Amarelo é suficiente para atender a demanda nutricional de Zn pelas cultivares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C.A.; FERREIRA, M.E.; BORKET, C.M. **Disponibilidade e avaliação de elementos catiônicos: zinco e cobre**. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B. ABREU, C.A. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, p. 125-150, 2001.

BONNECARRÈRE, R. A. G. et al. Resposta de genótipos de arroz irrigado à aplicação de zinco. **Revista Faculdade Zootecnia Veterinária e Agronomia**, v. 10, n. 1, p. 214-222, 2004.

CAKMAK, I. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. **New Phytologist**, v. 146, p. 185-205, 2000.

GOMES, J. A.; SILVA, A.O; SILVA, A. O.; OLIVEIRA, C. N. +98A.; SANTOS, F. S.; SILVA, D. A. S.; SILVA, T. F. O Sistema Bragantino de Produção de Grãos e Culturas Industriais apresenta efeito benéfico na renda e na agricultura sustentável: In: ZUFFO, A. M.; AGUILERA, J. G. Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume IV. Nova Xavantina, MG: **Pantanal editora**, p. 122-130, 2021.

GOMES, J. A.; SILVA, A. O.; SILVA, T. F.; SILVA, A. O.; SILVA, D. A. S. Qualidade de grãos de feijão-caupi cv. BR3-tracueteua submetido a diferentes iluminações de diodos emissores de luz. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**, 2021, RECIFE. VI Congresso Internacional das Ciências Agrárias, 2021.

LEMES, E. et al. Tratamento de sementes de soja com zinco: efeito na qualidade fisiológica e produtividade. In: **Colloquium Agrariae**. p. 76- 86, 2017.

MENEGATTI, R. D. et al. Diferentes concentrações de zinco no desenvolvimento de plantas de *Phaseolus vulgaris* L. **Evidência**, v. 17, n. 1, p. 23-32, 2017.

PANDEY, N.; PATHAK, G. C.; SINGH, A. K.; SHARMA, C. Enzymic changes in response to zinc nutrition. **Journal of Plant Physiology**, v. 159, p. 1151-1153, 2002.

ROSAL, C. J. S. **Doses de fósforo e zinco na cultura do feijão-caupi**. 48 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Jaboticabal-SP, 2013.

TEXEIRA, I; BORÉM, A; SILVA, A; KIKUTI, H. Fontes e doses de zinco no feijoeiro cultivado em diferentes épocas de semeadura. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 255-259, 2008.

TITO, G. A. et al. Uso de bentonita na remediação de solos contaminados com zinco: Efeito na produção de feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 917-923, 2011.

---

## ÍNDICE REMISSIVO

### C

Cobre 19, 20, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 45

Cultivar 13, 18, 19, 20, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 43, 44

Cultivares 13, 17, 19, 20, 26, 27, 28, 29, 34, 35, 36, 37, 41, 42, 43, 44, 45

### D

Doses 17, 18, 21, 25, 26, 27, 28, 29, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45

### F

Feijão 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45

Feijão-caupi 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 35, 37, 38, 45

Função 13, 16, 20, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45

### M

Micronutrientes 16, 17, 18, 19, 25, 28, 30, 33, 40

Mineral 16, 17, 18, 19, 20, 21, 30, 33, 37, 40

Molibdênio 19, 21, 28, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38

### N

Nutrição 16, 17, 18, 19, 20, 21, 30, 33, 37, 40

### P

Plantas 13, 16, 17, 19, 20, 21, 24, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 37, 40, 41, 44, 45

Produção 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 40, 44, 45

Produtividade 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 26, 28, 29, 33, 37, 40, 45

### T

Tracuateua 19, 20, 34, 37, 45

### Z

Zinco 19, 20, 21, 28, 30, 40, 41, 42, 43, 44, 45

---

## **SOBRE OS AUTORES**

### **Alasse Oliveira da Silva**

Engenheiro agrônomo pela Universidade Federal Rural da Amazônia e Técnico em Agronegócio (SENAR). Mestrando pelo programa de pós-graduação em Fitotecnia pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESAL/USP), Piracicaba, SP.

E-mail: [alasse.oliveira77@gmail.com](mailto:alasse.oliveira77@gmail.com)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2723161231656669>

### **Aline Oliveira da Silva**

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal Rural da Amazônia, campus de Capanema, PA. Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Agricultura pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP.

E-mail: [oliveiraaline141@gmail.com](mailto:oliveiraaline141@gmail.com)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/272315552367895>

### **Diocléa Almeida Seabra Silva**

Engenheira Agrônoma, professora na Universidade Federal Rural da Amazônia, campus de Capanema, PA.

E-mail: [diocleaseabra85@gmail.com](mailto:diocleaseabra85@gmail.com)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/272315552367895>

### **Elaine Cristina da Silva Conceição**

Engenheira agrônoma pela Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Capanema, PA.

E-mail: [cris21elane@gmail.com](mailto:cris21elane@gmail.com)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/272315552316>

### **Jhonatah Albuquerque Gomes**

Graduando em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia, campus de Capanema, PA.

---

E-mail: [jhonatahgomes@gmail.com](mailto:jhonatahgomes@gmail.com)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/272315567677>

### **Layana Gomes do Nascimento**

Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia, campus de Capanema, PA.

E-mail: [layanagomes9611@gmail.com](mailto:layanagomes9611@gmail.com)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/272315552316564>

### **Liliane Marques de Sousa**

Engenheira agrônoma pela Universidade Federal Rural da Amazônia, mestranda do programa de pós-graduação em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

E-mail: [lilianeengenheira007@gmail.com](mailto:lilianeengenheira007@gmail.com)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/272315552316>

### **Ismael de Jesus Matos Viégas**

Engenheiro agrônomo, doutor em Ciências Agrárias, ex-pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, professor da Universidade Federal Rural da Amazônia, campus de Capanema, PA.

E-mail: [matosviegas@hotmail.com](mailto:matosviegas@hotmail.com)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5645151005844327>

### **Silvia Kalini dos Santos de Lima**

Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia, campus de Capanema, PA.

E-mail: [kaliny140@gmail.com](mailto:kaliny140@gmail.com)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9901888136752818>

---



## **Tamires Freitas da Silva**

Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal Rural da Amazônia,  
campus de Capanema, PA.

E-mail: [tamiressfreitas@yahoo.com.br](mailto:tamiressfreitas@yahoo.com.br)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/272315556788>



# **NUTRIÇÃO MINERAL**

*COM MICRONUTRIENTES*

## **EM FEIJÃO-CAUPI**



RFB Editora  
Home Page: [www.rfbeditora.com](http://www.rfbeditora.com)  
Email: [adm@rfbeditora.com](mailto:adm@rfbeditora.com)  
WhatsApp: 91 98885-7730  
CNPJ: 39.242.488/0001-07  
Av. Augusto Montenegro, 4120 - Parque Verde,  
Belém - PA, 66635-110

