

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

APLICAÇÃO DE FERRO EM MUDAS DE CAFEIEIRO

WENGLER MATEUS GARCIA

CASSILÂNDIA – MS
DEZEMBRO/2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CASSILÂNDIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

APLICAÇÃO DE FERRO EM MUDAS DE CAFEIEIRO

WENGLER MATEUS GARCIA

Orientador: Prof. Dr. Edilson Costa

Coorientador: Prof. Dr. Tiago Zoz

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia - Sustentabilidade na Agricultura, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia - Sustentabilidade na Agricultura.

CASSILÂNDIA – MS

DEZEMBRO/2021

G211a Garcia, Wengler Mateus

Aplicação de ferro em mudas de cafeeiro / Wengler Mateus
Garcia. – Cassilândia, MS: UEMS, 2021.
51 p.

Dissertação (Mestrado) – Agronomia – Universidade
Estadual de Mato Grosso do Sul, 2021.

Orientadora: Prof. Dr. Edilson Costa

Coorientador: Prof. Dr. Tiago Zoz

1. *Coffea arábica* L. 2. Nutrição 3. Doses de ferro 4.
Mudas de café 5. Aplicação via foliar I. Costa, Edilson II.
Zoz, Tiago III. Título

CDD 23. ed. - 631



Governo do Estado de Mato Grosso do Sul
Fundação Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
PROPP - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
UEMS - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Sede Dourados
UUCass - Unidade Universitária de Cassilândia
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
PGAC - Área de Concentração em Sustentabilidade na Agricultura



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: APLICAÇÃO DE FERRO EM MUDAS DE CAFEIEIRO

AUTOR(A): WENGLER MATEUS GARCIA

ORIENTADOR(A): EDILSON COSTA

COORIENTADOR(A): TIAGO ZOZ

Aprovado como parte das exigências para obtenção de MESTRE EM AGRONOMIA, Área de concentração: "Sustentabilidade na Agricultura", pela Comissão Examinadora

Prof. Dr. Edilson Costa

Orientador(a)

Prof. Dr. Eduardo Pradi Vendruscolo - UEMS

Participação via webconferência

Prof. Dr. Flavio Ferreira da Silva Binotti - UEMS

Participação via webconferência

Prof. Dr. Gilson Silverio da Silva - UNIFRAN

Participação via webconferência

Data da realização: 08 de dezembro de 2021.

*“É difícil tornar infeliz o homem que se sente digno
e louva o grande Deus que o criou”*

Abraham Lincoln.

DEDICATÓRIA

Dedico esta conquista primeiramente a Deus que me proporcionou esta maravilhosa oportunidade de poder cursar toda a pós-graduação com saúde e paz. Dedico secundamente à minha família, principalmente meus pais, Wanderlei e Sandra, por todo o seu apoio no decorrer da pós-graduação, pois, mesmo nos momentos difíceis me ajudaram com todo o seu apoio, me transmitindo paz e me aconselhando na direção correta, e como sempre me incentivando nos estudos, e ao Professor Doutor Edilson Costa que pacientemente me ajudou em todos os momentos durante essa trajetória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as bênçãos concedidas na minha trajetória e durante toda a pós-graduação, a minha família que me apoiou com orações durante toda a realização da pós-graduação, pois com Deus na frente nos tornamos indestrutíveis.

Agradeço toda a minha família principalmente aos meus pais, Sandra Aparecida Faria Garcia e Wanderlei Soares Garcia que com muita oração e dedicação me criaram e me colocaram no caminho correto, e as suas atitudes demonstradas no dia a dia deles me tornaram o homem que sou hoje, com caráter respeito e disciplina. Também agradeço meus avós José Garcia de Oliveira e Gení Soares Garcia que foram os meus segundos pais que nunca deixaram de me apoiar e me incentivar em toda minha vida, além de me educarem e mostrarem o caminho certo a trilhar.

Também sou muito grato a minha namorada Andyara Gabriele de Oliveira Cintra, por ter me apoiado e ajudado nos experimentos, além de me apoiar na minha trajetória acadêmica em todos os aspectos, sempre me aconselhando, tendo paciência e me incentivando, muito obrigado por todo o apoio. Agradeço também a minha sogra Aparecida Helena de Oliveira que sempre me tratou como um filho e me ajudou nas horas mais difíceis, estando sempre presente na minha vida e foi com toda certeza um dos alicerces que me ajudou nessa conquista.

Agradeço ao Prof. Dr. Edilson Costa e o Prof. Dr. Tiago Zoz, por ter me orientado na pós-graduação, sempre com muita dedicação, serenidade, muita competência, e principalmente com muita paciência.

A todos os professores da pós-graduação pelos ensinamentos. Aos colegas, Giuliana Moita Sales, Leandra Cardoso, Akim Garcia e Samuel Duarte que me auxiliaram no decorrer da pós-graduação.

A Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Cassilândia e a todos os funcionários.

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado do Mato Grosso do Sul – FUNDECT (FUNDECT/CNPq/PRONEM – MS, Processo 59/300.116/2015 – N° FUNDECT 080/2015)

Meus agradecimentos aos membros da banca o Prof. Dr. Gilson Silvério da Silva e a Prof. Dr. Flávio Ferreira Da Silva Binotti que aceitaram o convite prontamente.

A fazenda Bela Época, o gerente Maicon Eduardo Nogueira e o Proprietário André Luís da Cunha, deixo os meus agradecimentos por me auxiliarem e me cederem o espaço para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Programa Institucional de Bolsas aos Alunos de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (PIBAP/UEMS).

Muito Obrigado a todos por fazerem parte desta etapa da minha vida e que Deus os abençoe.

SUMÁRIO

Sumário

LISTA DE TABELAS.....	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS.....	10
INTRODUÇÃO GERAL.....	11
REFERÊNCIAS	12
CAPITULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	14
1.1. ASPECTOS GERAIS DO CAFEIEIRO (<i>Coffea arábica L.</i>)	14
1.2. SUBSTRATOS	15
1.3. NUTRIÇÃO	16
1.4. MUDAS	17
1.5. PRAGAS E DOENÇAS	18
1.6. REFERÊNCIAS	19
CAPITULO 2. COMPARAÇÃO DE MODOS DE APLICAÇÃO DE FERRO EM MUDAS DE CAFEIEIRO	26
2.1 INTRODUÇÃO	28
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	29
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
2.4. CONCLUSÃO	45
2.5. REFERÊNCIAS	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise de variância para a altura de planta (AP), diâmetro o colo (DC), número de folhas (NF), largura da folha (LF), comprimento da folha (CF) e área foliar (AF) aos 110, 125, 140, 155 e 180 dias após a semeadura (DAS); comprimento do sistema radicular (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSSR), massa seca total (MST), relação entre altura da muda e o diâmetro do colo (RAD), relação entre a massa seca da parte aérea e sistema radicular (RMS), relação entre a massa seca radicular e massa seca total (RMR), índice de qualidade de Dickson (IQD) e análise de ferro foliar (Fe) aos 180 DAS e taxa de crescimento absoluto (TCA) entre os 110 e 180 DAS de mudas de cafeeiro da variedade Obatã IAC 1669-20.....	34
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Análise laboratorial da massa seca das mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20, demonstrando o resultado das diferentes doses de Ferro. Franca- SP, 2021.....	33
Figura 2. Altura de planta (AP) aos 110, 125, 140, 155 e 180 dias após a semeadura (DAS) de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20 em função das diferentes doses de Ferro. Franca- SP, 2021.	35
Figura 3. Diâmetro do colo (DC) aos 110, 125, 140, 155 e 180 dias após a semeadura (DAS) de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20 em função das diferentes doses de Ferro. Franca- SP, 2021.	36
Figura 4. Número de folhas (NF) aos 110, 125, 140, 155 e 180 dias após a semeadura (DAS) de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20 em função das diferentes doses de Ferro. Franca- SP, 2021.	37
Figura 5. Comprimento das folhas (CF) aos 110, 125, 140, 155 e 180 dias após a semeadura (DAS) de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20 em função das diferentes doses de Ferro. Franca- SP, 2021.....	38
Figura 6. Largura das folhas (LF) aos 110, 125, 140, 155 e 180 dias após a semeadura (DAS) de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20 em função das diferentes doses de Ferro. Franca- SP, 2021.	39
Figura 7. Área foliar (AF) aos 110, 125, 140, 155 e 180 dias após a semeadura (DAS) de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20 em função das diferentes doses de Ferro. Franca- SP, 2021.....	40
Figura 8. Relação altura e diâmetro do colo (RAD), relação fitomassa seca aérea e radicular (RMS) e comprimento de raiz (CR) de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20 em função das diferentes doses de Ferro. Franca- SP, 2021.	41
Figura 9. Taxa de crescimento absoluto (TCA), índices de Qualidade de Dickson (IQD), massa seca do sistema radicular (MSSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20 em função das diferentes doses de Ferro. Franca- SP, 2021.	43
Figura 10. Distribuição de fitomassas aéreas (MSPA) e radiculares (MSSR) de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20, demonstrando o resultado das diferentes doses de Ferro. Franca- SP, 2021.	44

LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS

%	Porcentagem
AF	rea foliar
AP	Altura de plantas
CF	Comprimento da folha
CR	Comprimento de raiz
DAS	Dias após a semeadura
DAT	Dias após o Transplante
DC	Diâmetro do colo
IQD	ndice de qualidade de Dickson
LF	Largura da folha
MSPA	Massa seca da parte aérea
MSSR	Massa seca do sistema radicular
MST	Massa seca total
NF	Número de folhas
RAD	Relação altura e diâmetro do colo
RQMR	Relação do quadrado médio do resíduo
RMS	Relação fitomassa seca aérea e radicular
S	Substratos
TCA	Taxa de crescimento absoluto

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o maior produtor mundial de grãos de café atualmente e também o maior exportador; a produção no Brasil foi estimada para o ano de 2019/2020 em 58 milhões de sacas de 60 quilos de café beneficiado (EMBRAPA, 2020). É uma frutífera da família das rubiáceas, perene, ou seja, um ciclo mais longo e possui dois tipos de grão denominados de arábica e robusta (ICO, 2020).

O café arábica tem origem da Etiópia, possui sabor mais suave e aroma mais ressaltado; sua produção é mais expressiva que a robusta e abrange cerca de 70% da produção mundial. Adapta-se melhor em altitudes mais elevadas, cerca de 610 a 1829 metros acima do mar e no Brasil os estados de Minas Gerais, Goiás, Paraná, Bahia e São Paulo possuem a maior área plantada (PEREIRA et al., 2014)

Já o café robusta é de origem da África Ocidental, tem por característica suportar temperaturas mais quentes e se desenvolve bem em baixas altitudes, além de possuir o dobro de cafeína comparado ao café arábica. Possui sabor mais amargo e a produção mundial chega a 30% e, no Brasil, os estados que mais cultivam o café robusta são Espírito Santo, Mato Grosso e Rondônia (ICO, 2020).

O café é a bebida mais consumida no mundo e por esse motivo para melhorar a produtividade estudos são feitos, frequentemente, em todas as etapas da cadeia produtiva dessa commodities. Dentre as etapas de produção, a fase de formação das mudas é essencial para estabelecimento dos cultivos. Desta forma é essencial estudos contínuos para garantir o sucesso de uma maior qualidade e produção do grão em todas as fases do cultivo, em especial na fase de mudas, pois esta fase é primordial para o sucesso da cultura (CNE, 2021).

Para se produzir mudas de café com qualidade é primordial ter conhecimento sobre as condições do desenvolvimento da cultura, como condições climáticas, nutricionais e o manejo adequado, pois esses conhecimentos são essenciais para se adquirir os melhores resultados na qualidade das mudas. Assim seguindo essas premissas a nutrição é um dos pontos chaves para se produzir mudas de elevada qualidade (JORGE et al., 2016).

Para ocorrer uma nutrição adequada às mudas do cafeeiro necessita-se de nutrientes balanceados, como nitrogênio, fosforo, potássio, enxofre, magnésio, cálcio, manganês, zinco, cobre, boro, cloro, molibdênio, níquel e ferro. Cada nutriente exerce sua função específica na planta e a falta de um deles pode acarretar desequilíbrios nutricionais e afetar a produção final (MALAVOLTA, 2006).

O micronutriente ferro na produção de mudas do cafeeiro é exigido, pois, exerce as funções como componente da clorofila e participa do processo de respiração. Porém, alguns fatores causam a deficiência de ferro em mudas de café, e um deles é a quantidade excessiva de matéria orgânica no substrato que imobiliza o micronutriente na forma de um composto orgânico deixando o assim com sua capacidade de absorção reduzida; a insuficiência de luz sobre a planta também ocasiona deficiência (VITTI et al., 2009)

O excesso de água ocasiona o encharcamento da raiz da planta, que faz com que o Fe^{3+} transforme em Fe^{2+} deixando assim ele com baixa solubilidade, que acaba afetando a absorção da planta. O crescimento das mudas do cafeeiro é rápido e o ferro por ser um elemento de difícil translocação não se move das folhas velhas para as mais novas, com isso pode ocorrer a deficiência de ferro nas mudas (PRADO, 2020)

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar modos de aplicação do micronutriente ferro em mudas de cafeeiro da variedade Obatã IAC 1669-20, por meio de aplicação via foliar, substrato e por solução aquosa sobre o substrato, com o intuito de determinar a melhor forma aplicação e suprir possíveis deficiências deste micronutriente.

REFERÊNCIAS

CNE NOTÍCIAS. **Dia Nacional do Café** - Bebida é a mais popular entre os brasileiros, 24 de mai. de 2021. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/dia-nacional-do-cafe-bebida-e-a-mais-popular-entre-os-brasileiros>. Acesso em: 11 de dezembro 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Produção mundial de Cafés do ano de 2019-2020 está estimada em 169,34 milhões de saca de 60 kg, **EMBRAPA Notícias**, 15 de out. de 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/56523064/producao-mundial-de-cafe-no-ano-cafeeiro-2019-2020-esta-estimada-em-16934-milhoes-de-sacas-de-60kg>. acesso em: 11 de dezembro 2021.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION (ICO). **Relatório sobre o mercado cafeeiro**. Fev. 2020. Disponível em: <http://www.ico.org/documents/cy2019-20/cmr-0220-p.pdf>. Acesso em: 11 de dezembro 2021.

JORGE, M. H. A.; ANDRADE, R. J.; COSTA, E. O mercado de mudas de hortaliças. *In*: NASCIMENTO. W. M.; PEREIRA, R. B. **Produção de Mudas de Hortaliças**. Brasília: Embrapa,

2016. Cap. 1, p. 16-31. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212768/1/Producao-de-Mudas-de-Hortalicas.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2021.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. 1. Ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 2006.

PEREIRA, V.; FACHINI. Globalização, especialização territorial e divisão do trabalho: Patrocínio e o café do Cerrado mineiro. Cadernos de Geografia: **Revista Colombiana de Geografía**, v. 23, n. 2, p. 239-254, 2014. DOI: <https://doi.org/10.15446/rcdg.v23n2.37333> acesso em 11 de dezembro 2021.

PRADO, R. P. **Nutrição de plantas**. 2. ed. Jaboticabal: Editora Unesp, 2021. 416 p.

VITTI, G. C.; QUEIROZ, F. E. C.; QUINTINO, T. A. Micronutrientes na cana-de-açúcar: mitos e realidades. **Campo & Negócios**, v. 7. n. 73, p. 28-29, 2009. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001730904>. Acesso em: 15 março 2021.

CAPITULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1. ASPECTOS GERAIS DO CAFEIEIRO (*Coffea arábica L.*)

O cafeeiro (*Coffea arábica L.*) foi descrito pela primeira vez em 1.753 por Lineu; pertence à família botânica das Rubiaceae, que são árvores frutíferas de clima tropical e apresentam um sistema radicular profundo, a sua floração ocorre sempre após épocas chuvosas, seus grãos demoram em média de 7 a 9 meses para amadurecer, os seus frutos são ovais e sua temperatura média indicada para cultivo é de 15 °C a 24 °C (ICO, 2020).

O cafeeiro é uma frutífera ocorrente nos continentes, Americano, Africano e Asiático (MORICOGHI et al., 1997). Entretanto, no continente americano, o Brasil segundo a Organização Nacional do Café em 2018, foi o maior produtor do mundo, pois, produziu cerca de 31,9% da produção mundial. Além de deter o título de maior produtor, o Brasil também detém o título de maior exportador do grão no mundo, e essa produção gera mais de 8 milhões de empregos no país de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento (MAPA, 2018).

Dentre todas as variedades existentes temos uma variedade criada pelo Instituto Agrônomo de Campinas conhecida como Obatã IAC 1669-20, esta variedade possui um porte baixo; e bastante vigorosa; possui internódios curtos; uma boa ramificação secundária; brotos novos de coloração verde; frutos grandes, de cor vermelha e com maturação média a tardia; sementes com sua maior parte da peneira 17; com a característica de ser moderadamente resistente ao ataque da ferrugem. A Obatã IAC 1669-20 é bastante exigente em nutrição e mais sensível a seca em comparação com algumas variedades encontradas no mercado, mas possui uma característica bastante relevante que é uma excelente qualidade de bebida e tem ótimos resultados quando cultivada em áreas irrigadas (GUERREIRO FILHO et al., 2006).

O café além de ser uma bebida conhecida mundialmente também é utilizado na indústria de alimentos, farmacêutica e cosmética; e após a colheita e durante o beneficiamento os resíduos também são reaproveitados para o fornecimento de energia de caldeiras e secadores (DURÁN et al., 2017). Um dos subprodutos do beneficiamento do café é a casca, que pode ser usada como fonte de fornecimento dos minerais como nitrogênio, fosforo, potássio e enxofre, com essa utilização obtêm uma parcela menor de adubação mineral assim reduzindo custos durante a produção do grão (FERNANDES et al., 2013).

Para a indústria farmacêutica o café tem diversas indicações, e uma de suas propriedades é a cafeína, ela pode promover o aumento do desempenho físico, mental e visual, por esses

motivos é muito utilizada por atletas esportivos. O café tem propriedades que quando ingerido sem a adição de adoçantes pode combater doenças como a diabetes Mellitus tipo 2, retardar o desenvolvimento da obesidade, reduzir os riscos de doenças cardiovasculares, de cancro do fígado e a cirrose hepática (ROMEIRO et al., 2012).

Para implantação de uma lavoura cafeeira produtiva são necessárias mudas de excelente qualidade e, para isso, são necessárias matérias primas de procedência idônea, a começar pela semente, substrato e recipiente. O substrato é caracterizado como um material que promove o desenvolvimento de uma muda, algumas funções são agregadas a ele como fazer a retenção da água, sustentação e o fornecimento de nutrientes para a muda; o substrato pode ser tanto de origem animal, vegetal ou mineral (TAVARES JÚNIOR et al, 2001).

Mudas de cafeeiro com alto padrão de qualidade apresenta ser um ponto chave para o sucesso de uma lavoura, pois apresentam equilíbrio nutricional, lavouras com produções mais significantes além de mais sustentáveis (FONSECA et al., 2019).

A qualidade das mudas e seu desenvolvimento, tanto a campo quanto em viveiros é influenciada pelos recipientes, pois se forem inadequados podem afetar as o crescimento do sistema radicular e aéreo, além de aumentar a permanência das mudas no viveiro e assim diminuindo a taxa de pegamento no campo (VARGAS et al., 2011).

1.2. SUBSTRATOS

Os substratos agrícolas para a produção de mudas são elementos fundamentais para o bom desenvolvimento das plantas, pois é por ele que as plantas recebem água, nutrientes e estrutura de sustentação (MONTEIRO et al., 2018).

Geralmente na produção de mudas a escolha do melhor substrato está ligado a capacidade de atender a demanda hídrica e nutricional da planta durante o processo de crescimento e desenvolvimento. Atributos como boa aeração, boa estrutura, teores adequados de nutrientes essenciais, pH, textura e CTC devem ser observados na escolha do substrato (MARIMON JÚNIOR et al., 2012).

O uso de substratos no desenvolvimento de mudas tem sido expressivo, e com essa grande demanda vem se criando alternativas para a reutilização de resíduos de outras culturas para o desenvolvimento de substratos alternativos, promovendo sustentabilidade e redução nos custos a diversos cultivos (OLIVEIRA et al., 2014).

Alguns substratos como vermicomposto e húmus de minhoca são utilizados para a produção de mudas de café (ANDRADE NETO et al., 1999). A moinha que nada, mas é que o resíduo do

beneficiamento do café também é indicado para o uso como substrato, contendo as proporções de até 10 % de moinha e 90 % do substrato convencional, essas proporções demonstram um bom desenvolvimento das mudas de café (MENEGHELLI et al., 2016).

Na produção de mudas do cafeeiro, também é indicado o uso de esterco bovino entre 20 e 30% da composição do substrato, pois, essas proporções apresentaram maiores valores nos parâmetros altura da planta, diâmetro do colo, massa fresca da parte aérea e massa fresca da raiz (SOUZA et al., 2017). O uso de algumas fontes de matéria orgânica como esterco bovino, esterco de aves e húmus de minhoca misturados em até em 65% do substrato tradicional e uma viável alternativa para produção de mudas de café em tubetes (ALMEIDA et al., 2011).

Dentre as fontes de matéria orgânica utilizada hoje, o esterco bovino adicionado ao substrato comercial proporciona maior altura, diâmetro de caule e pares de folhas; já a cama de frango proporciona maiores massas de matéria seca, da parte aérea, do sistema radicular e total. Isso ocorre em virtude da liberação de nutrientes em destaque nitrogênio e potássio que são essenciais para o desenvolvimento das mudas do cafeeiro (SILVA et al., 2010).

Alguns fatores podem influenciar na qualidade final da produção de mudas, e para que haja boas condições favoráveis de desenvolvimento alguns fatores são cruciais como uma irrigação que favoreça a manutenção hídrica, nutrição adequada para cada estágio da muda, boas condições para o desenvolvimento radicular e condições ambientais adequadas (OLIVEIRA et al, 2016).

1.3. NUTRIÇÃO

Diante da crescente população no mundo, necessitamos de uma maior demanda de alimento para suprir toda a população. E para que isso aconteça não pode haver plantas com deficiência nutricional, pois, plantas malnutridas não expressam todo o seu potencial produtivo e acarreta declínio na produção final, por esse motivo a adubação é tão importante nas culturas.

O manejo de nutrientes é extremamente complexo dentro do processo de produção de mudas de qualidade, o momento mais delicado vem depois que se faz a escolha da variedade a ser cultivada, do tipo de substrato e de bandeja. Após a semeadura e logo em seguida a germinação, surgem as preocupações sobre adubar ou não as mudas. Essa preocupação existe devido ao fato de o manejo nutricional variar de produtor para produtor e a infraestrutura de cada viveirista (CAVALLARO JÚNIOR, 2016).

Para que ocorra uma adubação, necessita-se de uma análise foliar pois ela indicará o manejo correto no cafeeiro. Essa análise foliar trabalha com a integração entre a análise da folha do café com a disponibilidade de nutrientes no solo naquele momento; fazendo a junção dessas informações

é demonstrado quais as necessidades nutricionais da planta (SOUSA, 2016).

Na adubação de mudas de café alguns viveiristas não possuem estruturas que forneçam as plantas uma solução aquosa sobre o substrato em larga escala, e por esse motivo optam por adubos sólidos tradicionais que são de liberação lenta, com esses adubos pode se notar uma melhor qualidade nas mudas quando se utiliza o Plantmax-café[®] com a adubação de 10 quilos de adubo de liberação lenta por metro cúbico (MARANA et al., 2008).

No cultivo de mudas de café requer se formas de adubação, podendo ser tanto mineral como orgânico. O cafeeiro é exigente em alguns nutrientes na sua fase inicial como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, enxofre e magnésio; e para que seja suprido esses nutrientes pode ser fornecido de forma 50% de adubação orgânica e 50% de adubação mineral pois resultam melhores resultados se comparados com sistema tradicional de adubação (CAVALCANTE et al., 2020).

1.4. MUDAS

A produção de mudas é caracterizada como uma atividade de caráter altamente técnico (JORGE et al., 2016). E para o desenvolvimento as mudas necessitam de um manejo correto de irrigação, nutrição, controle de pragas e doenças.

O cultivo protegido possibilita a produção de mudas com melhor qualidade fitossanitária, com precocidade no desenvolvimento, possibilita produção em qualquer época do ano, melhores condições para germinação e maior facilidade nos tratos culturais na fase inicial das plântulas (CAVALLARO JÚNIOR, 2016).

Devido ao crescimento com cultivo protegido no país e os benefícios na utilização de agrofilmes fotosselativos são importantes. A utilização de cobertura plástica interfere no microclima e no balanço da radiação e energia, proporcionando aumento da produção e a proteção das plantas contra as intempéries climáticas (MARQUES et al., 2020).

A irrigação para a produção mudas deve ser mais uniforme possível, evitando desperdício e garantindo a mesma quantidade e qualidade de água para cada muda dentro do recipiente. Estudos indicam que o melhor sistema de irrigação é aquele que melhor se adapta as condições do produtor, evitando prejuízos à produção. A irrigação é um fator decisivo para o sucesso na produção de mudas, pois interfere diretamente na disponibilidade de nutrientes para as mudas (CAVALLARO JÚNIOR, 2016). Definir quando, a quantidade e como irrigar continua sendo de extrema importância para qualquer operação (LESKOVAN et al., 2016).

Comumente na produção de mudas de cafeeiro são utilizadas sacolas de polietileno e tubetes plásticos (VALLONE et al., 2010). Mudas de café produzidas em tubetes necessitam de irrigação

duas vezes ao dia, preferencialmente, e não devem passar mais de 24 horas sem regar. Porém mudas produzidas em saquinhos de polietileno devem receber irrigação a cada 2 dias, podendo ficar um dia sem regar (MUKESHAMBALA et al., 2014).

Um dos grandes problemas dos produtores de mudas de café são os gastos iniciais e por esse motivo optam por sacolas de polietileno, pois, apresentam um custo inicial mais barato se comparado ao uso dos tubetes, mas quando se avalia o uso das sacolas de polietileno observa-se que elas requerem uma maior quantidade de substrato o que implica um maior gasto além de aumentar a área do viveiro, pois, necessitam de mais espaço, e com isso dificultam na irrigação e nos manejos diários além no transporte e em sua distribuição no campo (MARATA et al., 2008).

Mudas bem formadas podem melhorar a produção, enquanto mudas malformadas podem acarretar prejuízos para o produtor. Está surgindo dentro das cadeias produtivas, alternativas tecnológicas com novas técnicas e metodologias para o cultivo de mudas, como por exemplo a utilização de tubetes e bandeja de poliestireno expandido, mudas produzidas em recipientes apresentam melhor pegamento em nível de campo, melhor utilização da área do viveiro e economia no substrato (RODRIGUES et al., 2010).

1.5. PRAGAS E DOENÇAS

O Brasil mesmo sendo maior produtor do mundo de café também enfrenta algumas dificuldades na produção, e uma delas é o déficit hídrico. O cafeeiro, em relação ao déficit hídrico, é muito sensível pois mesmo que seja de curta duração afeta o seu desenvolvimento e produção (PIZETTA et al., 2016). A produção de mudas do cafeeiro e sua qualidade também pode ser afetada pelo déficit hídrico, ele pode causar redução da massa da parte aérea seca, redução massa da raiz seca, diminuição da altura das mudas e no diâmetro do caule (PELOSO et al., 2017).

Outras cultivares como Tupi IAC 1669-33 também foi lançada e tem algumas características desejáveis como porte baixo; frutos grandes, vermelhos e de maturação precoce; moderadamente resistente à ferrugem além de apresenta boa qualidade de bebida. Uma cultivar de porte alto muito utilizada por produtores é o Mundo Novo IAC 515-11 que possui porte alto; vigorosa; frutos vermelhos e de maturação média porém é uma cultivar mais suscetível à ferrugem (GUERREIRO FILHO et al., 2006).

Uma das principais pragas do cafeeiro é a Broca do café (*Hypothenemus hampei*), a Broca do café faz no fruto uma perfuração na região da cicatriz floral, pois, é nessa região que a *Hypothenemus hampei* abre sua galeria e faz a postura. Quando ocorre o surgimento da larva começa o processo de destruição da semente, esse processo pode ser causado pela própria larva ou

por fungos que penetram pela galeria feita pela Broca do café (MARCOLAN et al., 2009).

Uma praga chave das lavouras de café e o Bicho-mineiro (*Lepidoptera Lyonetiidae*) a sua larva abre galerias nas folhas que ocasiona desfolhas drásticas tornando as plantas muito debilitadas; com as plantas fracas os prejuízos da produção são vistos na safra seguinte. As Cigarras (*Quesada gigas*) é uma praga que tem preferência por lavouras de café com mais de 5 anos, ela quando ninfa fica instalada nas raízes e faz a sucção da seiva do cafeeiro, essa sucção pode causar definhamento progressivo das plantas nas épocas secas diminuindo produção do grão e até levando a morte de algumas plantas (PARRA et al., 2013).

A ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br), ataca as folhas do cafeeiro e se alimenta das células vivas, e isso acarreta atividade fotossintética reduzida pois a área foliar está coberta pelo fungo, também pode ocorrer a queda das folhas e causa prejuízos também no crescimento dos ramos (MESQUITA et al., 2016). A antracnose é uma doença bastante recorrente no cafeeiro, ela quando ataca o a planta de café traz seca de ponteiro, folhas e frutos (FREITAS et al., 2011).

As Manchas de Phoma (*Phoma costarricensis*) é um fungo que no momento que ataca a cultura do café causa algumas manchas amarronzadas ou negra nas folhas e também causa deformidade nas bordas do limbo foliar. A Phoma diminui a capacidade da fotossíntese pelas suas manchas e quando está mais avançada ocorre a necrose que promove a desfolha na planta além de causar seca dos ramos, a queda das flores e do chumbinho (MESQUITA et al., 2016).

1.6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. L. S., COGO, F. D., GONÇALVES, B. O., RIBEIRO, B. T., CAMPOS, K. A., & DE MORAIS, A. R. Adição de resíduos orgânicos ao substrato para produção de mudas de café em tubete. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre v. 3, n. 2, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v3n22011326>. Disponível em: <https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/326/322>. Acesso em: 13 mar. 2021.

ANDRADE NETO, A; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para a produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 2, p. 270-280, 1999. Disponível em: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=café.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=028840>. Acesso em: 16 fev. 2021.

CAVALCANTE, V. S.; BORGES, L. S.; DE MELO MOURA, W.; JACOB, L. L.; DE FREITAS, M. A. S. Adubação organomineral na nutrição e produtividade de café arábica. **Caderno de Agroecologia**, Viçosa, v. 15, n. 1, 2020. Disponível em: <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/issue/view/6>. Acesso em: 27 maio 2013.

CAVALLARO JÚNIOR, M. L. Nutrição. In: NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, R. B. **Produção de Mudanças de Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2016. Cap. 4, p. 87-105, Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212768/1/Producao-de-Mudas-de-Hortalicas.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2021.

DURÁN, C. A.; TSUKUI, A., SANTOS, F. K. F.; MARTINEZ, S. T.; BIZZO, H. R.; REZENDE, C. M. Café: aspectos gerais e seu aproveitamento para além da bebida. **Revista Virtual de Química**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 107-134, nov. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20170010>. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.nbr/rvq.s bq.org.br/pdf/v9n1a10.pdf>. Acesso em: 11 de mar. 2021.

FERNANDES, A. L. T.; SANTINATO, F.; FERREIRA, R. T.; SANTINATO, R. Redução da adubação mineral do cafeeiro arábica com a utilização de palha de café. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 324-336, Jan. 2014. DOI: <https://dx.doi.org/10.25186/cs.v8i3.454>. Disponível em: http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/454/pdf_44. Acesso em: 11 mar. 2021.

FONSECA, A. F. A.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; MAURI, A. L.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; ARANTES, S. D.; POSSE, S. C. P. Clonal gardens, seed production and Conilon coffee seedling. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; DeMUNER, L. H. **Conilon coffee**. 3. ed. Vitória: Incaper, 2019. p.289-325.

FREITAS, R. L.; ZAMBOLIM, E. M.; LELIS, D. T.; CAIXETA, E. T.; ZAMBOLIM, L. *Colletotrichum gloeosporioides* E *C. boninense* associados à antracnose do café no Brasil. In: EMBRAPA CAFÉ-ARTIGO EM ANAIS DE CONGRESSO (ALICE). In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2011, Araxá, MG. **Anais [...]**. Brasília, DF: Embrapa Café, p. 7, 2011.

GUERREIRO FILHO, O.; FAZUOLI, L. C.; EIRA AGUIAR, A. T. **Cultivares de *Coffea arabica* selecionadas pelo IAC: características botânicas, tecnológicas, agronômicas e descritores mínimos**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/Cultivares_cafe/Index.htm. Acesso em: 8 mar. 2021.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION (ICO). **Relatório sobre o mercado cafeeiro**. Fev. 2020. Disponível em: <http://www.ico.org/documents/cy2019-20/cmr-0220-p.pdf>. Acesso em: 6 fevereiro 2021

JORGE, M. H. A.; ANDRADE, R. J.; COSTA, E. O mercado de mudas de hortaliças. *In: NASCIMENTO. W. M.; PEREIRA, R. B. Produção de Mudas de Hortaliças*. Brasília: Embrapa, 2016. Cap. 1, p. 16-31. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212768/1/Producao-de-Mudas-de-Hortaliças.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2021.

LESKOVAN, D. I.; SHARMA, S. P. Manejo de irrigação para produção de mudas em estufa. *In: Produção de Mudas de Hortaliças*. Brasília: Embrapa, 2016. Cap. 5, p. 109-123. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212768/1/Producao-de-Mudas-de-Hortaliças.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2021.

MARANA, J. P.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E. P.; KAINUMA, R. H. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, p. 39-45, jan./fev. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/Lg4c6ZF9YbXtQtMqL894vvs/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 20 nov. 2021.

MARCOLAN, A. L.; RAMALHO, A. R.; MENDES, A. M.; TEIXEIRA, C. A. D.; FERNANDES, C. D. F.; COSTA, J. N. M.; VENEZIANO, W. **Cultivo dos cafeeiros conilon e robusta para Rondônia**. 3. ed. Rondônia: Embrapa Rondônia, Sistema de Produção (INFOTECA-E), 2009. 67 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/710755/1/sp33cafe.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.

MARIMON JUNIOR, B. H.; PETTER, F. A.; ANDRADE, F. R.; MADARI, B. E.; MARIMON, B. S.; SHOSSLER, T. R. Produção de mudas de jiló em substrato condicionado com Biochar. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 3, n. 2, p. 108-114, 2012. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v3i2.132>. Disponível em: <https://comunicatascientiae.com.br/comunicata>

/article/view/132/120. Acesso em: 12 mar. 2021.

MARQUES, D. J., MATHEUS FILHO, E., BIANCHINI, H. C., VERONEZE JUNIOR, V., SANTOS, B. R., CARLOS, L. D. A., & SILVA, E. C. D. Tomato production in hydroponic system using different agrofils as greenhouse cover. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 38, n. 1, p. 58-64, fev./mar. 2020 DOI: <https://doi.org/10.1590/s0102-053620200109>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362020000100058&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 12 mar. 2021.

MENEGHELLI, CM; MONACO, PAVL; HADDADE, IR; MENEGHELLI, LAM; KRAUSE, MR. 2016. Resíduo da secagem dos grãos de café como substrato alternativo em mudas de café Conilon. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 330 - 335, jul./set. 2016. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/8043/Coffee%20Science_v11_n3_p330-335_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y_. Acesso em: 12 mar. 2021.

MESQUITA, C. M. D.; REZENDE, J. E.; CARVALHO, J. S.; FABRI JUNIOR, M. A.; MORAES, N. C.; DIAS, P. T.; ARAÚJO, W. G. Manual do café: distúrbios fisiológicos, pragas e doenças do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Belo Horizonte: **EMATER-MG**, p. 22-42, 2016. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/livro_disturbios_fisiologicos_pragas_doen%C3%A7as.pdf. Acesso em: 24 mai. 2021.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Café no Brasil. [2018]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>. Acesso em: 12 mar. 2021.

MONTEIRO, L. R.; HECK, T.; MASCHIO, M.; FACHI, S. M.; DAL MORO, D.; VIEIRA, M. L. Substratos de uso agrícola: propriedades físico-hídricas e curvas de retenção de água. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA (SICT), 6., Bento Gonçalves. **Anais [...]**. 2018. Bento Gonçalves, RS, v.6, nov. 2017. Disponível em: <https://eventos.ifrs.edu.br/index.php/Salao/SICT2017/paper/view/2398>. Acesso em: 24 mai. 2021.

MORICOCHI, L.; MARTIN, N. B.; VEGRO, C. L. R. Produção de café nos países concorrentes do Brasil e tendências do consumo mundial. **Informações econômicas-governo do estado de são Paulo instituto de economia agrícola**, v. 27, p. 7-24, 1997. Disponível em: <http://www.iea.sp>

.gov.br /ftp/ie/1997/tec1-0597.pdf. Acesso em: 12 mar. 2021.

MUKESHAMBALA, F.; GUIMARÃES, R. J.; TAVARES, G.; SOUZA, A. J. J. Turnos de rega e doses de polímero hidrorretentor na formação de mudas de cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 61 -67, jan./mar. 2014. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/8016/Coffee%20Science_v9_n1_p61-67_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 12 março 2021.

OLIVEIRA, L. S. B.; ANDRADE, L. A.; ALVES, A. S.; GONÇALVES, G. S. Substrato e volume de recipiente na produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Pesquisas Agrárias e Ambientais**, Sinop, v. 02, n. 02, p. 103-107, 2014. DOI: 10.31413/nativa.v2i2.1303. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1303/0>. Acesso em: 12 mar. 2021.

OLIVEIRA, M. C. D.; OGATA, R. S.; DE ANDRADE, G. A.; SANTOS, D. D. S.; SOUZA, R. M.; GUIMARÃES, T. G.; RIBEIRO, J. F. **Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado**. 1. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Universidade de Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2016. 124 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1042301/manual-de-viveiro-e-producao-de-mudas-especies-arboreas-nativas-do-cerrado>. Acesso em: 13 mar. 2021.

PARRA, J. R. P.; REIS, P. R. Manejo integrado para as principais pragas da cafeicultura, no Brasil. **Revista Visão Agrícola**, Piracicaba, v.12, p. 47-50, 2013. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va12-fitossanidade01.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.

PELOSO, A. D. F.; TATAGIBA, S. D.; REIS, E. F. D.; PEZZOPANE, J. E. M.; AMARAL, J. F. T. D. Limitações fotossintéticas em folhas de cafeeiro arábica promovidas pelo deficit hídrico. **Coffee Science**, Viçosa, v. 12: p. 389-399, 2017. Acesso em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/9130>. Acesso em: 30 mar. 2021.

PIZETTA, S. C.; RODRIGUES, R. R.; RIBEIRO, W. R.; REIS, E. F. D.; COLODETTI, T. V. Análise do crescimento do cafeeiro arábica, em relação à fração de água transpirável do solo. **Revista Coffea Science**, v.11, n.1, p. 46-54, 2016. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv>

.br/handle/123456789/8172. Acesso em: 15 mar. 2021.

RODRIGUES, E. T.; LEAL, P. A.; COSTA, E.; DE PAULA, T. S.; GOMES, V. D. A. Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 4, p. 483-488, dez. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000400018>. Disponível em <https://www.scielo.br/pdf/hb/v28n4/18.pdf>. Acesso em 13 fev. 2021.

ROMEIRO, S.; DELGADO, M. A. Saúde numa chávena de café. **Revista Nutricias**, Porto, v. 15: p. 20-23, out. / dez.2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Cintia-Pinhoreis/publication/275409673_SuporteNutricional_em_Cuidados_Paliativos_Nutritional_Support_in_Palliative_Care/links/566604cf08ae192bbf9277d9/Suporte-Nutricional-em-Cuidados-Paliativos-Nutritional-Support-in-Palliative-Care.pdf#page=20. Acesso em: 13 mar. 2021.

SILVA, C. J. **Coffee seedlings (*Coffea arabica* L.) grown in a commercial substrate amended with organic material sources**. 2010. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, p. 2010.

SOUSA, JAILSON SILVA **Análise foliar para ajuste da recomendação de adubação do cafeeiro**. 2016. 53 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

SOUZA, D. M. S. C.; AMORIM, Y. F.; de NOVAES, A. B.; SANTANA, T. M.; ABREU, G. M.; AGUIAR JUNIOR, A. L. Produção de mudas de café arábica em diferentes combinações de substratos e doses de superfosfato simples. **Espacios**, v. 38, n. 47, p. 2, 2017. Disponível em: <https://revistaespacios.com/a17v38n47/a17v38n47p02.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.

TAVARES JÚNIOR, J. E.; OLIVEIRA, C. A. de; FAZUOLI, L. C.; BRAGHINI, M. T. Influência de diferentes substratos sobre a formação de mudas de café (*Coffea arabica* L.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27, 2001, Uberaba-MG. **Resumos [...]** Rio de Janeiro: MA/PROCAFÉ, 2001. p. 118-120.

VALLONE, H. S.; GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; CUNHA, R. L. D.; CARVALHO, G. R.; DIAS, F. P. Efeito de recipientes e substratos utilizados na produção de mudas de cafeeiro

no desenvolvimento inicial em casa de vegetação, sob estresse hídrico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 320-328, mar./abr., 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000200008>. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/10306>. Acesso em: 15 mar.2021.

VARGAS, F. S.; REBECHI, R. J.; SCHORN, L. A.; FENILLI, T. A. B. Efeitos da mudança de recipiente em viveiro na qualidade de mudas de *Cassia leptophylla* Vogel, *Eugenia involucrata* DC. e de *Cedrela fissilis* Vell. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias Ambientais**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 169-177, abr./jun. 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.7213/cienciaanimal.v9i2.11774>. Disponível em: <https://periodicos.Pucpr.br/index.php/cienciaanimal/article/view/11774/11111>. Acesso em: 16 mar. 2021.

CAPITULO 2. COMPARAÇÃO DE MODOS DE APLICAÇÃO DE FERRO EM MUDAS DE CAFEIEIRO

RESUMO

A produção de café é uma das principais atividades agrícolas do Brasil e as cultivares da espécie *Coffea arábica* L. representa 70% da produção e, por isso, a formação de mudas é muito importante para estabelecimento dos cultivos. O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da aplicação de doses de ferro em mudas da cultura do cafeeiro via foliar, adubação prévia do substrato e via solução aquosa sobre o substrato e identificar o melhor manejo. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos, cinco repetições e três plantas por parcela. Os tratamentos foram cinco doses do micronutriente ferro via foliar (60, 90, 120, 150 e 180 gramas de ferro para cada 200 litros de água); adubação prévia no substrato e solução aquosa sobre o substrato no substrato. No substrato foi aplicado a dose de ferro de 0,372 gramas de ferro por metro cúbico e na solução aquosa sobre o substrato do substrato aplicado a dose de 60 gramas de ferro para 200 litros de água. Aos 55, 75, 95 e 105 DAT foi avaliada a altura das mudas, número de folhas, diâmetro do colo, a área foliar. Aos 105 DAT foi avaliado a massas secas da parte aérea e do sistema radicular. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F em nível de 5% de probabilidade e as médias, quando significativas foram avaliadas pelo teste LSD (*t-student*). A adubação com o micronutriente ferro via foliar na dosagem de 0,45 g Fe L⁻¹ água na produção de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20, apresentou resultados significativos nas variáveis altura das mudas, diâmetro do colo, distribuição da área foliar e; além de apresentar um dos maiores Índices de Qualidade de Dickson (IQD). Assim as mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20 utilizando o tratamento com aplicação via foliar com a dosagem de 0,45 g Fe L⁻¹ de água demonstrou os melhores resultados e promoveu mudas com maiores ganhos nos quesitos área foliar e diâmetro do colo que são indicativos que permitem uma menor permanência de viveiro.

Palavras-chave: *Coffea arábica* L., Nutrição, Doses de ferro, Mudas de café e Aplicação via foliar.

CHAPTER 2. COMPARISON OF IRON APPLICATION MODES IN COFFEE PLANTS

ABSTRACT

Coffee production is one of the main agricultural activities in Brazil and the cultivars of the species *Coffea arabica* L. represent 70% of the production and, therefore, the formation of seedlings is very important for the establishment of crops. The aim of the study was to evaluate the effects of the application of doses of iron in seedlings of the coffee crop by the leaf, prior fertilization of the substrate, through aqueous solution on the substrate and identify the best management. The experiment was conducted in a completely randomized design with seven treatments, five replications and three plants per plot. The treatments were five doses of the micronutrient iron by the leaf (60, 90, 120, 150 and 180 grams of iron for each 200 liters of water); prior fertilization on the substrate and aqueous solution on the substrate on the substrate. The dose of 0.372 grams of iron per cubic meter was applied to the substrate and in the aqueous solution on the substrate of the substrate applied the dose of 60 grams of iron to 200 liters of water. At 55, 75, 95 and 105 days after transplantation (DAT), seedling height, number of leaves, collar diameter and leaf area were evaluated. At 105 DAT, dry mass of the aerial part and root system was evaluated. The data obtained were subjected to analysis of variance, applying the F test at a 5% probability level and the means, when significant, were evaluated by the LSD test (t-student). Fertilization with the micronutrient iron via the leaves at a dosage of 0.45 g Fe L⁻¹ water in the production of coffee seedlings of the Obatã IAC 1669-20 variety, showed significant results in the variables height of the seedlings, collar diameter, leaf area distribution and; in addition to having one of the highest Dickson Quality Scores (DQS). Thus, the coffee seedlings of the variety Obatã IAC 1669-20 using the treatment with application by the leaf with the dosage of 0.45 g Fe L⁻¹ of water showed the best results and promoted seedlings with greater gains in terms of leaf area and stem diameter, which are indicative that allow a shorter stay in the nursery.

Keywords: *Coffea arabica* L., Nutrition, Iron dosages, Coffee seedlings and foliar application.

2.1 INTRODUÇÃO

A produção de café é uma das principais atividades agrícolas do Brasil, e o país é o maior produtor do grão no mundo, e essa produção é primordial para a sua economia, com destaque para a espécie *Coffea arabica* (Café arábica) (SANTOS, 2019). O principal estado produtor de café do Brasil é Minas Gerais e a produção do tipo arábica se concentra em sua maior parte no Sul de Minas, Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (PEREIRA et al., 2014). A produção mundial em 2019/2020 foi estimada em 169,34 milhões de sacas (ICO, 2020). O Brasil obteve uma produção estimada de 61,62 milhões de sacas de 60 kg e superou em 25% a mais a safra do ano de 2019 (EMBRAPA, 2020).

O Brasil como maior produtor do mundo de café também enfrenta algumas dificuldades na produção. Cada vez mais, os produtores vêm se atualizando e utilizando novas cultivares de café que são mais tolerantes ao ataque de pragas e doenças, com produtividade mais elevada. Para escolher uma cultivar os produtores visam aumentar a produtividade e diminuir o custo na lavoura (SANTOS, 2019). Algumas cultivares como Obatã IAC 1669-20 procura atender alguns requisitos dos produtores; essa variedade foi criada e possui algumas características desejáveis como porte baixo; boa ramificação secundária, frutos grandes, vermelhos e de maturação média a tardia e é moderadamente resistente à ferrugem (GUERREIRO FILHO et al., 2006).

Os macronutrientes importantes para a cultura do café são o Nitrogênio, Fosforo, Potássio, Cálcio, Magnésio e Enxofre que exercem um papel muito significativo na frutificação e no desenvolvimento como um todo do cafeeiro. Os micronutrientes Zinco, Boro e Cobre são os importantes para o cultivo de café e são exigidos em menores quantidades, porém se ocorrer a deficiência de um desses micronutrientes pode comprometer significativamente a produção (COSTA, 2009). E o micronutriente ferro por ser essencial participa de diversos processos fisiológicos de desenvolvimento de uma planta (TAIZ et al., 2017).

Os solos possuem proporções diversas de ferro, essas proporções de ferro decorrem do material de origem e com isso cada localização geográfica possui uma quantidade de ferro no solo. Os solos como do cerrado são altamente intemperizados. Com essa alta intemperização do solo, faz com que o ferro concentra na forma de óxidos e juntamente com os óxidos de alumínio e caulinita prevalecem nos perfis do solo (VITTI et al., 2009).

O Fe é um micronutriente primordial e essencial, para que ocorra formação da clorofila na planta, além de ter funções catalíticas e estruturais solo (VITTI et al., 2009). O ferro é um constituinte de enzimas, trabalha também nos processos de fotossíntese, respiração, síntese de lignina e suberina e no metabolismo de auxinas (MALAVOLTA, 2006).

O ferro apresenta característica de pouca mobilidade na planta, entretanto o sintoma de deficiência é apresentado primeiramente nas folhas mais novas devido a sua baixa translocação. A característica que demonstra a deficiência de ferro, é o amarelamento das folhas por motivo de menor síntese de clorofila; portanto somente as nervuras da folha podem permanecer verdes por um período. Com o passar da evolução do sintoma de deficiência as folhas podem ficar esbranquiçadas (FAQUIN, 2005).

Um dos sintomas característicos apresentado em uma planta com deficiência de ferro é a clorose entre as nervuras, que se destaca inicialmente nas folhas novas pois, o ferro não pode se mover das folhas velhas para as mais novas (TAIZ et al., 2017).

A omissão do micronutriente ferro pode apresentar sintomas como a necrose; a necrose pode ocorrer na ponta do limbo e nas margens das folhas podendo até avançar para o centro das folhas acarretando em alguns casos a queda foliar. Também foi observado que pontuações necróticas ocorreram no centro do limbo foliar de algumas plantas (LANGE et al., 2005).

Conforme essa revisão literária apontou na produção do cafeeiro alguns nutrientes são importantes, e o micronutriente ferro é um deles. O ferro se mostra de grande importância em algumas funções específicas e sem ele, a planta pode ocorrer um desequilíbrio nutricional afetando assim o seu desenvolvimento. O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da aplicação de doses de ferro em mudas da cultura do cafeeiro via foliar, adubação prévia do substrato e via solução aquosa sobre o substrato e identificar o melhor manejo.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Localização e caracterização da área experimental

O ambiente para a emergência das plântulas constitui-se de um viveiro de 50 m de comprimento por 30 m de largura, com altura de 4 metros coberto com tela de monofilamento de 50% de sombreamento. No interior deste ambiente foram construídos canteiros feitos de blocos e cimento com 2,5 metros de largura, 1,10 metros de altura e 18 metros de comprimento, preenchidos com areia sem ter contato com o solo. A areia foi esterilizada por cloreto de sódio e foi utilizado um maçarico com fogo para esterilização final antes da semeadura.

Aos 75 dias após a semeadura (DAS), as plântulas foram transplantadas para tubetes de 180 mL e inseridas em um ambiente telado de 50 m de comprimento, 30 m de largura e 4,0 m de altura com piso recoberto por britas e estrutura de madeira (eucalipto). A irrigação das mudas foi automatizada por aspersão as 6:30 da manhã e as 17:30 da tarde por um período de 12 minutos.

O experimento foi realizado no período de outubro de 2020 a janeiro de 2021, na Fazenda

Bela Época, no município de Ribeirão Corrente, SP, (47°33' latitude, 20°30' latitude e a altitude média de 910 metros).

O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo clima subtropical/clima tropical de altitude (CWA), com verão chuvoso e inverno seco, e pluviosidade média anual de 1564 mm, temperatura média anual e de 18 °C.

Para o cultivo das mudas de café utilizou a variedade Obatã IAC 1669-20.

2.2.2. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido num delineamento inteiramente casualizados (DIC), com sete tratamentos, cinco repetições e três plantas por parcela. Os tratamentos foram cinco doses do micronutriente ferro via foliar, uma aplicação em substrato e uma aplicação em solução aquosa sobre o substrato

Os setes tratamentos foram assim designados:

T1 = 60 g de Fe por 200 Litros de água, via foliar = 0,30 g Fe L⁻¹;

T2 = 90 g de Fe por 200 Litros de água, via foliar = 0,45 g Fe L⁻¹;

T3 = 120 g de Fe por 200 Litros de água, via foliar = 0,60 g Fe L⁻¹;

T4 = 150 g de Fe por 200 Litros de água, via foliar = 0,75 g Fe L⁻¹;

T5 = 180 g de Fe por 200 Litros de água, via foliar = 0,90 g Fe L⁻¹;

T6 = adubação do substrato com 0,372 gramas de ferro por metro cúbico = 0,372 g Fe m⁻³;

T7 = solução aquosa sobre o substrato com 60 g de Fe por 200 Litros de água = Ferti 0,30 g Fe L⁻¹;

As concentrações de 60, 90, 120, 150 e 180 g de ferro para cada 200 L de água, consideradas tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 respectivamente, foram aplicadas por um pulverizador manual e o tratamento com aplicação foliar de 60 g (T1) foi considerado controle, pois foi a dose que apresentava a deficiência do micronutriente ferro para empresa. Duzentos litros de calda eram aplicados em 900 mil mudas. No substrato o tratamento T6 aplicou se a dose de ferro de 0,372 g de ferro por m³, esta aplicação foi feita manualmente com o micronutriente ferro que foi pesado, distribuído e revirado no substrato; já nas seguintes adubações do substrato foram feitas a distribuição manualmente da quantidade calculada para cada planta, essa distribuição foi realizada em volta da muda do cafeeiro mantendo a distância do caule. O tratamento T7 foi feita a solução aquosa sobre o substrato localizada no substrato com a dose de 60 g de ferro para 200 L de água, com um pulverizador manual que foi direcionada no substrato.

2.2.3. Material utilizado

A estrutura protegida utilizada na implantação do trabalho foi um viveiro de mudas cercado

por um telado coberto e fechado lateralmente por uma tela de polietileno de 50% de sombreamento (Sombrite®), com pilares de madeira de eucalipto tratado possuindo 4 metros de altura. As dimensões do ambiente são 50 metros de comprimento por 30 metros de largura e a altura de 4 metros, e o chão do viveiro é coberto por pedras britas. Para a sustentação dos tubetes foram utilizadas caixas de polietileno contendo 54 células para o acoplamento dos tubetes com as mudas. Os tubetes utilizados foram de polietileno com capacidade de 180 mL e com microfuros na sua parte inferior.

O micronutriente ferro foi fornecido pelo produto comercial Basafer Plus® que possui em sua composição de 6% de ferro. Na aplicação via foliar em 0,222 mL de água foi diluída as seguintes dosagens de gramas de ferro por planta 0,000067 para o tratamento 1; 0,0001 para o tratamento 2; 0,000133 para o tratamento 3; 0,000167 para o tratamento 4 e 0,0002 para o tratamento 5. Na aplicação de ferro no substrato aplicou 0,372 gramas de ferro por metro cúbico. Na solução aquosa sobre o substrato do substrato a dosagem foi de 0,0000067 gramas de ferro/em 0,222 mL de água por planta; as adubações foliares, via substrato e solução aquosa sobre o substrato ocorreram aos 110, 125, 145 e 165 dias após a semeadura (DAS).

2.2.4. Condução e avaliação do experimento

Os canteiros de alvenaria compostos por areia grossa foram esterilizados com cloreto de sódio na concentração de 4 mL para 50 L e pulverizado por uma bomba costal de 18 L, seguida por uma esterilização pôr fogo que foi realizado por um maçarico.

Após três dias da esterilização do canteiro, foi iniciada a semeadura das sementes de café da variedade Obatã IAC 1669-20; a irrigação foi feita duas vezes ao dia, pela manhã as 6:30 e pela tarde 17:30, essa irrigação é automatizada e feita por aspersores fixados na parte superior do viveiro de mudas. As plântulas emergiram aos 63 dias, mas permaneceram no canteiro de areia até completarem 75 dias, pois precisam apresentar as duas primeiras folhas completamente abertas para serem transplantadas.

Depois de 75 dias, as plântulas foram transplantadas para os tubetes possuindo um volume de 180 mL. Os tubetes foram lavados com água e detergente, e em seguida mergulhados em um barril composto por 200 litros de água e 10 mL de cloreto de sódio permanecendo por 1 hora e em seguida foram lavados com água corrente. Dentro dos tubetes que possuem a capacidade de 180 mL e são feitos de polietileno foi adicionado o substrato comercial Sphagnum® da empresa Pindstrup.

Foram avaliadas a altura das mudas, o número de folhas, o diâmetro do colo e a área foliar aos 125, 145, 165 e 180 DAS que corresponde aos 55, 75, 95 e 105 DAT. Aos 180 DAS foram

coletadas as massas secas da parte aérea e do sistema radicular e foram determinadas a massa seca total (MST), a relação entre a altura da muda e diâmetro do colo (RAD), a relação entre a massa seca da parte aérea e do sistema radicular (RMS), a relação entre a massa seca do sistema radicular e massa seca total (RMR) e índice de qualidade de Dickson (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960). Foi determinada a taxa de crescimento absoluto (TCA, cm dia⁻¹) entre as coletas de alturas de 125 e 180 DAS (BENINCASA, 2003).

A área foliar foi coletada pela mensuração do comprimento médio e largura média das folhas com auxílio de uma régua graduada em milímetro. Para o cálculo da área foliar foi utilizado a metodologia de estimativa que foi proposta por Partelli et al. (2006), em que: $\hat{A}F = estimativa\ da\ área\ foliar\ para\ mudas\ (cm^2)$; $CNC = comprimento\ da\ nervura\ central\ (cm)$, $\hat{A}F = 0,2027 \cdot CNC^2,1336$.

A altura da muda foi coletada com régua graduada em centímetro e o diâmetro do colo com paquímetro digital em milímetro. Para obtenção da massa seca, as mudas foram mantidas em estufa de circulação de ar, à temperatura de 65°C por 72 horas e mensuradas em balança analítica de precisão. E em seguida o material coletado foi enviado para o laboratório da empresa PRIMORLAB para que a análise de teor de ferro em cada tratamento fosse analisada e enviada via tabela.

2.2.5 Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F em nível de 5% de probabilidade e as médias, quando significativas foram avaliadas pelo teste LSD (*t-student*).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise laboratorial da massa seca das mudas de café (Obatã IAC 1669-20), com intuito de avaliar a quantidade do micronutriente ferro acumulado nas mudas; pode se concluir que as mudas utilizando as concentrações de 0,45 g Fe L⁻¹ de calda via foliar e 0,30 g Fe L⁻¹ via solução aquosa sobre o substrato apresentaram maior acúmulo de ferro; porém o tratamento que mais se destacou com maior acúmulo foi o tratamento via foliar de 0,45 g Fe L⁻¹ água. Os demais tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si (Figura 1).

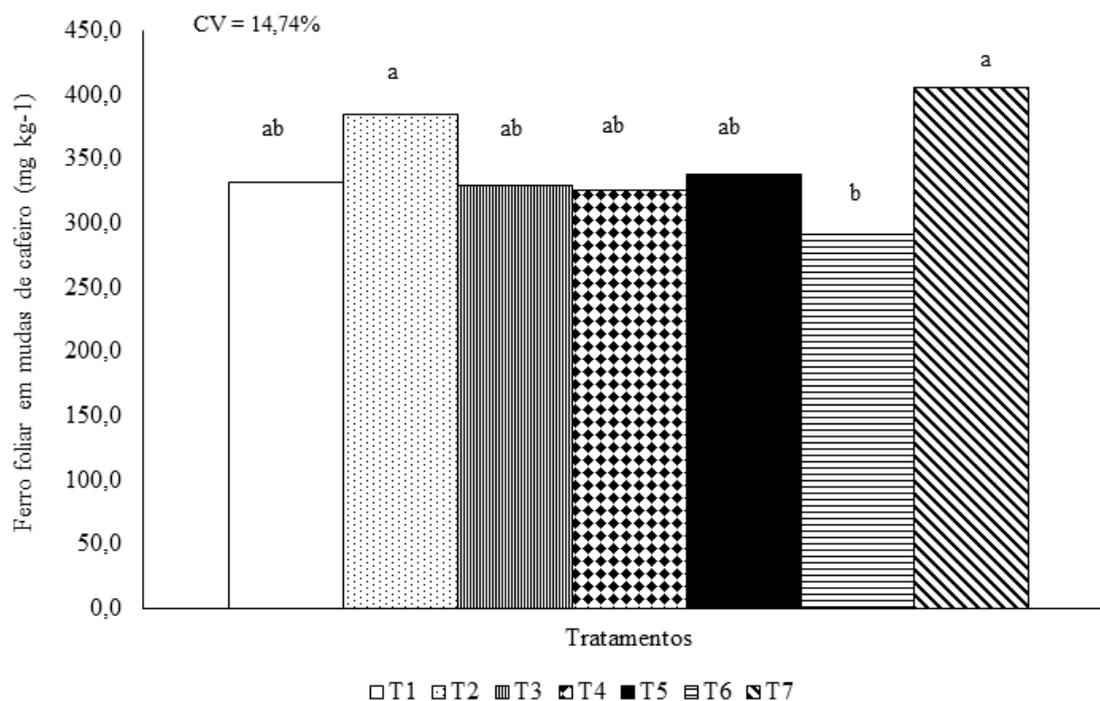


Figura 1. Análise laboratorial da massa seca das mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20, demonstrando o resultado das diferentes doses de Ferro. Franca- SP, 2021.

T1 = Foliar 0,30 g Fe L⁻¹; T2 = Foliar 0,45 g Fe L⁻¹; T3 = Foliar 0,60 g Fe L⁻¹; T4 = Foliar 0,75 g Fe L⁻¹; T5 = Foliar 0,90 g Fe L⁻¹; T6 = Substrato com 0,372 g Fe m⁻³; T7 = Solução aquosa sobre o substrato 0,30 g Fe L⁻¹.

As aplicações de 0,45 g Fe L⁻¹ de calda via foliar e de 0,30 g Fe L⁻¹ via solução aquosa sobre o substrato promoveram nas mudas de cafeeiro um acúmulo de 385 e 406 mg Fe kg⁻¹, respectivamente, superiores à média anual de 300 mg kg⁻¹ observados por Guimarães e Mendes (1998, adaptado de Malvolta (1982) ABC da análise se solo e folhas) em plantas adultas. Nas cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica*) de porte baixo Catucaí Amarelo (2 SL), Oeiras (MG-6851) e Topázio (MG-1190), França et al. (2010) verificaram aos 120 dias após o plantio em vasos de 10 L acúmulo de 420-460 mg Fe kg⁻¹, superior ao do presente estudo.

Quando as plantas são impostas a elevadas quantidades de ferro tem o seu desenvolvimento é afetado em todas as áreas desde as raízes as folhas (SIQUEIRA-SILVA et al., 2012). Segundo Sombra et al., (2019) trabalhando com porta-enxertos de cítricos conclui que o excesso do micronutriente ferro aplicado no substrato, induz o atraso no desenvolvimento da muda além de causar mortalidade em plântulas que já se emergiram.

Quando as plantas de *Eugenia uniflora* quando submetidas ao excesso de ferro apresentam sinais de toxidez por toda a planta, e isso faz com que todas as variáveis de crescimento da planta apresentam declínio na produtividade (JUCOSKI et al., 2016). Segundo Bertonecell et al. (2018), também demonstra em seu trabalho com a espécie de orquídeas *Schomburgkia crispa* que, quando

há altas concentrações de ferro na planta ela ocasiona à redução do seu desenvolvimento.

Segundo Cietto e Haag (1989) a quantidade do micronutriente ferro recrutado para a fase de granação do cafeeiro Catuai com dois anos de idade foi de 424,31 mg, na maturação de 926,59 mg e no repouso de 119,56 mg por planta (por cova) e no presente estudo foi verificado para a cultivar Obatã IAC 1669-20 na fase de crescimento de mudas uma quantidade de 0,45 g Fe L⁻¹ via foliar, que equivale a 90 g de Fe por 200 Litros de calda aplicada em 900 mil mudas, isto é, 0,067 mg de Fe por planta no qual apresentou desempenho significativo no crescimento das mudas para a referida cultivar.

A adubação via foliar, substrato e solução aquosa sobre o substrato com o micronutriente ferro na produção de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20, pelo teste F, obtiveram resultados significativos para as variáveis AP110, AP155, AP180, DC125, DC140, DC155, DC180, NF140, NF155, NF180, LF110, LF125, LF140, LF155, LF180, CF125, CF140, CF155, AF125, AF140, AF155, AF180, CR, TCA e IQD e, para as demais variáveis o teste foi não significativo (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância para a altura de planta (AP), diâmetro o colo (DC), número de folhas (NF), largura da folha (LF), comprimento da folha (CF) e área foliar (AF) aos 110, 125, 140, 155 e 180 dias após a semeadura (DAS); comprimento do sistema radicular (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSSR), massa seca total (MST), relação entre altura da muda e o diâmetro do colo (RAD), relação entre a massa seca da parte aérea e sistema radicular (RMS), relação entre a massa seca radicular e massa seca total (RMR), índice de qualidade de Dickson (IQD) e análise de ferro foliar (Fe) aos 180 DAS e taxa de crescimento absoluto (TCA) entre os 110 e 180 DAS de mudas de cafeeiro da variedade Obatã IAC 1669-20.

	AP110	AP125	AP140	AP155	AP180	DC110	DC125
Pr>F _c	0,0015	0,2815	0,1733	0,0338	0,0295	0,1241	0,0001
CV (%)	1,60	4,84	8,35	10,00	10,53	1,67	2,94
	DC140	DC155	DC180	NF110	NF125	NF140	NF155
Pr>F _c	0,0000	0,0000	0,0000	0,0892	0,4796	0,0002	0,0314
CV (%)	3,65	4,25	4,91	20,63	9,58	7,79	10,68
	NF180	LF110	LF125	LF140	LF155	LF180	CF110
Pr>F _c	0,0239	0,01175	0,0017	0,0086	0,0053	0,0050	0,1563
CV (%)	9,55	4,28	3,33	4,05	4,57	4,71	5,71
	CF125	CF140	CF155	CF180	AF110	AF125	AF140
Pr>F _c	0,0000	0,0003	0,0047	0,0579	0,1606	0,0000	0,0001

CV (%)	2,92	4,76	5,64	6,31	12,27	6,38	10,14
	AF155	AF180	CR	MSPA	MSSR	MST	TCA
Pr>Fc	0,0022	0,0364	0,0136	0,0701	0,0971	0,0719	0,0218
CV (%)	11,71	12,98	7,28	12,56	21,60	13,54	14,71
	RAD	RMS	RMR	IQD	Fe		
Pr>Fc	0,2040	0,2112	0,1676	0,0358	0,1830		
CV (%)	9,96	18,20	12,81	16,88	14,74		

CV = coeficiente de variação; Pr = probabilidade; Fc = F calculado; (Pr>Fc) > 0,05 não significativo; 0,01 < (Pr>Fc) < 0,05 significativo a 5%; (Pr>Fc) < 0,01 significativo a 1%.

Observando a altura das mudas de café aos 180 DAS foi constatado que no tratamento com aplicação via foliar de 0,45 g Fe L⁻¹ (T2), que não diferiu dos tratamentos T1 (0,30 g Fe L⁻¹), T4 (0,75 g Fe L⁻¹) e T7 (via solução aquosa), as mudas estavam maiores que nas mudas dos demais tratamentos (Figura 2).

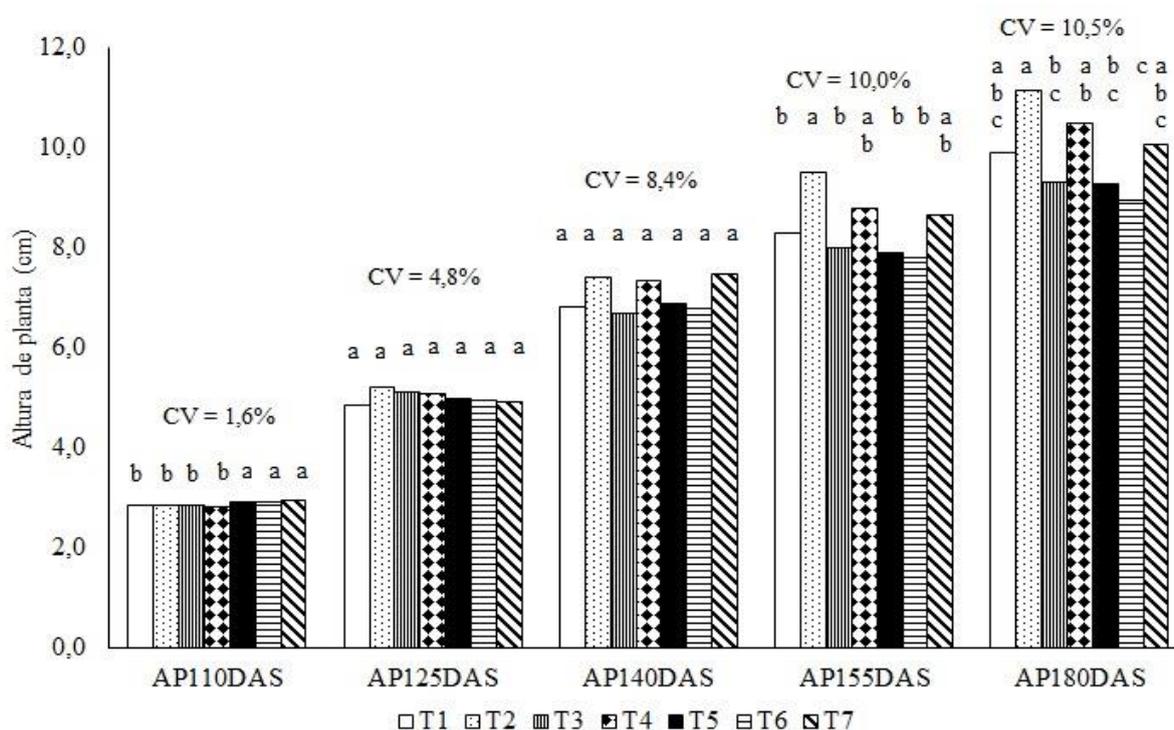


Figura 2. Altura de planta (AP) aos 110, 125, 140, 155 e 180 dias após a semeadura (DAS) de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20 em função das diferentes doses de Ferro. Franca-SP, 2021.

T1 = Foliar 0,30 g Fe L⁻¹; T2 = Foliar 0,45 g Fe L⁻¹; T3 = Foliar 0,60 g Fe L⁻¹; T4 = Foliar 0,75 g Fe L⁻¹; T5 = Foliar 0,90 g Fe L⁻¹; T6 = Substrato com 0,372 g Fe m⁻³; T7 = Solução aquosa sobre o substrato 0,30 g Fe L⁻¹. Médias seguidas de mesma letra, para cada variável, não diferem entre si pelo teste LSD (*t* de student) a 5% de significância.

Segundo Amorim (2019) trabalhando com mudas enxertadas de cajueiro-anão, verificou se que a altura das mudas de cajueiro foi influenciada pelas diferentes doses de ferro aplicadas, pois, o Fe tem por função regular as atividades bioquímicas, e com a ausência do micronutriente ferro a muda apresenta quantidades menores de RNA e assim obtém se uma taxa menor de síntese proteica que está ligada ao menor crescimento da planta.

Nas plantas de arroz a quantidade do micronutriente ferro apresenta influência significativa na altura que é demonstrado estatisticamente; quando a planta de arroz recebe doses com concentrações altas de ferro a planta reduz significativamente a sua altura (FAGERIA et al., 1981).

Avaliando as mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20 aos 110 dias após a semeadura foi verificado que em todos os tratamentos o diâmetro do colo não demonstrou diferenças significativas; porém aos 125, 140, 155 e 180 DAS o maior diâmetro do colo foi averiguado pelas mudas com o tratamento de 0,45 g Fe L⁻¹ de água. Observa se que o diâmetro do colo do tratamento com a dosagem de 0,45 g Fe L⁻¹ via foliar promoveu desempenho significativo nas mudas a partir dos 125 DAS até o final do experimento, pois, esta dose favoreceu o crescimento do colo em espessura (Figura 3).

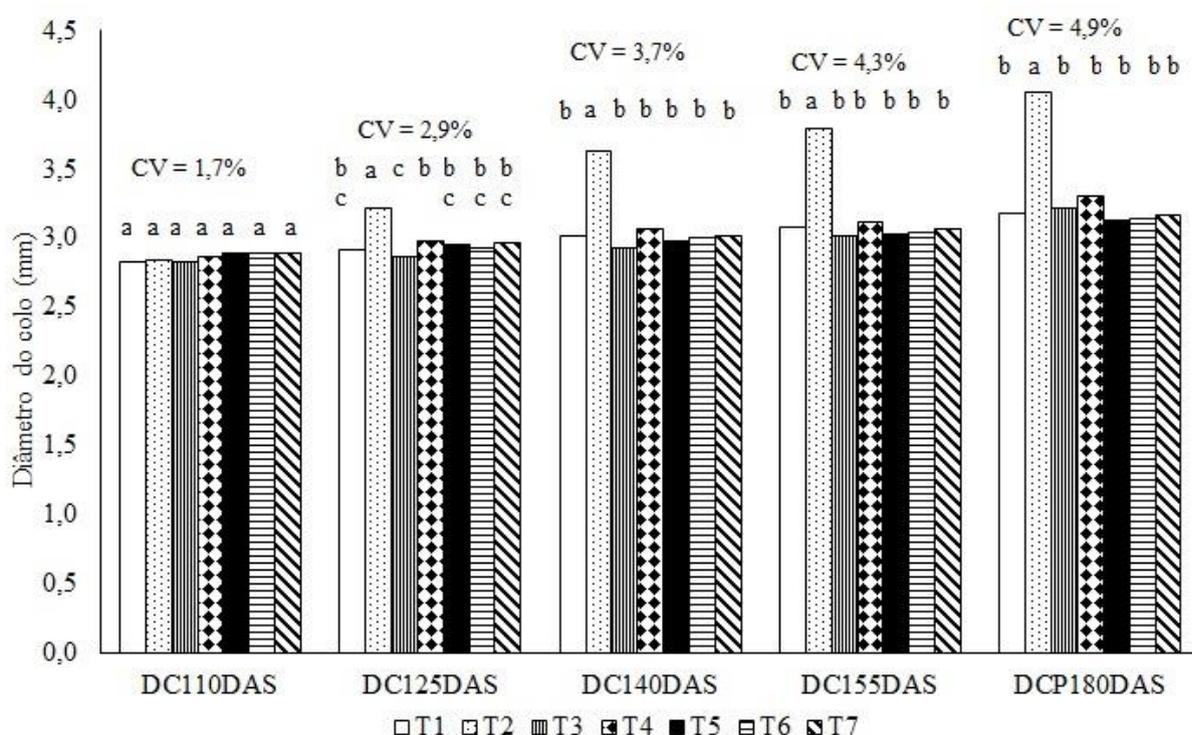


Figura 3. Diâmetro do colo (DC) aos 110, 125, 140, 155 e 180 dias após a semeadura (DAS) de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20 em função das diferentes doses de Ferro. Franca-SP, 2021.

T1 = Foliar 0,30 g Fe L⁻¹; T2 = Foliar 0,45 g Fe L⁻¹; T3 = Foliar 0,60 g Fe L⁻¹; T4 = Foliar 0,75 g Fe L⁻¹; T5 = Foliar

0,90 g Fe L⁻¹; T6 = Substrato com 0,372 g Fe m⁻³; T7 = Solução aquosa sobre o substrato 0,30 g Fe L⁻¹. Médias seguidas de mesma letra, para cada variável, não diferem entre si pelo teste LSD (*t* de student) a 5% de significância.

Trabalhando com Citrumelo Swingle e Ferrarezi (2006) verificaram que plantas com maior crescimento de caule permanecem um menor tempo no viveiro; e isso faz com que a muda seja comercializada mais rápida diminuindo assim o tempo de permanência dentro do viveiro; fazendo com que ocorra um fluxo maior de mudas no viveiro; esses benefícios são gerados em mudas de Citrumelo Swing quando é aplicado o micronutriente Fe nas mudas, promovendo maiores crescimento do caule.

No decorrer das avaliações sobre o número de folhas por planta o tratamento com a adubação prévia do substrato com 0,372 g Fe m⁻³ demonstrou resultado inferior aos 180 DAS em comparação com os demais tratamentos que não diferiram entre si (Figura 4).

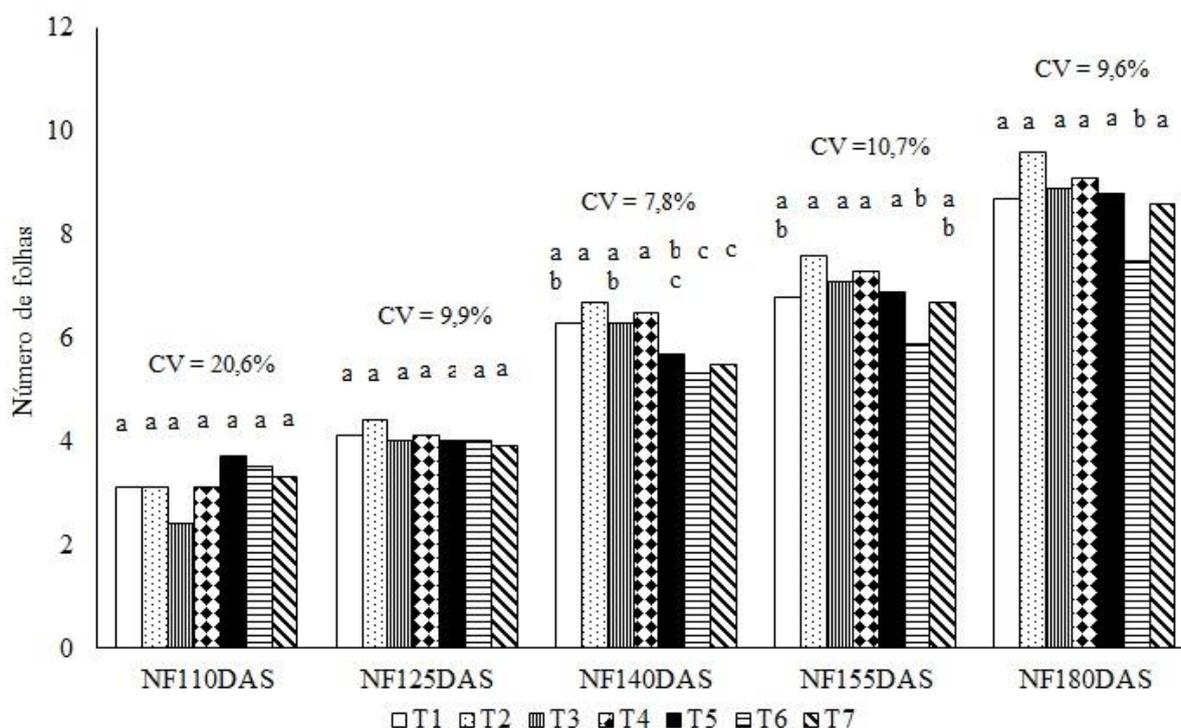


Figura 4. Número de folhas (NF) aos 110, 125, 140, 155 e 180 dias após a semeadura (DAS) de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20 em função das diferentes doses de Ferro. Franca-SP, 2021.

T1 = Foliar 0,30 g Fe L⁻¹; T2 = Foliar 0,45 g Fe L⁻¹; T3 = Foliar 0,60 g Fe L⁻¹; T4 = Foliar 0,75 g Fe L⁻¹; T5 = Foliar 0,90 g Fe L⁻¹; T6 = Substrato com 0,372 g Fe m⁻³; T7 = Solução aquosa sobre o substrato 0,30 g Fe L⁻¹. Médias seguidas de mesma letra, para cada variável, não diferem entre si pelo teste LSD (*t* de student) a 5% de significância.

As variáveis como comprimento de folhas, largura de folhas e número de folhas são

componentes que devem ser agregados para se obter a área foliar, pois, a área foliar é um indicativo de produtividade pois o processo de fotossíntese está ligado a interceptação de energia luminosa que será convertido em energia química. Dentre todos os tratamentos o que se destacou apresentando os melhores resultados no comprimento de folhas foi o tratamento com aplicação foliar de 0,45 g Fe L⁻¹ de água, que desde os 125 DAS até os 180 DAS sobressaiu aos demais tratamentos (Figura 5).

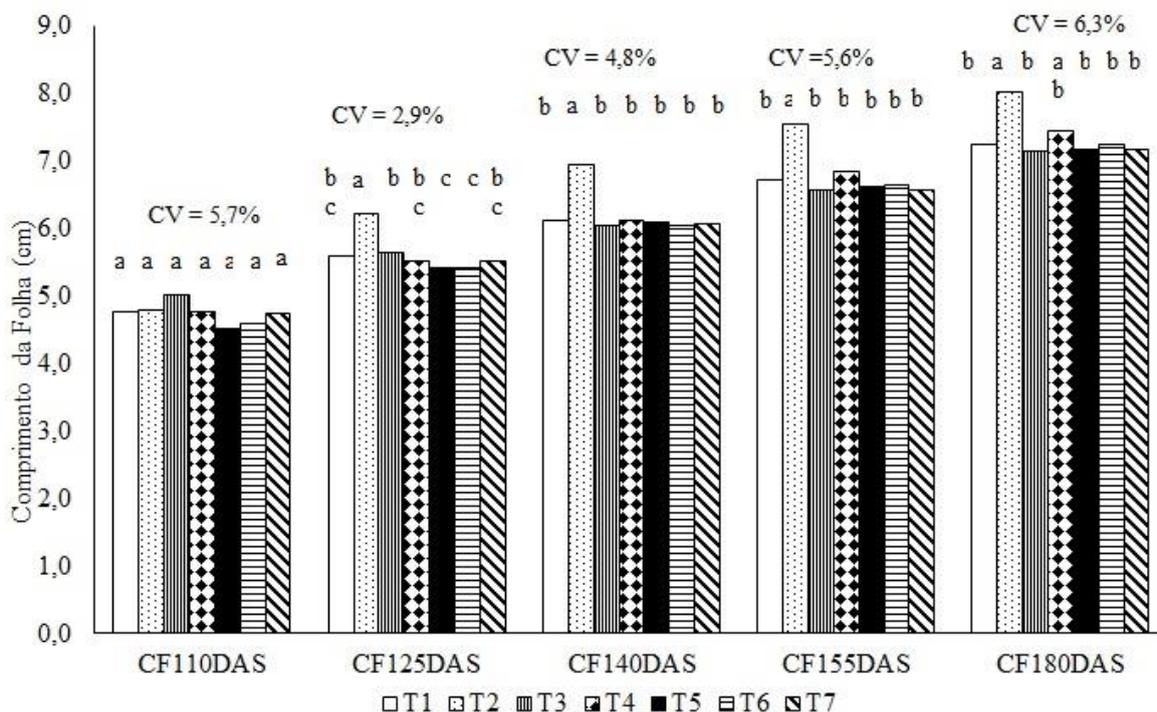


Figura 5. Comprimento das folhas (CF) aos 110, 125, 140, 155 e 180 dias após a semeadura (DAS) de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20 em função das diferentes doses de Ferro. Franca-SP, 2021.

T1 = Foliar 0,30 g Fe L⁻¹; T2 = Foliar 0,45 g Fe L⁻¹; T3 = Foliar 0,60 g Fe L⁻¹; T4 = Foliar 0,75 g Fe L⁻¹; T5 = Foliar 0,90 g Fe L⁻¹; T6 = Substrato com 0,372 g Fe m⁻³; T7 = Solução aquosa sobre o substrato 0,30 g Fe L⁻¹. Médias seguidas de mesma letra, para cada variável, não diferem entre si pelo teste LSD (*t* de student) a 5% de significância.

Nas avaliações feitas da largura de folhas, o tratamento que ao decorrer do experimento demonstrou melhores estabilidade no ganho em medidas sem ocorrer variação no decorrer do desenvolvimento das mudas do cafeeiro foi o tratamento com aplicação foliar de 0,45 g Fe L⁻¹ de água, porém a partir dos 140 DAS ele não se diferiu dos tratamentos com aplicação foliar de 0,30, 0,75, 0,90 g Fe L⁻¹ de água e solução aquosa sobre o substrato (Figura 6).

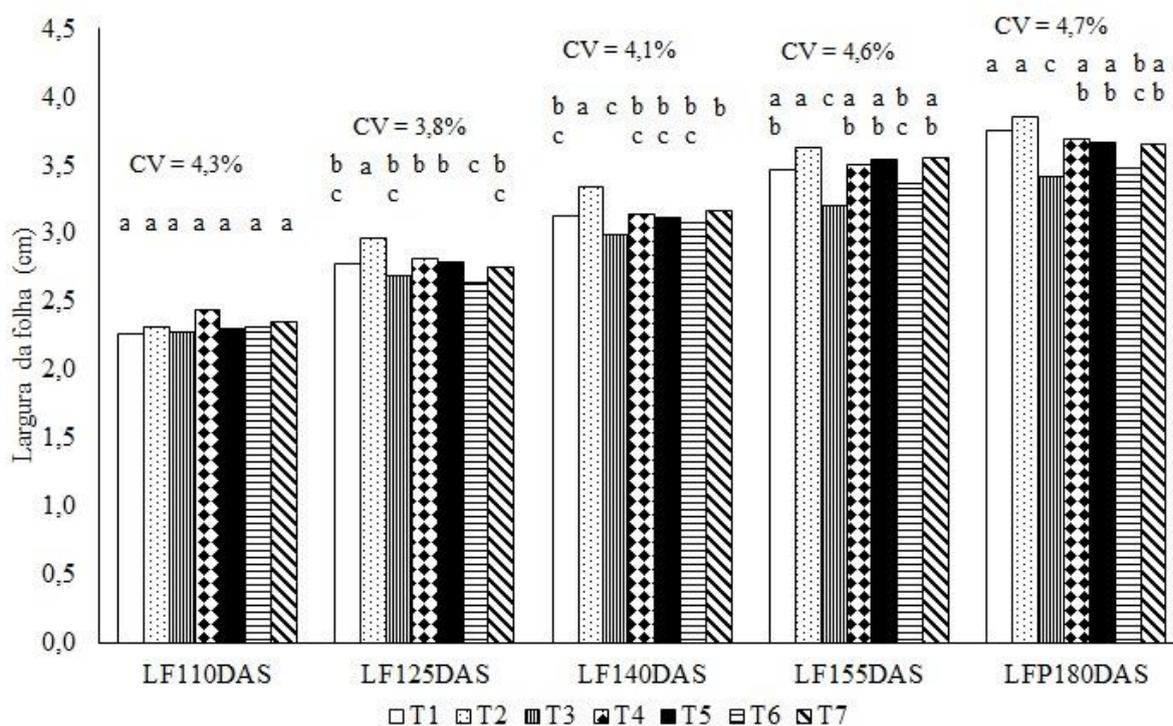


Figura 6. Largura das folhas (LF) aos 110, 125, 140, 155 e 180 dias após a semeadura (DAS) de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20 em função das diferentes doses de Ferro. Franca-SP, 2021.

T1 = Foliar 0,30 g Fe L⁻¹; T2 = Foliar 0,45 g Fe L⁻¹; T3 = Foliar 0,60 g Fe L⁻¹; T4 = Foliar 0,75 g Fe L⁻¹; T5 = Foliar 0,90 g Fe L⁻¹; T6 = Substrato com 0,372 g Fe m⁻³; T7 = Solução aquosa sobre o substrato 0,30 g Fe L⁻¹. Médias seguidas de mesma letra, para cada variável, não diferem entre si pelo teste LSD (*t* de student) a 5% de significância.

O tratamento número 2 com adubação via foliar de 0,45 g Fe L⁻¹, aos 125, 140, 155 e 180 dias após a semeadura demonstrou ser estatisticamente superior aos demais tratamentos, expressando melhores resultados na distribuição da área foliar, pois, uma planta em início de crescimento possuindo uma maior área foliar garante uma interceptação de energia luminosa que será convertida em carboidratos que são necessário para o seu crescimento (Figura 7).

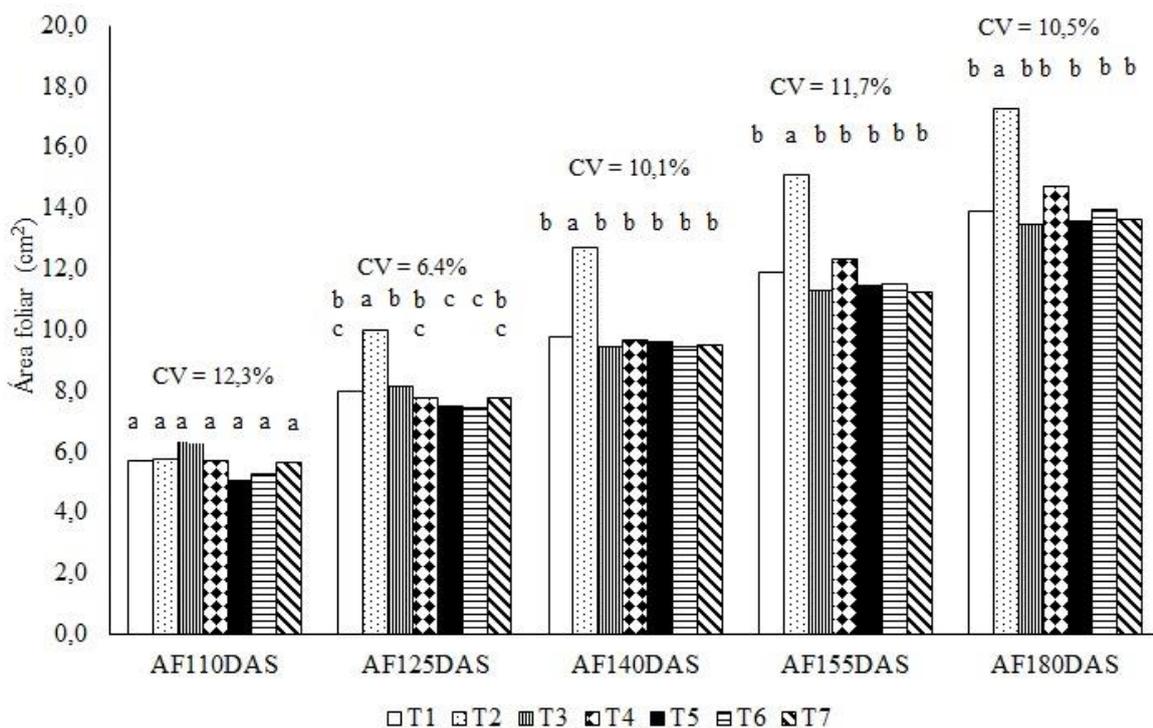


Figura 7. Área foliar (AF) aos 110, 125, 140, 155 e 180 dias após a semeadura (DAS) de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20 em função das diferentes doses de Ferro. Franca- SP, 2021.

T1 = Foliar 0,30 g Fe L⁻¹; T2 = Foliar 0,45 g Fe L⁻¹; T3 = Foliar 0,60 g Fe L⁻¹; T4 = Foliar 0,75 g Fe L⁻¹; T5 = Foliar 0,90 g Fe L⁻¹; T6 = Substrato com 0,372 g Fe m⁻³; T7 = Solução aquosa sobre o substrato 0,30 g Fe L⁻¹. Médias seguidas de mesma letra, para cada variável, não diferem entre si pelo teste LSD (*t* de student) a 5% de significância.

A área foliar tem como um dos seus parâmetros o número de folhas que há em uma planta, e o número de folhas é um dos indicativos do momento correto para que haja o transplântio de uma muda para outra área; além de que a área foliar pode indicar a capacidade que a muda tem de fazer fotossíntese (MELO et al., 2019).

Segundo Partelli et al. (2006), uma planta que possui maior área foliar intercepta uma quantidade maior de luz e assim aumenta a sua taxa fotossintética, fazendo com que as plantas apresentem melhores resultados relacionados a ganho de AF. Segundo Silva et al., 2011, demonstrou em seu trabalho que, quando há uma omissão do micronutriente Ferro nas plantas de arroz, estas apresentam menores valores nas variáveis altura de plantas, número de folhas, diâmetro do caule e área foliar, conforme verificado no presente estudo (Figura 7).

Na avaliação feita do comprimento de raiz principal, o tratamento com adubação prévia do substrato na dose de 0,372 gramas de ferro por metro cúbico apresentou menores ganhos, com resultado inferior aos demais tratamentos avaliados; os tratamentos via foliar 0,30 g Fe L⁻¹ água, 0,45 g Fe L⁻¹ água, 0,60 g Fe L⁻¹ água, 0,75 g Fe L⁻¹ água, 0,90 g Fe L⁻¹ água e o tratamento com

solução aquosa sobre o substrato 0,30 g Fe L⁻¹ água não diferiram entre si (Figura 8). Estudando 23 linhagens de *Triticum durum* L. foi verificado que o micronutriente Fe aplicado em uma solução adequada para a planta apresenta crescimento mais ágil no comprimento das raízes (CAMARGO et al., 1995).

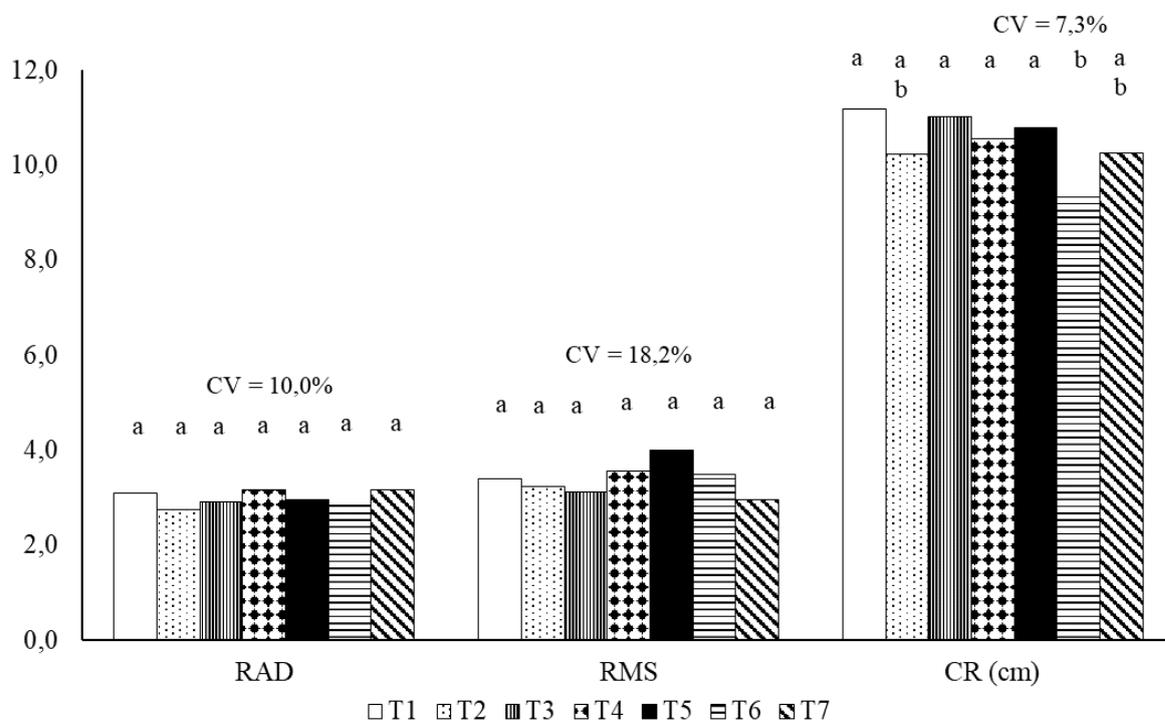


Figura 8. Relação altura e diâmetro do colo (RAD), relação fitomassa seca aérea e radicular (RMS) e comprimento de raiz (CR) de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20 em função das diferentes doses de Ferro. Franca- SP, 2021.

T1 = Foliar 0,30 g Fe L⁻¹; T2 = Foliar 0,45 g Fe L⁻¹; T3 = Foliar 0,60 g Fe L⁻¹; T4 = Foliar 0,75 g Fe L⁻¹; T5 = Foliar 0,90 g Fe L⁻¹; T6 = Substrato com 0,372 g Fe m⁻³; T7 = Solução aquosa sobre o substrato 0,30 g Fe L⁻¹. Médias seguidas de mesma letra, para cada variável, não diferem entre si pelo teste LSD (*t* de student) a 5% de significância.

Segundo Camargo et al. (1989), trabalhando com variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.), observou se que o maior comprimento de raiz das cultivares 811-1146 e IAC-17 foi apontado na concentração as variações 0,56 mg de Fe³ /litro; porém, com as outras cultivares de trigo estudadas CNT-8, IAC-5 CNT-8, IAC-5, Alondra-S-46, IAC-24 e Siete Cerros não apresentou diferença significativas entre elas no parâmetro comprimento da raiz em relação a dose de ferro aplicada. Em avaliação do comprimento de raiz das plantas de *Phaseolus vulgaris* foi demonstrado que as diferentes doses de Ferro aplicadas nas plantas não apresentam diferença significativa entre todos os tratamentos (SILVA et al., 2011).

A relação altura e diâmetro do colo (RAD) das mudes de café não apresentou diferença

significativa entre todos os tratamentos (Figura 8). Segundo Ferrarezi (2006) a relação altura diâmetro em seu trabalho, pode se verificar que não ocorreu interação significativa entre as doses de Fe aplicadas no porta-enxertos tangerina Cleópatra e *citrumelo Swingle*, concluindo que no seu experimento o RAD não apresentou diferenças significativas.

A relação fitomassa seca aérea e radicular (RMS) não apresentou diferença significativa entre os tratamentos com as diferentes doses de Fe aplicadas em mudas de café (figura 8). A razão raiz/parte aérea não é afetada com a aplicação de diferentes doses de ferro, mas com os estudos realizados concluiu se que o cajueiro anão tem um acúmulo maior de Fe nas raízes se comparado com a parte aérea (AMORIM, 2019).

As peroxidases são enzimas responsáveis pelo crescimento, lignificação e alongamento celular; as plantas com deficiência de Fe acabam reduzindo a atividade das peroxidases promovendo assim a diminuição das raízes (CUNHA et al., 2009). Segundo Tinley (1961) em sua pesquisa, comprovou que quando é aplicado o micronutriente ferro em plantas de *Hevea brasiliensis* ocorre a maior produção de raiz, e mesmo quando adicionado maiores doses de Fe apresenta crescimento.

Os maiores Índices de Qualidade de Dickson (IQD), foram observados nas mudas dos tratamentos via foliar 0,30 g Fe L⁻¹ água, 0,45 g Fe L⁻¹ água e no tratamento via solução aquosa sobre o substrato com a dosagem de 0,30 g Fe L⁻¹, pois, apresentaram robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa (Figura 7). Dickson et al., (1960), desenvolveu um índice de qualidade de mudas integrados, com base nas características morfológicas de uma muda. Porém para se utilizar a formula do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) são necessárias algumas avaliações nas mudas, e os parâmetros dessa avaliação são peso de matéria seca da parte aérea, altura da parte aérea, peso de matéria seca do sistema radicular, diâmetro do coleto e o peso de matéria seca total. Na avaliação de mudas o IQD possui bom indicador de qualidade, pois, o cálculo do índice de qualidade de Dickson considera a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa nas mudas, que são parâmetros importantes para avaliação de qualidade. (FONSECA et al., 2000).

A massa seca é um importante parâmetro que indica o desenvolvimento de uma planta e por esse motivo é a mais utilizada, pois, aponta o aumento de massa acumulada na formação de uma planta não levando em consideração a água. Assim, os valores médios de massa seca total (MST) das mudas de café não apresentaram diferença significativa entre todos os tratamentos (Figura 9). Na produção de massa seca total de *Physalis ixocarpa* L. tendo como tratamento diferentes doses da solução nutritiva de ferro notou se que não ocorreu diferença significativa entre os valores obtidos no experimento (MOSCHINI et al., 2019).

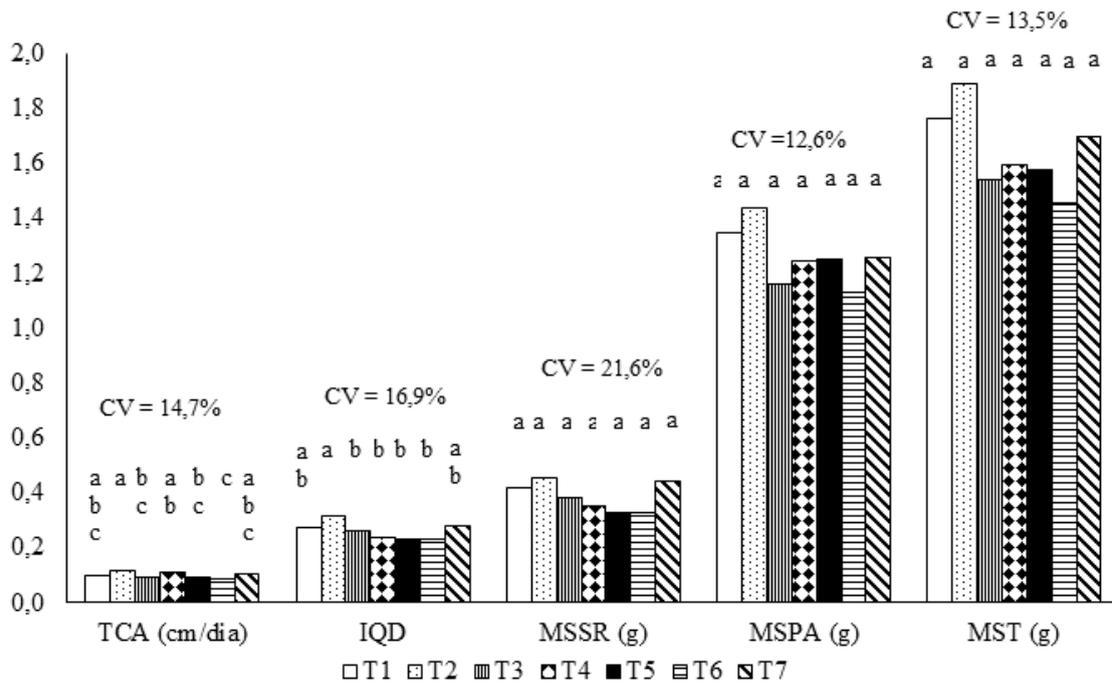


Figura 9. Taxa de crescimento absoluto (TCA), índices de Qualidade de Dickson (IQD), massa seca do sistema radicular (MSSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20 em função das diferentes doses de Ferro. Franca-SP, 2021.

T1 = Foliar 0,30 g Fe L⁻¹; T2 = Foliar 0,45 g Fe L⁻¹; T3 = Foliar 0,60 g Fe L⁻¹; T4 = Foliar 0,75 g Fe L⁻¹; T5 = Foliar 0,90 g Fe L⁻¹; T6 = Substrato com 0,372 g Fe m⁻³; T7 = Solução aquosa sobre o substrato 0,30 g Fe L⁻¹. Médias seguidas de mesma letra, para cada variável, não diferem entre si pelo teste LSD (*t* de student) a 5% de significância.

Avaliando a massa seca da parte aérea (MSPA), das mudes de café não se obteve diferenças significativas entre todos os tratamentos com as diferentes doses do micronutriente ferro (Figura 9). Estudos realizados por Silva et al., (2011) verificou que a massa seca da parte aérea de *Phaseolus vulgaris* foi influenciada pelas diferentes doses de ferro aplicadas, pois, doses baixas de Fe quando aplicadas causam redução da MSPA, mas quando aplicada em uma dose de 5 mg L⁻¹ o *Phaseolus vulgaris* apresenta valores satisfatórios comparados com as demais doses.

Analisando à massa seca do sistema radicular (MSSR) não ocorreu diferença significativa entre as doses aplicadas de Ferro nas mudas de café (Figura 9). Segundo Matsuzak (2013), as plantas de rúcula quando submetida ao tratamento de quelatos de ferro apresentam massas secas das raízes semelhantes entre si, diferenciando apenas das plantas testemunhas que são submetidas a ausência do Fe.

Em um trabalho realizado por Amorim (2019), com a produção de mudas de cajueiro, aplicando diferentes doses do micronutriente ferro comprovou que, quando se aplica uma dose menor de Fe a massa seca das raízes apresenta menor valor, mas quando ocorre um aumento da

dosagem de ferro até $6,6 \text{ mg L}^{-1}$ de Fe há um aumento expressivo da massa seca das raízes.

A ausência do micronutriente ferro nas mudas foi verificada por Pestana et al. (2005) trabalhando com produção de porta-enxertos de citrus e por Lombardi (2003) trabalhando com porta-enxertos de pêsego, concluirão que quando há a ausência de ferro ou uma baixa quantidade disponível as mudas apresentam diminuição significativa de massa seca das raízes, mas quando se obtém aplicações com quantidades significativas de ferro as mudas apresentam melhores valores de massa seca de raiz.

Avaliando a taxa de crescimento absoluto (TCA) no experimento, foi apontado que o tratamento via foliar de $0,45 \text{ g Fe L}^{-1}$ água apresentou melhor resultado, porém não se diferiu dos tratamentos via foliar de $0,30 \text{ g Fe L}^{-1}$ água, $0,75 \text{ g Fe L}^{-1}$ água e o tratamento via solução aquosa sobre o substrato com a dosagem de $0,30 \text{ g Fe L}^{-1}$ água (Figura 9). A variável taxa de crescimento absoluto (TCA) quando utilizada é o meio mais acessível, e possui grande precisão na avaliação do crescimento vegetal, apontando a rapidez do seu desenvolvimento e a estimativa de velocidade média de crescimento (BENINCASA, 2003).

As taxas de distribuição de fitomassa aéreas e radiculares estão na Figura 10.

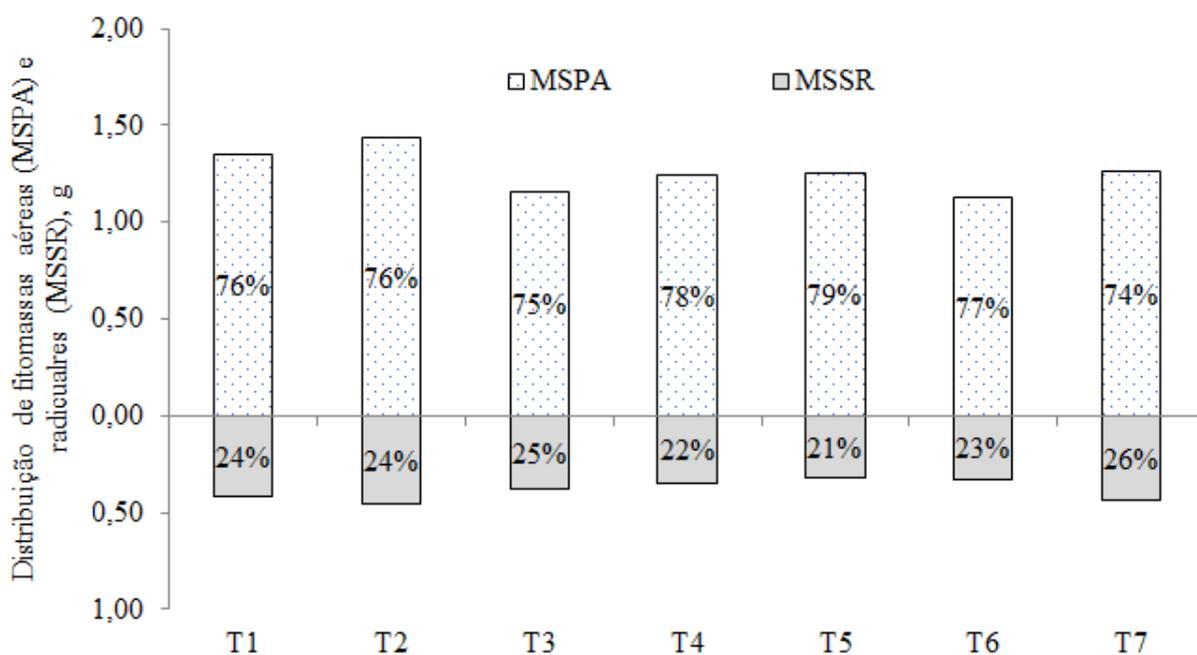


Figura 10. Distribuição de fitomassas aéreas (MSPA) e radiculares (MSSR) de mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20, demonstrando o resultado das diferentes doses de Ferro. Franca- SP, 2021.

T1 = Foliar $0,30 \text{ g Fe L}^{-1}$; T2 = Foliar $0,45 \text{ g Fe L}^{-1}$; T3 = Foliar $0,60 \text{ g Fe L}^{-1}$; T4 = Foliar $0,75 \text{ g Fe L}^{-1}$; T5 = Foliar $0,90 \text{ g Fe L}^{-1}$; T6 = Substrato com $0,372 \text{ g Fe m}^{-3}$; T7 = Solução aquosa sobre o substrato $0,30 \text{ g Fe L}^{-1}$.

Observa-se que as distribuições das fitomassas secas aéreas e radiculares em mudas de

cafeeiro em tubetes de 180 mL segue uma proporção, em média, de 77% para 23%, isto é, da fitomassa seca total das mudas de cafeeiro, 77% é parte aérea e 23% é do sistema radicular (Figura 10). Outras espécies têm demonstrado distribuições de fitomassas secas diferentes do observado no presente estudo, como por exemplo, para mudas de mamoeiro (*Carica papaya*) foram observadas, em média, 67% para a parte aérea e 33% para o sistema radicular (CABRAL et al., 2020) e para mudas de achachairu (*Garcinia humilis*) foram verificadas 68% para a parte aérea e 32% para o sistema radicular (SILVA et al., 2021), ambas as pesquisas em sacolas de polietileno de 1,8 Litros.

2.4. CONCLUSÃO

Neste presente estudo as mudas de café da variedade Obatã IAC 1669-20 utilizando o tratamento com aplicação via foliar com a dosagem de 0,45 g Fe L⁻¹ de água, que equivale a 0,0001 g Fe por planta, que apresentou um melhor desempenho nos quesitos área foliar e diâmetro do colo, que são indicativos positivos de uma muda de qualidade para o viveirista.

2.5. REFERÊNCIAS

AMORIM, Francisca Frenna Verezza Rodrigues. **Doses de ferro no crescimento, trocas gasosas e eficiência nutricional de mudas enxertadas de cajueiro-anão**. 2019. 72 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) –Universidade de federal do Ceara, fortaleza, 2019.

BENINCASA, Margarida MP. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: Funep, Jaboticabal, p. 41, 2003.

BERTONCELLI, D.; ALVES, G.; FREIRIA, G.; FURLAN, F.; NETO, H.; FARIA, R. Iron concentrations in the in vitro cultivation of native Brazilian orchid *Schomburgkia crista*. **Agronomy Science and Biotechnology**, v. 4, n. 2, p. 93, Nov. 2018. DOI: <https://doi.org/10.33158/ASB.2018v4i2p93>. Disponível em: <https://www.Mecenaspublicshing.com/journals/index.php/asbjournal/article/view/70>. Acesso em: 8 junho 2021.

CABRAL, R. do C.; VENDRUSCOLO, E. P.; MARTINS, M. B.; ZOZ, T.; COSTA, E.; SILVA, A. G. da. Material reflectante en bancos de cultivo y paja de arroz sobre el sustrato en la producción de plántulas de papaya. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, Texcoco, v. 11, n. 8, p. 1713-1723. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i8.2481>

CAMARGO, C. E. D. O.; FELÍCIO, J. C.; FREITAS, J. G. D.; FERREIRA FILHO, A. W. P. Trigo duro: tolerância à toxicidade de alumínio, manganês e ferro em soluções nutritivas. **Bragantia**, Campinas, v. 54, n. 2, p. 371-383, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87051995000200016>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051995000200016&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 01 Abril 2021.

CAMARGO, C. E. O.; FREITAS, J. G.; FERREIRA FILHO, A. W. P. Efeito de diferentes doses de Fe em solução nutritiva no desenvolvimento da raiz primária de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 12, p. 1529-1535, 1989. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/16615>. Acesso em: 01 abril 2021.

COSTA, R. A. **Fertilizantes minerais e aminoácidos aplicados via foliar na produtividade, desenvolvimento vegetativo e nutrição do cafeeiro**. 2009. 41 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Solos e Nutrição de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

CIETTO, S.; HAAG, H. P. Nutrição mineral do cafeeiro III. Recrutamento de B, Cu, Fe, Mn e Zn pelo cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Catuai) com dois, três, quatro e cinco anos de idade; nas fases fenológicas de repouso, granação e maturação vegetando em um latossolo vermelho amarelo, fase cerrado. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 46, p. 403-431, 1989. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aesalq/a/wKjPfkR69Rmp9RYZwKnpYtB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 dezembro 2021.

CUNHA, A. C. M. C. M. da; PAIVA, H. N. de; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Papel da Nutrição Mineral na Formação de Raízes Adventícias em Plantas Lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], n. 58, p. 35, jan./jun. 2010. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/4>. Acesso em: 7 abril 2021.

DICKSON, Alexander; LEAF, Albert L.; HOSNER, John F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960. DOI: <https://doi.org/10.5558/tfc36010-1>. Disponível em: <https://pubs.cif-ifc.org/doi/pdf/10.5558/tfc36010-1> Acesso em: 30 de março 2021.

FAGERIA, Nano Kumar; BARBOSA FILHO, Morel Pereira; DE CARVALHO, José Ruy Porto. Influência de ferro no crescimento e na absorção de P, K, Ca e Mg pela planta de arroz em solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 16, n. 4, p. 483-488, 1981. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/228691406.pdf>. Acesso em: 22 março 2021.

FAQUIN, VALDEMAR. **Nutrição Mineral de Plantas**. 2005. 175 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Meio Ambiente) - Faculdade de ciências Agrárias, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

FERRAREZI, Rhuanito Soranz. **Fontes de ferro no desenvolvimento de porta-enxertos cítricos produzidos em substrato**. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) – Pós-Graduação – IAC., Campinas, 2006.

FONSECA, Ésio de Pádua *et al.* Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, Ago. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622002000400015>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010067622002000400015&lng=en&nr m=iso. Acesso em: 30 março 2021.

FRANÇA, A. C.; FREITAS, M. A. M.; D'ANTONINO, L.; FIALHO, C. M. T.; SILVA, A. A.; REIS, M. R.; RONCHI, C. P. Teores de nutrientes em cultivares de café arábica submetidos à deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 877-885, 2010.

FREITAS, M. S. M.; MONNERAT, P. H.; CARVALHO, A. J. C. D.; VASCONCELLOS, M. A. D. S. Sintomas visuais de deficiência de macronutrientes e boro em maracujazeiro-doce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1329-1341, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000400034>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/zLGjYZjBz7bCNMG5fR7NLjs/?lang=pt>. Acesso em: 24 março 2021

FREITAS, R. L.; ZAMBOLIM, E. M.; LELIS, D. T.; CAIXETA, E. T.; ZAMBOLIM, L. *Colletotrichum gloeosporioides* E *C. boninense* associados à antracnose do café no Brasil. In: Embrapa Café-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 11., 2011, Araxá. **Anais [...]**. Brasília, DF: Embrapa Café, 2011. p. 7.

GUERREIRO, O. F.; FAZUOLI, L.; AGUIAR, A. D. E. Cultivares de *Coffea arabica* selecionadas

pelo IAC: características botânicas, tecnológicas, agronômicas e descritores mínimos. **O Agrônomo**, Campinas, v. 55, n. 2, p. 34-37, outubro, 2006. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/Cultivares_cafe/Index.htm. Acesso em: 11 março 2021.

GUIMARÃES, J. G.; MENDES, A. N. G. **Nutrição mineral do cafeeiro**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 70 p.

JUCOSKI, G. D. O.; CAMBRAIA, J., RIBEIRO, C.; OLIVEIRA, J. A. D. Excesso de ferro sobre o crescimento e a composição mineral em *Eugenia uniflora* L. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 4, p. 720-728, out./dez. 2016. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160086>. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rca/v47n4/1806-6690-rca-47-04-0720.pdf>. Acesso em: 23 março 2021

LANGE, A.; MARTINES, A. M.; SILVA, M. A. C.; SORREANO, M. C. M.; CABRAL, C. P.; MALAVOLTA, E. Efeito de deficiência de micronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Íris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 1, p. 61-67, junho, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000100009>. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pab/v40n1/23243.pdf>. Acesso em: 15 março 2021.

LOMBARDI, L.; SEBASTIANI, L.; VITAGLIANO, C.. Physiological, biochemical, and molecular effects of in vitro induced iron deficiency in peach rootstock Mr. S 2/5. **Journal of plant nutrition**, v. 26, n. 10-11, p. 2149-2163, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1081/PLN-120024271>. Acesso em: 7 abril 2021.

LOPES, Alfredo Scheid. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2. Ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1998.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. 1. Ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 2006.

MATSUZAKI, R. T. **Quelatos de ferro afetam o crescimento e a produção de rúcula cultivada em sistema hidropônico**. 2013. 65 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

MELO, RA; JORGE, MH; BORTOLIN, A.; BOITEUX, LS; OLIVEIRA, CR; MARCONCINI, JM. Growth of tomato seedlings in substrates containing a nanocomposite hydrogel with calcium montmorillonite (NC-MMt). **Hortic. Bras.**, Vitoria da Conquista , v. 37, n. 2, p. 199-203, Jun. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-053620190210>. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362019000200199 &lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362019000200199&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 25 Março 2021.

MONTEIRO, J. E.; SENTELHAS, P. C.; CHIAVEGATO, E. J.; GUISELINI, C.; SANTIAGO, A. V.; PRELA, A. Estimação da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 15-24, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052005000100002>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052005000100002&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 25 Março 2021.

MOSCHINI, B. P.; CHENG, N. C.; BISPO, D. F. A.; LUIZ, J.; SANTOS, A.; PEDROSA, C. E.; PECHE, P. M. Diagnose visual de potássio e ferro no crescimento inicial de mudas de *Physalis ixocarpa* L. **AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO**, v. 15, n. 4, p. 315-323, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v15i4.1155>. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/DiegoFaustoloAlvesBispo/publication/338286937_Diagnose_visual_de_potassio_e_ferro_no_crescimento_inicial_de_mudas_de_Physalis_ixocarpa_L/links/5f16244e299bf1e548c6ef0f/Diagnose-visual-de-potassio-e-ferro-no-crescimento-inicial-de-mudas-de-Physalis-ixocarpa-L.pdf. Acesso em: 06 abril 2021.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; DETMANN, E.; CAMPOSTRINI, E. Estimativa da área foliar do cafeeiro conilon a partir do comprimento da folha. **Revista Ceres**, v.53, n. 306 p. 204-210, mar./abr. 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3052/305226794010.pdf>. Acesso em: 14 março 2021.

PEREIRA, V.; FACHINI. Globalização, especialização territorial e divisão do trabalho: Patrocínio e o café do Cerrado mineiro. Cadernos de Geografia: **Revista Colombiana de Geografia**, v. 23, n. 2, p. 239-254, 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2818/281830704015.pdf>. Acesso em: 15 março 2021.

PESTANA, M.; DE VARNENNES, A.; ABADÍA, J.; FARIA, E. A. Differential tolerance to iron deficiency of citrus rootstocks grown in nutrient solution. **Scientia Horticulturae**, v. 104, n. 1, p. 25-36, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.07.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423804001906?via%3Dihub>. Acesso em: 7 abril 2021.

Produção dos Cafés do Brasil atinge 61,62 milhões de sacas de 60kg em 2020, volume 25% maior que 2019, **EMBRAPA Notícias**, 29 de set. de 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/56084554/producao-dos-cafes-do-brasil-atinge-6162-milhoes-de-sacas-de-60kg-em-2020-volume-25-maior-que-2019>, acesso em: 15 fevereiro 2021.

Relatório sobre o mercado cafeeiro. **International Coffee Organization (ICO)**. Fev. 2020. Disponível em: <http://www.ico.org/documents/cy2019-20/cmr-0220-p.pdf>. Acesso em: 6 fevereiro 2021

SANTOS, GENILSON LIMA. **Desenvolvimento inicial de cultivares de café arábica submetidas a lâminas de irrigação**. 2019. 88 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória, 2019.

SILVA, Adelaide Siqueira. **Percloroato de ferro como sinalizador de injúrias em tubérculos de batata e caracterização de isolados de *Pectobacterium* spp.** 2012. 134 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

SILVA, B. L. da B.; SOUZA, V. C. D. M. e; COSTA, E.; SILVA, A. G. da; BINOTTI, F. F. da S.; CAVALCANTE, D. F.; BENETT, C. G. S.; ZOZ, T. Materiais refletivos e sementes de diferentes posições na planta para produção de mudas de achachairu. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 8, n. 1, e5709, 2021. <http://doi.org/10.32404/rean.v8i1.5709>

SILVA, L. G.; GUIMARÃES P. G.; DA SILVA R. S. Efeitos de diferentes concentrações de ferro em plântulas de arroz cultivadas em solução nutritiva. *In: XV ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E XI ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓSGRADUAÇÃO–UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA*, 6., 2011, Alegre. **Anais [...]**.

Alegre: Universidade Federal do Espírito Santo Departamento de Produção Vegetal, 2011.

SILVA, L. G.; GUIMARÃES P. G.; DA SILVA R. S. Influência de doses de ferro em plantas de feijão cultivadas em solução nutritiva, Alegre. *In: XV ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E XI ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓSGRADUAÇÃO–UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA*, 6., 2011, Alegre. **Anais [...]**. Alegre: Universidade Federal do Espírito Santo Departamento de Produção Vegetal, 2011.

SILVA, G. F.; FONTES, P. C. R.; DE LIMA, L. P. F.; DE ARAÚJO, T. O.; FREITAS SILVA, L. GERÔNIMO FERREIRA. Aspectos morfoanatômicos de plantas de pepino, *Cucumis sativus* L., sob omissão de nutrientes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 2, p. 9, 2011. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?Codigo=7432867>. Acesso em: 26 março 2021.

SOMBRA, K. E. S.; DE OLIVEIRA, A. C. C.; DO NASCIMENTO FERREIRA, R.; COSTA, A. C.; DO NASCIMENTO UCHÔA, C.; DOS SANTOS, F. S. S. Excesso de ferro sobre o desenvolvimento de porta-enxertos cítricos. **Nativa**, Sinop, v. 7, n. 1, p. 50-58, jan./fev. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i1.6075>. Disponível em: <http://www.ufmt.br/nativa>. Acesso em: 4 junho 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. Ed. Artmed Editora, 2017. 888 p., ISBN 978-85-8271-367-2.

TINLEY, G. H. Efeito do Dimetilditiocarbamato Férrico no Enraizamento de Estacas de *Hevea brasiliensis*. **Nature**, p. 1217–1218., 1961. DOI: <https://doi.org/10.1038/1911217a0>.

VIECELLI, Clair Aparecida. **Guia de deficiências nutricionais em plantas**. 1. Ed. Assoeste, 2017. 112 p. ISBN: 978-85-99994-78-8.

VITTI, G. C.; QUEIROZ, F. E. C.; QUINTINO, T. A. Micronutrientes na cana-de-açúcar: mitos e realidades. **Campo & Negócios**, v. 7, n. 73, p. 28-29, 2009. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001730904>. Acesso em: 15 março 2021.