

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS – *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA
BACHARELADO EM AGRONOMIA

Paula Cristina Martins Meira

**INFLUÊNCIA DA MICORRIZA *Rhizophagus irregularis* E DE DIFERENTES DOSES
DE ADUBO DE LIBERAÇÃO LENTA NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO
ARÁBICA**

São João Evangelista

2024

PAULA CRISTINA MARTINS MEIRA

INFLUÊNCIA DA MICORRIZA *Rhizophagus irregulares* E DE DIFERENTES DOSES DE ADUBO DE LIBERAÇÃO LENTA NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO ARÁBICA

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia, no Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista (IFMG/SJE).

Orientador: Prof. Dr. Mateus Bueno Marques

Co-orientador: Dr. Inorbert de Lima Melo

São João Evangelista

2024

M514i Meira, Paula Cristina Martins.
Influência da micorriza *Rhizophagus irregulares* e de diferentes doses de adubo de liberação lenta na formação de mudas de cafeeiro arábica / Paula Cristina Martins Meira – 2024.
48f.: il.

Orientador: Dr. Mateus Bueno Marques.
Co-orientador: Dr. Inorbert de Lima Melo.
Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* São João Evangelista, 2024.

1. *Coffea arábica* L. 2. Crescimento e desenvolvimento de mudas de café. 3. Fertilizantes de liberação lenta. 4. Inoculação fúngica. 5. Viveiros. I. Meira, Paula Cristina Martins. II. Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* SJE. III. Título.

CDD 633.73

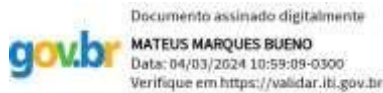
Catálogo: Esther Soares Cunha - CRB-6/MG-003372/P

Paula Cristina Martins Meira

INFLUÊNCIA DA MICORRIZA *Rhizophagus irregulares* E DE DIFERENTES DOSES DE ADUBO DE LIBERAÇÃO LENTA NA FORMAÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO ARÁBICA

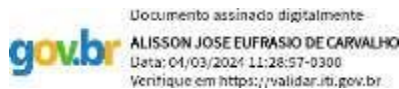
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia, no Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* São João Evangelista (IFMG/SJE)

Aprovado em 29/02/2024 pela banca examinadora:



Prof. Dr. Mateus Bueno Marques (Orientador) – IFSMG

Dr. Inorbert de Lima Melo – INCAPER/ Linhares-ES



Prof. Me. Alisson José Eufrásio de Carvalho – IFMG

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus que me deu força, coragem para seguir em frente, me guiou durante toda a minha trajetória e me acalmou nos momentos de fraqueza. A sua presença e amor, me tornou forte, resiliente e perseverante nos momentos mais desafiadores.

Aos meu pais, sempre ao meu lado, sempre atentos, sempre preocupados, sempre cuidando, sempre pai, sempre mãe. Vocês foram os pilares inabaláveis do meu percurso, oferecendo orientação apoio e amor incondicional a cada passo. Vocês foram minha âncora nos momentos de turbulência, minha alegria nos momentos de vitória, cada desafio superado e cada meta alcançada são reflexos da educação e dos valores que me transmitiram. Serei eternamente grata por tudo que vocês fizeram e fazem por mim.

A minha irmã, agradeço por sempre está comigo e me apoiando nos momentos de aprendizagem e alegrias compartilhadas.

Ao IFMG *Campus* São João Evangelista, por me acolher durante todos esses oito anos, pelas oportunidades oferecidas e pelo conhecimento adquirido ao longo desses anos.

Aos meus orientadores Dr. Mateus Bueno Marques e Dr. Inorbert de Melo Lima, agradeço pela orientação valiosa, paciência incansável e pelo comprometimento. Minha sincera gratidão por todo conhecimento, ideias e saberes compartilhado, a sua orientação durante a condução deste trabalho foi indispensável.

Aos meus amigos e colegas, gostaria de expressar minha profunda gratidão pela colaboração de cada um de vocês na confecção do experimento e coleta de dados do meu TCC e ao “Juru” do viveiro por toda ajuda. A jornada foi desafiadora, mas a dedicação e generosidade de todos, alcançamos nosso objetivo.

Aos meus amigos mais próximos, muitas vezes passamos por momentos que dizemos que não conseguimos, mas existem pessoas que dizem “Você é capaz”, e são essas pessoas que fazem com que você continue lutando pelo que acredita. Obrigada por dividir os momentos de felicidade e tristeza, obrigada por se tornarem parte da minha família.

A todos, que passaram de forma direta ou indireta, o meu muito obrigada por fazerem parte desta conquista. Vocês contribuíram para que eu pudesse chegar até aqui.

Recebam o meu sincero, MUITO OBRIGADA!

“A sabedoria protege como protege o dinheiro; mas o proveito da sabedoria é que ela dá vida ao seu possuidor.”

Eclesiastes 7:12

RESUMO

Este estudo foi realizado em casa de vegetação, como objetivo avaliar o desenvolvimento e a respostas de mudas de café arábica (*Coffea arábica* L.), sob a influência da micorriza *Rizophagus irregulares* e diferentes doses de adubo de liberação lenta em sua formação. No qual as mudas foram produzidas a partir do transplântio das plântulas de café na fase palito de fósforo, da cultivar Catucaí amarelo 2 SL, em arranjo fatorial 2x5, com delineamento inteiramente casualizado. As mudas foram produzidas com e sem a presença do isolado micorrízico, além disso, doses de adubo de liberação lenta, variando de 30 a 120% (sendo essas 0%, 30%, 60%, 90% e 120%) da recomendação tradicional aplicadas, totalizando 10 tratamentos. As avaliações periódicas foram realizadas de 15 em 15 dias, sendo avaliado altura, diâmetro de caule, número de folhas e índice SPAD. E após o período de cinco meses, as plantas foram destinadas a coleta final dos dados biométricos (altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DH), área foliar (AF), massa seca folha (MSF), massa seca caule (MSC), massa seca sistema radicular (MSRR) e massa seca total (MST)) e análise foliar de macro e micronutrientes a partir da matéria seca das folhas. Independente das dosagens de adubo de liberação lenta avaliados, os resultados obtidos demonstraram que o isolado micorrízico avaliado não produziu efeito sobre o crescimento de mudas de café arábica, o efeito do crescimento se deve a aplicação crescente de doses de adubo de liberação lenta. Concluiu-se que o isolado trabalhado não se adaptou a cultura do cafeeiro arábica, as condições estudadas, garantindo crescimento e vigor na produção de mudas. Contudo, o mesmo pode garantir vigor ou efeito em outras culturas, uma vez que, na fase mudas há pouco desenvolvimento da mencionada planta, sugerindo então que testes nas fases iniciais de campo possam demonstrar a influência do isolado.

Palavras-chaves: *Coffea arábica* L.; Crescimento e desenvolvimento de mudas de café; Fertilizantes de liberação lenta; Inoculação fúngica; Viveiros.

ABSTRACT

This study was conducted in a greenhouse to evaluate the development and responses of Arabica coffee seedlings (*Coffea arabica* L.) under the influence of the mycorrhizal fungus *Rizophagus irregularis* and different doses of slow-release fertilizer during their formation. Seedlings were produced by transplanting coffee seedlings in the "matchstick" stage of the Catucaí amarelo 2 SL cultivar, in a 2x5 factorial arrangement with a completely randomized design. Seedlings were grown with and without the presence of the mycorrhizal isolate, along with varying doses of slow-release fertilizer, ranging from 30 to 120% (0%, 30%, 60%, 90%, and 120%) of the traditional recommendation, totaling 10 treatments. Periodic evaluations were conducted every 15 days, measuring height, stem diameter, leaf number, and SPAD index. After five months, plants were harvested for final biometric data collection (shoot height (H), stem diameter (DH), leaf area (AF), leaf dry mass (MSF), stem dry mass (MSC), root system dry mass (MSRR), and total dry mass (MST)) and leaf analysis of macro and micronutrients from dry matter. Regardless of the doses of slow-release fertilizer tested, the results showed that the evaluated mycorrhizal isolate did not produce an effect on the growth of Arabica coffee seedlings; the growth effect was due to the increasing application of doses of slow-release fertilizer. It was concluded that the isolate did not adapt to Arabica coffee cultivation, ensuring growth and vigor in seedling production. However, it may provide vigor or effects in other crops, as there is little development of the mentioned plant in the seedling stage, suggesting that tests in the early field stages may demonstrate the influence of the isolate.

Keywords: *Coffea arabica* L.; Coffee seedling growth and development; Slow-release fertilizers; Fungal inoculation; Nurseries.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Distribuição dos tratamentos e repetições dos Blocos 1, 2, 3 e 4 (croqui).	24
Figura 2- Adubo de liberação lenta pós pesagem e separação	26
Figura 3- Preparação dos substratos com adição das dosagens de adubo. Separação do substrato (A); Adição do adubo de liberação controlada (B); Resultado após a homogeneização dos componentes (C) e Disposição dos tubetes na bandeja (D).....	27
Figura 4- Transplântio das plântulas de café na fase palito de fósforo. Separação das plântulas (A); Lavagem das raízes e seleção das mudas (B); Umedecimento do substrato (C); Transplântio das plântulas (D) e Transplântio finalizado (E).....	28
Figura 5- Raleio das mudas. A (Mudas antes do raleio, possuindo duas plântulas), B (Retirada de uma das plântulas com auxílio de uma tesoura) e C (Mudas pós raleio).....	28
Figura 6- Preparo do inoculante. Pesagem da quantidade utilizada de inoculante (A); Mensuração da quantidade de água utilizada (B); Inoculante depositado sobre o Erlenmeyer (C) e Mistura do inoculante juntamente com a água (D).....	29
Figura 7- Inoculação. Confecção dos orifícios de injeção do inoculante (A), Aplicação do inoculante (B e C).....	30
Figura 8- Espaçamento entre mudas. Antes do espaçamento (A) e Depois do espaçamento (B).	31
Figura 9- Análise periódica. Altura da planta (A), Diâmetro do coleto (B) e C Índice SPAD (C).	32
Figura 10- Coleta final de dados. Altura (A), Diâmetro do coleto (B) e Foto demonstrativa Tratamentos (C).....	33
Figura 11- Análise destrutiva. Área foliar pelo software ImageJ (A), Análise de raiz pelo Software WinRHIZO (B) e Massa seca (C).	33
Figura 12: Foto demonstrativa tratamentos.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fenologia do cafeeiro (<i>Coffea arabica</i>).	18
Tabela 2- Recomendação para aplicação de adubo de liberação lenta, de acordo com a porcentagem analisada.....	25
Tabela 3- Concentração do isolado de micorrizas.....	29
Tabela 4- Médias das variáveis biométricas de mudas de café arábica, em função da presença e ausência do isolado micorrízico. Em que: Presença de micorriza (PM); Ausência de micorriza (AM); número de folhas (NF); crescimento em altura (H); diâmetro de coleto (DC); comprimento raiz (CR); massa seca foliar (MSF); massa seca do sistema radicular (MSSR), massa seca total (MST).....	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Composição dos tratamentos utilizados no experimento, conforme a percentagem de doses de adubo de liberação lenta juntamente com o inoculante.	23
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Número de folhas de mudas de cafeeiro arábica sob influência de diferentes doses de adubo de liberação lenta. Eixo X dose de adubo de liberação lenta e eixo Y número de folhas (NF).	35
Gráfico 2- Altura de mudas de cafeeiro arábica sob influência de diferentes doses de adubo de liberação lenta. Eixo X dose de adubo de liberação lenta e eixo Y altura das mudas (A).	35
Gráfico 3- Diâmetro do caule de mudas de cafeeiro arábica sob influência de diferentes doses de adubo de liberação lenta. Eixo X dose de adubo de liberação lenta e eixo Y diâmetro do caule (DC).....	36
Gráfico 4- Comprimento de raiz de mudas de cafeeiro arábica sob influência de diferentes doses de adubo de liberação lenta. Eixo X dose de adubo de liberação lenta e eixo Y comprimento de raiz (CR).	37
Gráfico 5- Massa seca de folha de mudas de cafeeiro arábica sob influência de diferentes doses de adubo de liberação lenta. Eixo X dose de adubo de liberação lenta e eixo Y massa seca das folhas (MSF).....	37
Gráfico 6- Massa seca do caule de mudas de cafeeiro arábica sob influência de diferentes doses de adubo de liberação lenta. Eixo X dose de adubo de liberação lenta e eixo Y massa seca do caule (MSC).....	38
Gráfico 7- Massa seca do sistema radicular de mudas de cafeeiro arábica sob influência de diferentes doses de adubo de liberação lenta. Eixo X dose de adubo de liberação lenta e eixo Y massa seca do sistema radicular (MSSR).	39
Gráfico 8- Massa seca total de mudas de cafeeiro arábica sob influência de diferentes doses de adubo de liberação lenta. Eixo X dose de adubo de liberação lenta e eixo Y massa seca total (MST).	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 ORIGEM, CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA, MORFOLOGIA, FENOLOGIA E REPRODUÇÃO DO CAFÉ ARÁBICA.	17
2.2 PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MUDAS DE CAFÉ ARÁBICA	19
2.3 FUNGOS MICORRIZAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS	20
2.4 ADUBO DE LIBERAÇÃO LENTAS NA PRODUÇÃO DE MUDAS.....	21
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	22
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E MONTAGEM	22
3.5 SELEÇÃO DA CULTIVAR DE CAFÉ	24
3.4 SELEÇÃO DO ADUBO DE LIBERAÇÃO CONTROLADA BASACOTE®	24
3.5 SELEÇÃO DO ISOLADO MICORRÍZICO <i>RHIZOPHAGUS IRREGULARES</i>	25
3.6 PROCEDIMENTOS.....	25
3.6.1 <i>Pesagem e separação das dosagens de adubo de liberação lenta</i>	25
3.6.2 <i>Lavagem e higienização dos tubetes</i>	26
3.6.3 <i>Preparo da mistura (substrato + adubo de liberação lenta) para enchimento dos tubetes e separação dos blocos</i>	26
3.6.4 <i>Transplântio das mudas de café arábica Catucaí amarelo 2 SL</i>	27
3.6.5 <i>Irrigação</i>.....	28
3.6.6 <i>Raleio das mudas de café arábica</i>	28
3.6.7 <i>Preparo do inoculante e inoculação das mudas de café arábica</i>.....	28
3.6.8 <i>Espaçamento entre mudas</i>.....	30
3.7 VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS AVALIADAS.....	31
3.7.1 <i>Análises biométricas periódicas</i>	31
3.7.2 <i>Análise biométricas</i>.....	32
3.7 ANÁLISE ESTÁTISTICA	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS	34
4.2 RESULTADO ANÁLISE FOLIAR	41

5 CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS	43
ANEXO.....	48

1 INTRODUÇÃO

O café é um dos produtos com maior relevância no agronegócio nacional e mundial, possuindo importância econômica, social e cultural (CONCEIÇÃO, *et al.* 2019). De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2022), a produção de café foi responsável por gerar mais de oito milhões de empregos no Brasil. O país possui características edafoclimáticas favoráveis para o cultivo de café, especificamente no Brasil, o café arábica é responsável por 80 % do cultivo nacional enquanto o café robusta 20 % (INCAPER, [s.d.]).

Segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2023), o Brasil é o maior exportador de café do mundo e ocupa a segunda posição de consumo da bebida, correspondendo assim, a um terço da produção mundial. De acordo com a CONAB (2024), a área estimada para o cultivo de café arábica na safra 2024 é de 1,82 milhão de hectares, dessa área 1,53 milhão estão em produção e 297,5 mil hectares em formação. Sendo justificado este aumento, devido a bionalidade positiva, possibilitando o crescimento em produção em cerca de 2,7% em área e 6,2% em área em formação.

A obtenção de mudas de boa qualidade é um dos fatores fundamentais para o sucesso de uma lavoura cafeeira e a necessidade do setor aumenta a eficiência produtiva, acompanhada da redução de custos na produção, principalmente com práticas de replantios (ZAMRODAH, 2016). Pois condiciona ao cafeeiro uma carga genética adequada e influi decisivamente na formação da estrutura do sistema radicular e parte aérea da planta com reflexos, em longo prazo (MATIELLO *et al.*, 2010).

Os sistemas de produção de mudas de café (viveiros) buscam um plantel de mudas uniformes, que tenham elevado vigor de parte aérea e um sistema radicular mais desenvolvido, além de um torrão robusto que não se desfaça durante as operações de plantio. Esta combinação de características pode ser fundamental para o pegamento da muda, quando levado ao campo. Sendo assim, tem-se buscado técnicas e formas de se obter um resultado satisfatório quanto ao desenvolvimento das mudas.

De acordo com Simão *et al.* (2019), a adoção de adubos de liberação lenta, trazem vantagens diretas ao crescimento das plantas e, conseqüentemente, impactam na uniformidade das mudas de café. Por isso, tem-se utilizado como complemento nutricional fertilizante de liberação controlada (Osmocote), em que os grânulos, constituídos por uma mistura de macro

e micronutrientes solúveis, são revestidos por uma resina de material orgânico que controla a liberação dos nutrientes em função da temperatura do substrato (GONÇALVES *et al.*, 2007).

As plantas estão normalmente expostas a biodiversidade microbiana do solo, sendo esse um local diverso, para diferentes espécies microbianas, que em sua maioria entram em contato com a planta via raiz. Neste contexto, as micorrizas são caracterizadas pela associação entre raízes e fungos no solo, sendo essa uma relação mutualística, na qual ambos são beneficiados por essa interação (VIEIRA, *et al.* 2011). Podem essas serem classificadas como ectomicorrizas, endomicorrizas e ectoendomicorrizas (ANTONIOLLI, *et al.*, 1991). As micorrizas proporcionam as plantas um melhor aproveitamento dos nutrientes e exploração das suas reservas, mas não aumentam o teor total dos nutrientes no solo (MIRANDA, 1986). Esses fungos aumentam a área e volume radicular e, conseqüentemente, melhora a capacidade de absorção de nutrientes (MATOS, *et al.* 1998).

O cafeeiro apresenta potencial de utilização e aproveitamento desta associação devido a suas características de manejo, de possibilidade de inoculação em viveiro e posterior produção de mudas já inoculadas (FREITAS *et al.*, 2013). Além de influenciar significativamente o crescimento das plantas, devido a sua capacidade de promover tal crescimento (TRISTÃO *et al.*, 2006).

O uso do fungo micorrízico *Rhizophagus irregularis*, na inoculação de plantas no Brasil ainda é pouco utilizado, devido ser uma nova tecnologia no mercado. Portanto, o objetivo desse trabalho é verificar se a presença das micorrizas *Rhizophagus irregularis* com associação com a adubação proporciona um melhor aproveitamento do adubo de liberação lenta, garantindo uma redução de seu uso e melhor vigor na formação de mudas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Origem, classificação botânica, morfologia, fenologia e reprodução do café arábica.

O café arábica (*Coffea arabica*) é descendente dos pés de café originais da Etiópia, sua denominação se dá devido ao fato da Arábia ter sido responsável pela disseminação da cultura do café, sendo assim, considerado um dos primeiros tipos de café do mundo (AICC, 2022).

Segundo Beltrão (2018), a chegada do café no Brasil se deu em 1729, no estado do Pará, com sementes e mudas trazidas da Guiana Francesa para o Brasil, pelo Sargento-Mor Francisco de Mello Palheta a pedido do governador do Maranhão e Grão Pará. O café arábica foi trazido de forma clandestina e escondida na bagagem do sargento, em razão às condições favoráveis edafoclimáticas, o cultivo de café se espalhou rapidamente por todo território brasileiro.

O cafeeiro é uma planta pertence ao grupo Fanerógamas, classe Angiosperma, subclasse Eudicotiledônea, ordem Rubiales, Família das *Rubiaceas*, tribo *Coffeae*, subtribo *Coffeainae* e gênero *Coffea* (Matiello *et al.*, 2010, p. 63). A espécie *Coffea arabica* é uma planta tetraploide, $2n$, com 44 cromossomos, autógama, ou seja, mais de 95% de sua polinização é por meio da autofecundação.

O cafeeiro apresenta porte arbustivo ou arbóreo, caule lenhoso, lignificado e reto. Possuindo o crescimento de ramos com dimorfismo, ou seja, na direção dos ramos (CARVALHO *et al.*, 1950), sendo que os ramos ortotrópicos são aqueles crescem no sentido vertical e, os ramos plagiotrópicos crescem no sentido horizontal (MACHADO *et al.*, 2020). Segundo Ronchi *et al.* (2015), sistema radicular do cafeeiro é caracterizado por ser pivotante, possuindo raízes laterais axiais e superficiais, essa apresenta alta plasticidade e sua distribuição e morfologia são dependentes de uma série de fatores, como por exemplo, a idade da planta, relação fonte e dreno, dentre outros.

De acordo com Carvalho (2007), as folhas do café arábica são dispostas de forma opostas, inteiras, menores, coriáceas, ondulada, elíptica e de coloração escura. Suas flores são hermafroditas, se dispõem em forma de glomérulos e são maiores que o tipo robusta, já seus frutos são do tipo drupa.

A fenologia é o estudo das diferentes fases do desenvolvimento das plantas. O café arábica (*Coffea arabica*), leva dois anos para completar o ciclo fenológico de frutificação, ao

contrário da maioria das plantas que completam o ciclo reprodutivo no mesmo ano fenológico (CAMARGO; CAMARGO, 2001).

Segundo Matiello *et al.* (2010), as fases fenológicas do cafeeiro são quatro fases distintas, sendo elas: florada e expansão dos frutos, granação, maturação e início da colheita, colheita e dormências das gemas (Tabela 1).

Tabela 1 - Fenologia do cafeeiro (*Coffea arabica*).

1° ano fenológico											
1° fase						2° fase					
Vegetação e formação das gemas foliares						Indução e maturação das gemas florais					
Dias longos (7 meses)						Dias curtos (ETP \cong 350 mm)					
										Folhas pequenas	
Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mac.	Abri.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.
Período vegetativo										Repouso	
2° ano fenológico											
3° fase				4° fase			5° fase			6° fase	
Florada (após aumento do potencial hídrico das gemas)				Granação dos frutos			Maturação dos frutos			Repouso e senescência dos ramos terciários e quaternários	
Chumbinho e expansão dos frutos				(ETP \cong 70 mm)							
Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abri.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.
Período reprodutivo										Autopoda	
Novo período vegetativo											

Fonte: Adaptado de Camargo e Camargo (2001).

O cafeeiro pode ser reproduzido de forma sexuada e vegetativa, por semente ou por estacas, respectivamente. O café arábica em especial, pode ser produzido a partir de sementes, uma vez que, é uma planta autógama e apresenta em sua maioria uma autofecundação maior que 95%.

Essa espécie não apresenta efeito desfavorável de autofecundações sucessivas sobre o vigor e produtividade das plantas. De acordo com Melo e Sousa (2011), geralmente os materiais comerciais de *C. arabica* são linhagens ou progênies autofecundadas em gerações mais

avanzadas, gerando assim, lavouras nas quais o padrão de uniformidades das mudas produzidas sejam elevadas.

2.2 Produção e qualidade de mudas de café arábica

A produção de mudas é caracterizada inicialmente pela seleção de sementes para o plantio, essas podem ser obtidas por meio de instituições de pesquisas ou propriamente de lavouras conhecidas. A escolha dessas sementes a qual irá se utilizar, depende de qual variedade se opta a produzir, essa deve apresentar características desejáveis a sua necessidade, como por exemplo alta produtividade, porte, susceptibilidade a pragas e doenças, dentre outras.

Segundo Matiello *et al.* (2010), os frutos destinados à produção de sementes devem ser colhidos em ponto cereja (maduro), despulpado, degomado, lavado e em seguida levado para secar a sombra. A semeadura poderá ser feita de forma direta (sacolinhas de plástico ou tubete), ou indiretamente por meio da germinação das sementes em areia e, transplanta em estágio de desenvolvimento palito-de-fósforo e orelha de onça.

O plantio de mudas de café diretamente em tubete, de acordo com SENAR (2017) e Rehagro ([s.d.]), deve-se usar em média de duas a três sementes por tubete, no entanto, quando realizado dessa forma, é necessário ser o raleio, deixando apenas uma das plantas. Segundo Sousa (2022), para o semeio, os tubetes devem ser preenchidos com substrato e misturado com adubo de liberação lenta, após completos, molha-se o substrato e realiza o semeio das sementes, e preenche com substrato novamente. Em seguida, é colocado sob os tubetes uma palhada, para manter a umidade e evitar injurias e, ao se iniciar a germinação (estádio palito de fósforo) é retirada a palhada.

Durante a produção de mudas é de suma importância o cuidado quanto á irrigação, luminosidade até a formação do primeiro par de folhas, essas estarão prontas para campo em média de 180 dias com quatro pares de folhas (DIAS, *et al.*, 2006).

A aquisição de mudas de qualidade é essencial para o sucesso da implantação de uma lavoura cafeeira, podendo ser notado através de caracteres morfológicos e por meio da qualidade das mudas. Para o café, o bom pegamento das mudas, diminui os gastos com operações de replantio e promove um rápido crescimento inicial das plantas (MESQUITA, *et al.* 2016).

De acordo com Andrade *et al.* (2021), para a produção nacional de mudas de café ainda é fortemente utilizado sacolas plásticas, devido ao seu custo, em contrapartida, amplia a possibilidade de disseminação de pragas e doenças. A utilização de tubetes ainda apresenta limitações por sua adoção, por outro lado, o seu uso é considerado uma alternativa para solucionar tais problemas. Tendo em vista que sua importância para a produção de mudas de qualidade, como menor tempo e custo. Falhas cometidas nesse período podem comprometer seriamente a cultura, resultando em baixas produtividades e menor longevidade (PASSOS *et al.*, 2020).

Mudas vigorosas são caracterizadas por terem folhas verdes e brilhantes, caule espesso e sistema radicular abundante de raízes absorventes (COSTA; GODINHO; MOREIRA, 2019). Uma muda de qualidade, possui uma boa proporção de sistema radicular, parte aérea e peso, além de atender à exigência de se possui três a seis pares de folhas definitivas e livre de doenças (BASTOS, *et al.*, 2009).

2.3 Fungos micorrizas na produção de mudas

As micorrizas, são caracterizadas por ser uma associação mutualística entre os fungos e as raízes das plantas (MIRANDA; MIRANDA, 2001). A utilização desses fungos associados com culturas, é uma oportunidade de potencializar a eficiência de adubações, resistência a patógenos e, aumentar a sobrevivência das mudas ao transplante. Esses fungos ocorrem na maioria dos solos e penetram suas hifas nas raízes, onde passam a funcionar como um sistema radicular adicional, aumentando a área radicular e, conseqüentemente, melhorando a capacidade de absorção de nutrientes (FREITAS *et al.*, 2013).

Por meio da inoculação com fungos micorrízicos, as mudas apresentam crescimento maior e mais rápido do que as não-inoculadas (MIRANDA, J. C. M.; MIRANDA, L. N, 2001). Segundo Alecrim *et al.* (2015), as micorrizas podem proporcionar uma melhor adaptação das plantas ao meio, além de atribuir uma maior resistência aos efeitos provocados por estresse biótico ou abiótico e proporcionar diversos benefícios às plantas de café (SOUZA *et al.*, 2004).

O café apresenta uma resposta satisfatória à inoculação com micorrizas, muitos trabalhos avaliando os efeitos da associação das mudas com os fungos comprovaram a alta eficiência dessa junção (TRISTÃO *et al.*, 2006 e MARQUES *et al.*, 2005). Segundo França *et*

al., (2014), o cafeeiro apresenta potencial de utilização e aproveitamento desta associação devido as características de manejo, possibilidade de produção de mudas inoculadas e influencia significativamente no crescimento das plantas.

2.4 Adubo de liberação lentas na produção de mudas

Os adubos de liberação lenta, são caracterizados como adubos com alto grau de tecnologia e inteligentes, são capazes de liberar os nutrientes para a planta em um logo período de tempo. Os seus nutrientes são encapsulados por resinas especiais e são liberados lentamente, propiciando uma disponibilidade continua dos mesmos para as plantas (SERRANO *et al.*, 2010).

O seu uso, está atrelado ao fato de ser uma alternativa de se aumentar a eficiência das adubações, pois na produção de mudas, há necessidade de aplicar frequentes doses de adubação devido ao lixiviamento. A prática de adubações, além de se constituir num fator indispensável para o desenvolvimento das mudas, acelera consideravelmente o crescimento das mesmas, reduzindo assim os custos de produção (MENDONÇA *et al.*, 2007).

Segundo Marques *et al.* (2005), as vantagens do uso de adubo de liberação lenta, está na diminuição de salinização do solo, maior absorção de água, fornecimento regular e contínuo de nutrientes para a planta, menor frequência de aplicação, maior praticidade, imobilização e volatilização e redução nos custos de produção.

De acordo com estudos e pesquisas, adoção do uso de adubos de liberação lenta, nos últimos anos tem mostrado impacto direto quanto a uniformidade das mudas e suprimento eficiente dos nutrientes pelas adubações (MELO, *et al.*, 2022; CUNHA, *et al.*, 2021; OLIVEIRA, *et al.*, 2018).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O presente trabalho foi conduzido no viveiro de mudas florestais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista (IFMG-SJE), situado no município de São João Evangelista. A coordenada central do município é 18° 32'46" Sul e 42° 45' 35" Oeste, localizado este na bacia hidrográfica do Rio Doce (sub-bacia do Suaçuí Grande), região Centro Nordeste do Estado de Minas Gerais.

A altitude média do município é de 749 metros e o clima é classificado como Cwa – inverno seco e verão chuvoso, com temperatura média máxima anual de 26,1 °C e média mínima anual de 15°C (ALVARES *et al.*, 2013). O índice pluviométrico médio anual é de 1.801 mm (WEATHER SPARK, 2022).

3.2 Delineamento experimental e montagem

O experimento desenvolveu-se em casa de vegetação e contou com dez tratamentos, com e sem inoculante e concentrações diferentes de adubo de liberação lenta. A recomendação para a adubação, base para as diferentes dosagens de adubo, baseou-se em literatura tradicional da área (GONÇALVES *et al.*, 2007; LUIZ *et al.*, 2013, 2015; MARTINS *et al.*, 2021; SHIMIZU; LONDRINA, 2022), no valor de três gramas (Quadro 1).

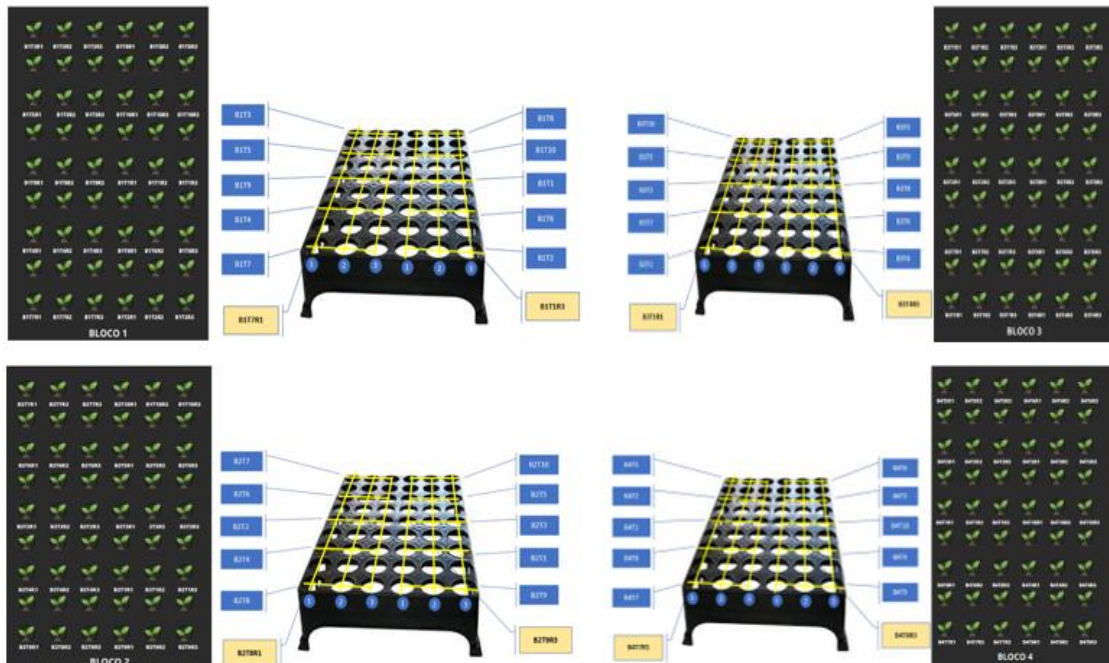
O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial (5 x 2), sendo o fator 1, cinco doses de adubo de liberação controlada, e o fator 2, com e sem a inoculação micorrizica, totalizando dez tratamentos, com repetições resultando em 120 unidades experimentais (Figura 1).

Quadro 1- Composição dos tratamentos utilizados no experimento, conforme a percentagem de doses de adubo de liberação lenta juntamente com o inoculante.

Tratamento	Quantidade de adubo de liberação lenta (gramas)	Especificações do experimento
Tratamento 1	0	Testemunha (0% Basacote® Plus 6M) + Presença de micorrizas
Tratamento 2	10,8	30% Basacote® Plus 6M da dose recomendada+ Presença de micorrizas
Tratamento 3	21,6	60% Basacote® Plus 6M da dose recomendada + Presença de micorrizas
Tratamento 4	32,4	90% Basacote® Plus 6M da dose recomendada + Presença de micorrizas
Tratamento 5	43,2	120% Basacote® Plus 6M da dose recomendada + Presença de micorrizas
Tratamento 6	0	Testemunha (0% Basacote® Plus 6M) + sem a presença de micorrizas
Tratamento 7	10,8	30% Basacote® Plus 6M da dose recomendada + sem a presença de micorrizas
Tratamento 8	21,6	60% Basacote® Plus 6M da dose recomendada + sem a presença de micorrizas
Tratamento 9	32,4	90% Basacote® Plus 6M da dose recomendada + sem a presença de micorrizas
Tratamento 10	43,2	120% Basacote® Plus 6M da dose recomendada + sem a presença de micorrizas

Fonte: Elaborado pelo autor, (2024).

Figura 1- Distribuição dos tratamentos e repetições dos Blocos 1, 2, 3 e 4 (croqui).



Fonte: Autor, 2024.

3.5 Seleção da cultivar de café

A cultivar Catucaí amarelo 2 SL, foi escolhida por ser uma das cultivares mais plantadas na região (Chapada de Minas-MG), além de apresentar uma boa produtividade e vigor.

3.4 Seleção do adubo de liberação controlada Basacote®

O adubo de liberação lenta utilizado foi o Basacote®, que possui formulação NPK 16-08-12 (+2), apresenta a seguinte composição química: 16 % de N; 8 % de P_2O_5 ; 12 % de K_2O ; na qual o valor mais dois na formulação representa os demais nutrientes em sua composição (2,0 % de MgO; 5 % de S; 0,02 % de B; 0,05 % de Cu; 0,4 % de Fe; 0,06 % de Mn e 0,015 % de Mo e 0,02% de Zn) (COMPO EXPERT, [sd]). De acordo com o fabricante, este adubo é próprio para a utilização em mistura com substrato proporcionando a liberação lenta dos nutrientes (micro e macronutrientes) de até seis meses, disponibilizando uma nutrição adequada

a demanda planta, além de promover a redução de salinidade na zona radicular, perdas por lixiviação e volatilização.

3.5 Seleção do isolado micorrízico *Rhizophagus irregulares*

O isolado, é formulado como pó molhável, sendo assim foi gradualmente misturado com água, formando assim uma solução (fungo micorrízicos e água), que deve ser agitado constantemente antes de cada aplicação.

De acordo com o fabricante, este produto proporciona um aumento do vigor e crescimento das mudas, além de aumentar sua capacidade de absorção (água, macro e micronutrientes), tolerância à seca, rendimento, qualidade de mudas, reduz os choques do transplântio e diminui a taxa de mortalidade. Isso se deve ao fato de que o isolado, juntamente com as raízes, aumenta e melhora a frequência de colonização radicular, facilitando assim um maior acesso aos elementos benéficos do solo.

3.6 Procedimentos

3.6.1 Pesagem e separação das dosagens de adubo de liberação lenta

A pesagem e separação das quantidades de adubo de liberação lenta (Figura 2), foram realizadas em balança analítica nos Laboratórios do IFMG- *Campus* São João Evangelista, de acordo com os tratamentos do experimento (Quadro 1). As doses do adubo foram utilizadas nas porcentagens de 0%, 30%, 60%, 90 % e 120%, em relação à recomendação de adubação indicada pela literatura de três gramas (3 gramas) por tubete (GONÇALVES *et al.*, 2007; LUIZ *et al.*, 2013, 2015; MARTINS *et al.*, 2021; SHIMIZU; LONDRINA, 2022) (Tabela 2).

Tabela 2- Recomendação para aplicação de adubo de liberação lenta, de acordo com a porcentagem analisada.

Dose padrão(g) /tubete	Porcentagem testada (%)	Dose utilizada(g)/ tubete
---------------------------	-------------------------	---------------------------

3 g	0%	0 g
3 g	30%	0,9g
3 g	60%	1,8g
3 g	90%	2,7 g
3 g	120%	3,6 g

Fonte: Elaborado pelo autor, (2024).

Figura 2- Adubo de liberação lenta pós pesagem e separação



Fonte: Autor, 2024.

3.6.2 Lavagem e higienização dos tubetes

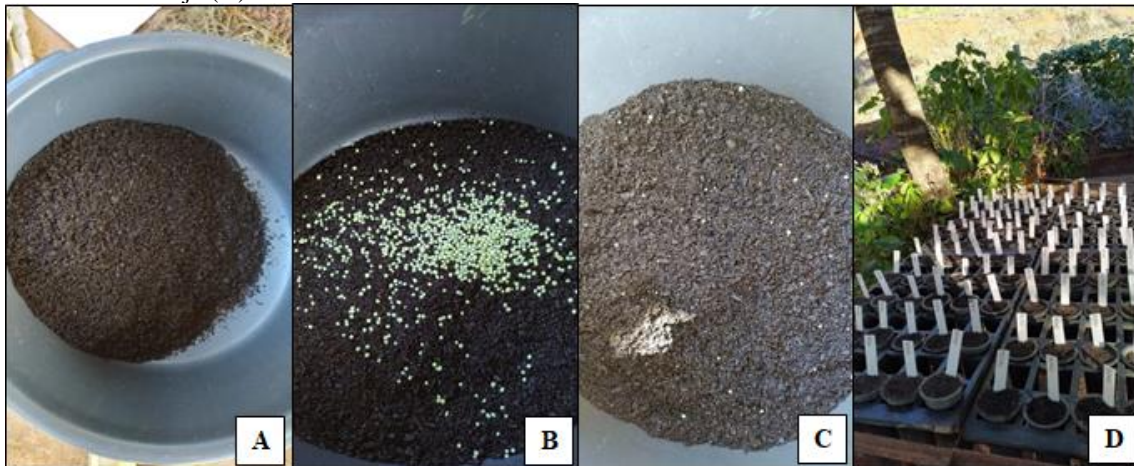
Os recipientes utilizados na montagem do experimento foram tubetes de 280 cm³, higienizados com hipoclorito de sódio a 2%, durante cinco minutos. Em seguida, lavados com água corrente e secos ao ar livre.

3.6.3 Preparo da mistura (substrato + adubo de liberação lenta) para enchimento dos tubetes e separação dos blocos

Os tubetes foram preenchidos manualmente com as respectivas quantidades de substrato comercial (Quadro 1) e adubo de liberação lenta comercial Basacote® (NPK 16-08-12 (+2)), (Figura 2), em relação a recomendação adotada de fertilizante de liberação controlada por tratamento estudado. A sua incorporação de deus de forma homogênea, com o uso de baldes

plásticos para a mistura dos mesmos (Figura 3), de acordo com a concentração de adubo de liberação lenta e a quantidade de substrato por tratamento. Posteriormente os tubetes foram preenchidos com a mistura (Figura 3D).

Figura 3- Preparação dos substratos com adição das dosagens de adubo. Separação do substrato (A); Adição do adubo de liberação controlada (B); Resultado após a homogeneização dos componentes (C) e Disposição dos tubetes na bandeja (D).



Fonte: Autor, 2024.

3.6.4 Transplântio das mudas de café arábica Catucaí amarelo 2 SL

As mudas do café arábica Catucaí amarelo 2 SL foram adquiridas 90 dias após o plantio, na fase palito de fósforo, através da doação feita pelo Viveiro de Mudas de Café e Eucalipto MR, em Angelândia-MG. O transplântio (Figura 4), iniciou-se pela lavagem das raízes em água corrente, para limpeza, retirada do excedente de material terroso, para que não levasse nenhum tipo de contaminação para o substrato, e também foi feito a seleção das mudas para se ter um melhor padrão de qualidade dentre elas. Posteriormente foi irrigado, fazendo com que fosse umedecido o substrato nos tubetes e realizado o transplântio, colocando duas plântulas por tubete, garantindo que a mesma fosse colocada de forma perpendicular ao recipiente e que suas raízes não ficassem expostas ao meio.

Figura 4- Transplântio das plântulas de café na fase palito de fósforo. Separação das plântulas (A); Lavagem das raízes e seleção das mudas (B); Umedecimento do substrato (C); Transplântio das plântulas (D) e Transplântio finalizado (E).



Fonte: Autor, 2024.

3.6.5 Irrigação

Durante a fase experimental, a irrigação foi realizada de forma periódica com aplicação da água por microaspersão, programada para quatro vezes ao dia 06:30h, 09:30h, 12:30h, 15:30h. Cada irrigação teve tempo médio de 15 minutos e lâmina de 1,27 mm.

3.6.6 Raleio das mudas de café arábica

O raleio das plântulas (Figura 5) foi realizado aos 18 dias após o transplântio das mudas (fase orelha de onça), sendo este feito com o auxílio de uma tesoura, com o intuito de não ocasionar dano ao sistema radicular, permanecendo assim apenas uma plântula por recipiente.

Figura 5- Raleio das mudas. A (Mudas antes do raleio, possuindo duas plântulas), B (Retirada de uma das plântulas com auxílio de uma tesoura) e C (Mudas pós raleio).



Fonte: Autor, 2024.

3.6.7 Preparo do inoculante e inoculação das mudas de café arábica

A inoculação foi realizada por meio de um isolado do fungo micorrízico *R. irregulares*, na concentração 0,12 gramas por tubete recomendada pelo fabricante. Durante a sua manipulação (Figura 6) foi utilizado 8,64 gramas do produto (Tabela 5), este foi depositado em um erlenmeyer juntamente com 300 ml de água que foi mensurado em uma proveta graduada, e posteriormente misturado com auxílio de um bastão de vidro.

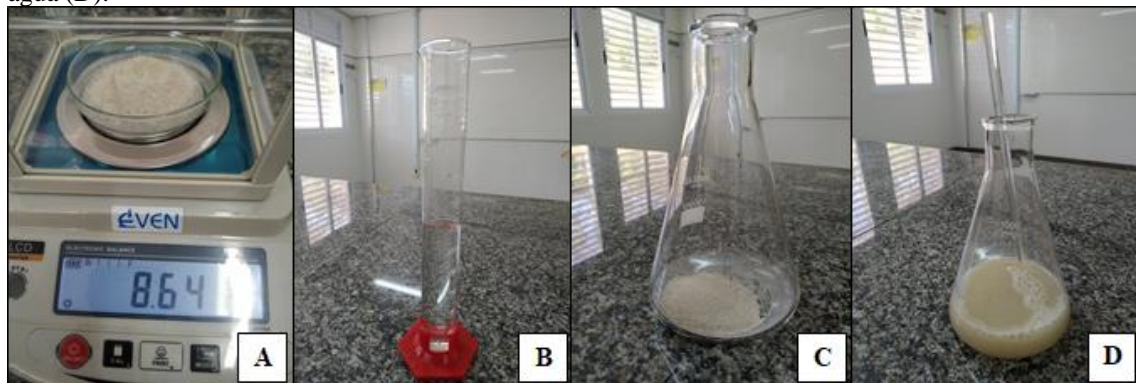
Contudo, essa aplicação foi realizada diretamente no tubete (Figura 7) sete dias após o raleio, nos tratamentos que receberam o inoculante, em um volume de cinco mililitros (5 ml solução) por tubete, dividido em quatro orifícios de injeção ao redor da plântula aplicado por meio de pipeta volumétrica, que foi agitado constantemente antes de cada aplicação para que não se formasse precipitado e decantação do produto.

Tabela 3- Concentração do isolado de micorrizas.

Concentração do isolado de micorrizas	
Mudas p/ tubete	Quantidade (g)
1000	120
1	0,12
60	7,2
Mais 20%	8,64

Fonte: Elaborado pelo autor, (2024).

Figura 6- Preparo do inoculante. Pesagem da quantidade utilizada de inoculante (A); Mensuração da quantidade de água utilizada (B); Inoculante depositado sobre o Erlenmeyer (C) e Mistura do inoculante juntamente com a água (D).



Fonte: Autor, 2024.

Figura 7- Inoculação. Confecção dos orifícios de injeção do inoculante (A), Aplicação do inoculante (B e C).



Fonte: Autor, 2024.

3.6.8 Espaçamento entre mudas

De acordo com Faria *et al.* (2019), a densidade de mudas em casa de vegetação é um fator considerado importante e de grande influência na fase de crescimento e desenvolvimento de uma muda. Pois, entende-se que o espaçamento entre tubetes na bandeja possibilitam, além de fácil otimização de manejo, permite uma distribuição mais uniforme do crescimento, fazendo com que se torne mais homogêneo e diminua a competição quanto a luz.

Sendo assim, foi realizado um novo espaçamento entre as mudas 13 dias após inoculação, a fim de gerar menos competição entre as mudas por luminosidade e espaço (Figura 8).

Figura 8- Espaçamento entre mudas. Antes do espaçamento (A) e Depois do espaçamento (B).



Fonte: Autor, 2024.

3.7 Variáveis biométricas avaliadas

3.7.1 Análises biométricas periódicas

As avaliações foram realizadas de 15 em 15 dias, durante o período de cinco meses (julho a novembro). As variáveis medidas foram altura (Figura 9 A), diâmetro de caule (Figura 9 B), número de folhas e índice SPAD (Figura 9 C).

Para a medida da altura, foi utilizada uma régua com precisão de 0,05 mm, e para diâmetro do caule foi utilizado um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. O índice SPAD foi determinado pelo uso de um analisador portátil digital do nível de clorofila em plantas por método não destrutivo – modelo SPAD. Sendo avaliado todas as variáveis descritas sob todas as mudas.

Figura 9- Análise periódica. Altura da planta (A), Diâmetro do coleto (B) e C Índice SPAD (C).

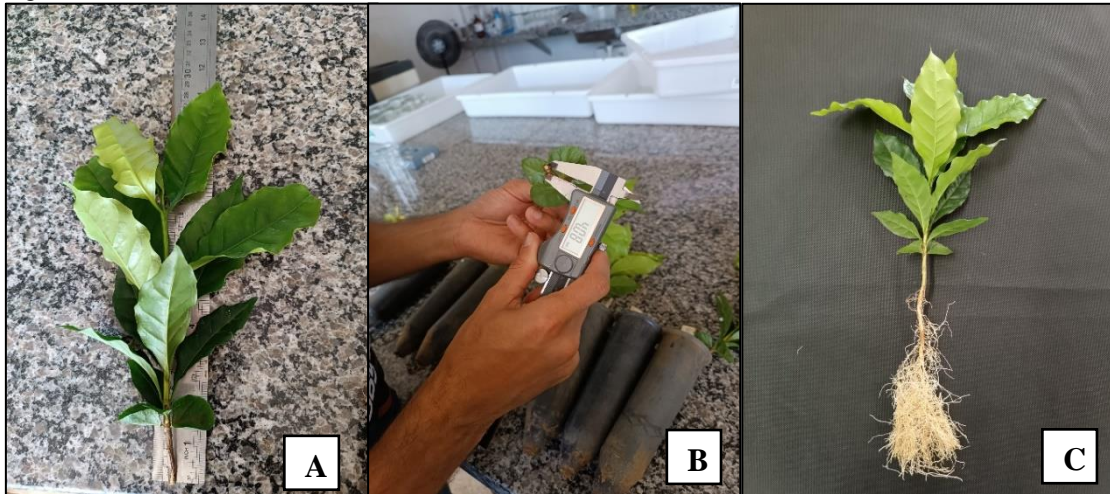


Fonte: Autor, 2024.

3.7.2 Análise biométricas

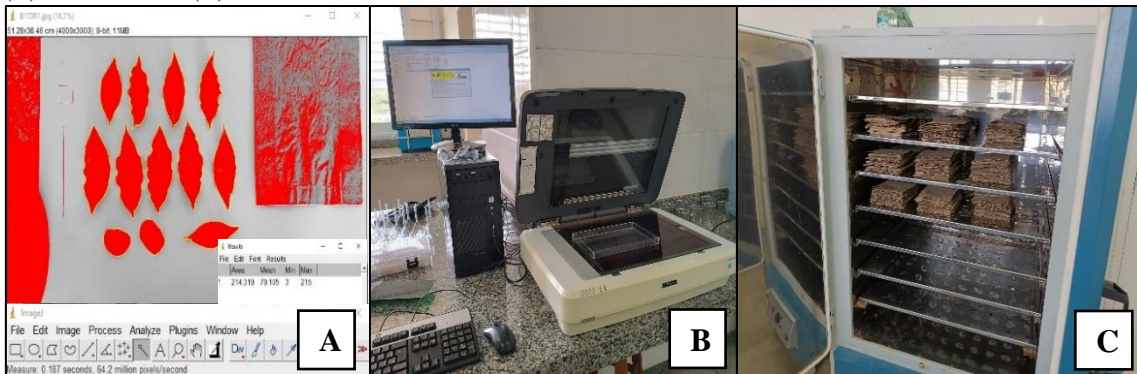
Ao final do experimento, as plantas foram destinadas a coleta final dos dados, as variáveis avaliadas foram número de folhas (Figura 10 A), altura (Figura 10 B), diâmetro do coleto (Figura 10 C). Além destas variáveis foi realizado a avaliação destrutiva, com o intuito de obter dados de matéria seca, para isso, separou-se a parte aérea do sistema radicular das mudas. Na qual foi analisado área foliar (utilizando o software ImageJ, Figura 11 A), análise de raiz (utilizando o scanner de raiz e software WinRHIZO, Figura 11 B), mensuração de peso matéria verde e matéria seca após 72 horas (folha, caule e raiz, Figura 11 C) em balança analítica de precisão. E análise foliar de macro e micronutrientes, a partir da matéria seca das folhas após maceradas (Nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, manganês, zinco e ferro).

Figura 10- Coleta final de dados. Altura (A), Diâmetro do coleto (B) e Foto demonstrativa Tratamentos (C).



Fonte: Autor, 2024.

Figura 11- Análise destrutiva. Área foliar pelo software ImageJ (A), Análise de raiz pelo Software WinRHIZO (B) e Massa seca (C).



Fonte: Autor, 2024.

3.7 ANÁLISE ESTÁTISTICA

Os dados foram submetidos às análises estatística, ou seja, as médias dos tratamentos quando significativos, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste t de Student (LSD), a 5% de probabilidade e regressão. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos Softwares Excel e o programa SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis biométricas

A Tabela 4 apresenta o resumo da análise de variância (ANOVA) para as variáveis biométricas (Número de folha (NF); altura da parte aérea (A), diâmetro do coleto (DH), área foliar (AF), massa seca folha (MSF), massa seca caule (MSC), massa seca sistema radicular (MSRR) e massa seca total (MST)) avaliadas ($p \leq 0,05$). São apresentadas as comparações de médias dos diversos parâmetros de crescimento de mudas de café desenvolvidas com e sem a influência do isolado micorrízico *Rhizophagus irregularis* e nas cinco doses de adubo de liberação lenta.

Tabela 4- Médias das variáveis biométricas de mudas de café arábica, em função da presença e ausência do isolado micorrízico. Em que: Presença de micorriza (PM); Ausência de micorriza (AM); número de folhas (NF); crescimento em altura (H); diâmetro de coleto (DC); comprimento raiz (CR); massa seca foliar (MSF); massa seca do sistema radicular (MSSR), massa seca total (MST).

TRAT	NF	A	DC	CR	MSF	MSC	MSSR	MST
PM	9,9 A	19,98 A	3,35 A	21,08 A	1,36 A	0,38 A	0,75 A	2,49 A
AM	10,0 A	20,29 A	3,68A	21,59 A	1,39 A	0,41 A	0,81 A	2,61 A

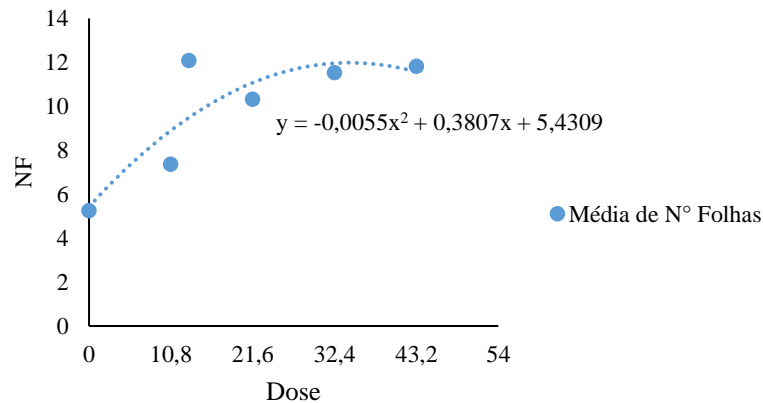
Médias precedidas de mesma letra na vertical não se diferem entre si pelo teste T Student (LSD) a 5%.

Fonte: Elaborado pelo autor, (2024).

Foi verificado que não houve efeito significativos da interação entre os tratamentos com e sem a presença do fungo micorrízico (Tabela 4) para as variáveis biométricas avaliadas, uma vez que, elas não se diferem entre si.

Buscando identificar a influência do adubo de liberação lenta no crescimento de mudas de cafeeiro arábica em diferentes doses, avaliaram-se as variáveis biométricas de crescimento, foi observado que o crescimento de mudas, independente da presença ou ausência do isolado micorrízico, foi positivo com aumento das dosagens do fertilizante (Gráficos 1 a 8, apresentados e discutidos na sequência).

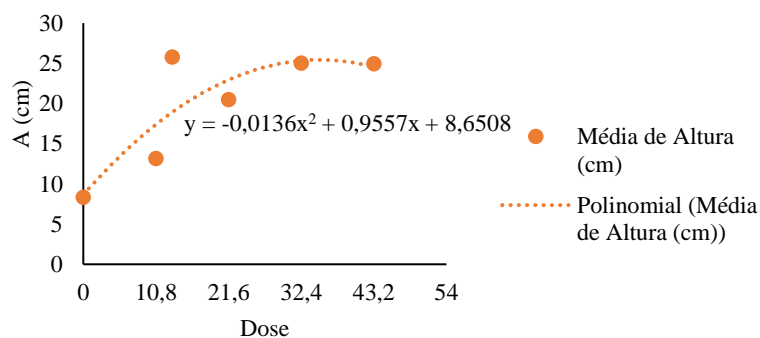
Gráfico 1- Número de folhas de mudas de cafeeiro arábica sob influência de diferentes doses de adubo de liberação lenta. Eixo X dose de adubo de liberação lenta e eixo Y número de folhas (NF).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Para variável número de folhas (Gráfico 1), houve uma resposta inicialmente crescente em relação às doses de adubo de liberação lenta, à medida que se aumentou a dose dos fertilizantes, mas verifica-se que para a maior dose testada há uma redução. Indicando que o valor ideal de adubo, que proporcionaria o maior número de folhas, é 34,6 gramas. De acordo com Melo, Mendes e Guimarães (2001), foi constatado que as mudas de cafeeiro provenientes de sementes e cultivadas em tubetes apresentam acréscimo médio de 2,47 pares de folhas quando utilizado adubo de liberação lenta.

Gráfico 2- Altura de mudas de cafeeiro arábica sob influência de diferentes doses de adubo de liberação lenta. Eixo X dose de adubo de liberação lenta e eixo Y altura das mudas (A).

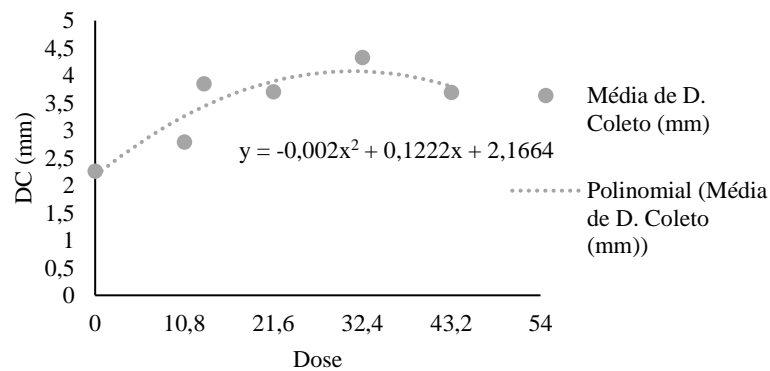


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A altura de plantas (Gráfico 2), respondeu de forma crescente em relação às doses de fertilizante, sendo os maiores valores observados nas doses de 32,4 e 43,2 gramas. Indicando que a dosagem ideal de adubo de liberação lenta, que possibilita o aumento da altura das mudas, é 35,1 gramas. O efeito positivo dos adubos de liberação lenta no crescimento em altura de

mudas de café tem sido objeto de estudo e de interesse na agricultura. Como descrito por Silva *et al.* (2021), os adubos de liberação lenta possibilitam um crescimento mais vigoroso das plantas desde as fases iniciais, e este aumento se deve não somente devido a uma resposta significativa ao tratamento, mas também ao potencial desses adubos de melhorar a qualidade e vigor de mudas.

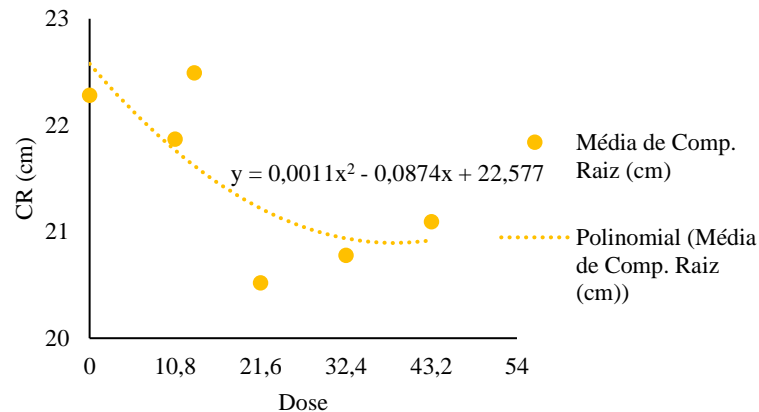
Gráfico 3- Diâmetro do caule de mudas de cafeeiro arábica sob influência de diferentes doses de adubo de liberação lenta. Eixo X dose de adubo de liberação lenta e eixo Y diâmetro do caule (DC).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

O diâmetro de caule apresentou interação as diferentes dosagens de Basacote® (Gráfico 3), sendo que o menor diâmetro de caule foi observado para os tratamentos sem a adição de fertilizante de liberação lenta independente da presença ou ausência do isolado micorrízico. Observou-se que para esta característica houve uma resposta quadrática crescente com aumento da concentração de adubo de liberação lenta para as dosagens 32,4 e 43,2 gramas, indicando uma dosagem ideal de 30,6 gramas de adubo de liberação lenta para promover esse incremento. Para Santos *et al.* (2021), as eficácias do uso desses adubos promovem o crescimento radicular e o caulinar na formação das mudas de café, no qual estes resultados expressam um aumento do diâmetro do coleto, apontando assim uma resposta significativa ao tratamento. O incremento deste é suma importância na estrutura da muda, uma vez que está relacionada à capacidade de suporte da planta e eficiência na translocação de água e solutos de parte aérea para com as raízes e das raízes para as folhas (MARRANA, *et al.*, 2008). De acordo com Gomes e Paiva (2012), o diâmetro do coleto expressa o melhor parâmetro para avaliar a qualidade de uma muda, uma vez que indica um melhor equilíbrio quanto ao crescimento da parte aérea das plantas, quando se tem como objetivo produzir mudas com maior rusticidade.

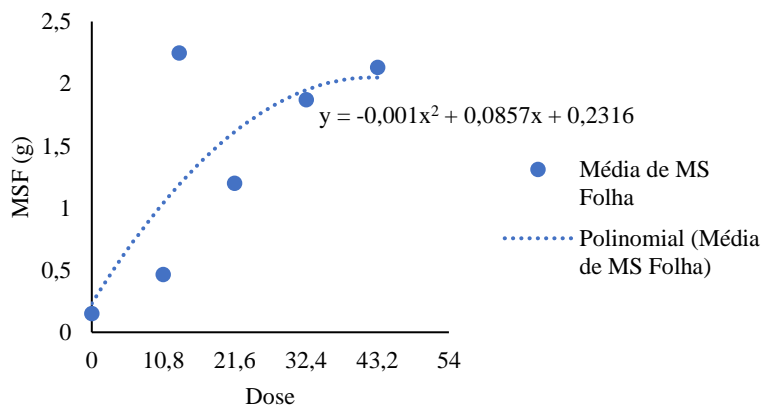
Gráfico 4- Comprimento de raiz de mudas de cafeeiro arábica sob influência de diferentes doses de adubo de liberação lenta. Eixo X dose de adubo de liberação lenta e eixo Y comprimento de raiz (CR).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Para o parâmetro comprimento de raiz (Gráfico 4), respondeu-se uma resposta quadrática as dosagens crescentes de fertilizante, sendo que o maior incremento foi observado nas dosagens superiores a dosagem de 21,6 gramas. Indicando uma dosagem ideal na concentração de 39,7 gramas de adubo. Segundo Naz e Salaiman (2006), este fato pode ser explicado devido ao fornecimento adequado de nitrogênio através da adubação, uma vez que esse proporciona um maior comprimento da parte aérea e raiz.

Gráfico 5- Massa seca de folha de mudas de cafeeiro arábica sob influência de diferentes doses de adubo de liberação lenta. Eixo X dose de adubo de liberação lenta e eixo Y massa seca das folhas (MSF).

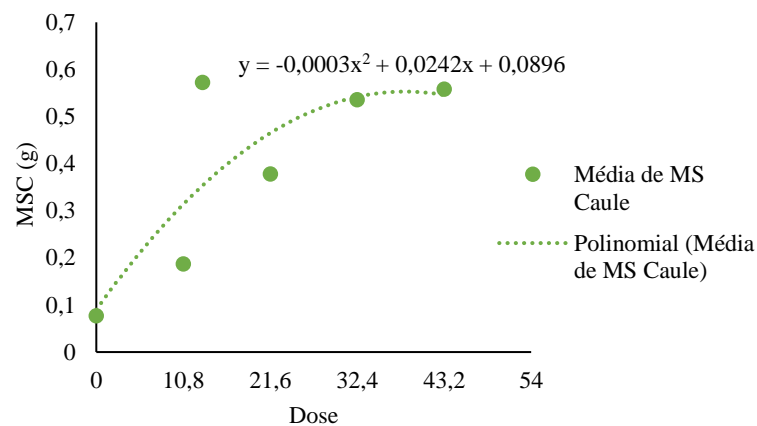


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

No gráfico 5, pode-se observar que as dosagens de 32,4 e 43,2 gramas apresentaram um maior incremento na matéria seca foliar, em relação às demais dosagens, visto que, os menores valores dessa variável foram observados em dosagens abaixo de 21,6 gramas. Demonstrando assim, que para se obter um aumento quanto a variável avaliada, é indicando que o valor ideal de fertilizante de liberação lenta, seja igual a 42,8 gramas. Serrano *et al.* (2006), concluiu que

mudas produzidas a partir de adubação de liberação lenta, possuem um maior desenvolvimento do sistema aéreo, visto que possibilita uma boa indicação a capacidade de resistência das mudas às condições adversas após o plantio em campo. A área foliar é uma das variáveis mais representativas do crescimento e produção da planta, por ser relacionada com a fotossíntese (MENDES; PAULA; SCARPINATTI; PAULA, 2013). Uma vez que a partição de matéria seca obedece a um equilíbrio funcional entre a disponibilidade de carbono e de nitrogênio (ANDRIOLO, 2004).

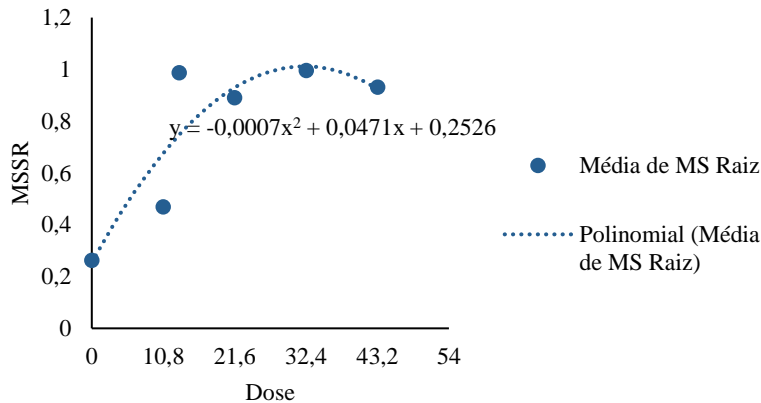
Gráfico 6- Massa seca do caule de mudas de cafeeiro arábica sob influência de diferentes doses de adubo de liberação lenta. Eixo X dose de adubo de liberação lenta e eixo Y massa seca do caule (MSC).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Em relação ao parâmetro massa seca do caule (Gráfico 6), este foi influenciado de forma significativa, promovendo o acréscimo dessa variável em todas as dosagens avaliadas. Nesse sentido, a variável analisada apresentou este aumento de forma quadrática com aumento da dose de fertilizante de adubo de liberação lenta, indicando a dosagem ideal de 40,3 gramas para promoção desse parâmetro. De acordo com SCIVITTARO *et al.* (2004), a medida que se aumentar as dosagens de adubo de liberação lenta, aumenta o diâmetro do caule.

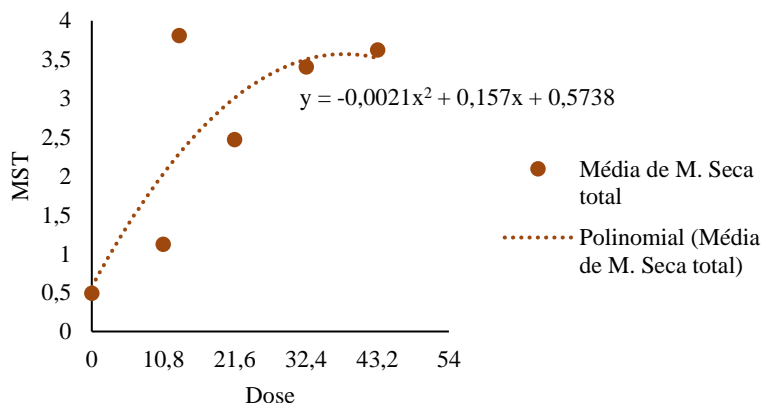
Gráfico 7- Massa seca do sistema radicular de mudas de cafeeiro arábica sob influência de diferentes doses de adubo de liberação lenta. Eixo X dose de adubo de liberação lenta e eixo Y massa seca do sistema radicular (MSSR).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A matéria seca do sistema radicular das mudas de café arábica (Gráfico 7), apresentaram uma tendência quadrática, visto que apresentou um aumento crescente nos valores dessa variável atingindo um máximo na dose de 33,6, indicada como ideal para proporcionar este incremento. De acordo com Oliveira *et al.* (2018), a liberação lenta proporciona maior vantagem na formação e produção de mudas de qualidade, na qual estes dados foram comprovados por Tomaszewska, Jarosiewicz e Karakulski (2002), os quais apresentaram que a adubação de liberação lenta proporcionou mudas com um sistema radicular mais estruturado.

Gráfico 8- Massa seca total de mudas de cafeeiro arábica sob influência de diferentes doses de adubo de liberação lenta. Eixo X dose de adubo de liberação lenta e eixo Y massa seca total (MST).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Os menores valores de massa seca total (Gráfico 8), foram encontrados na dose zero de adubação, quando se compara as doses entre si. Indicando que o valor ideal de adubo de liberação, que proporciona uma maior produção de biomassa é 37,4 gramas. A massa seca total da planta é de importante característica a ser considerada na produção de mudas, visto que

outras variáveis comumente utilizadas, como altura das plantas e diâmetro do caule, podem ser influenciadas por distorções decorrentes de estiolamento, ou excesso de nitrogênio (MARANA *et al.*, 2008; SERRANO *et al.*, 2012). Nesse cenário, é fundamental compreender a importância de características como essas, pois há relatos de que a produção biomassa seca total se correlacionou positiva e significativa com a qualidade das mudas (DARDENGO, *et al.*, 2013).

Diante dos resultados aqui apresentados, pode notar-se que a adubação adotada com doses crescentes de fertilizante de liberação lenta, promoveu melhorias no crescimento das mudas de cafeeiro arábica independente da presença do isolado micorrízico. Uma vez que, os resultados estão diretamente relacionados a disponibilidade de nutrientes, pelos parâmetros biométricos estudados a dose ideal de adubo de liberação lenta está na faixa ideal de 30,6 a 42,8 gramas. De acordo com Almeida *et al.* (2012), o maior crescimento quanto a diâmetro e número de folhas em plantas, está relacionado ao adubo de liberação lenta, devido provavelmente, liberar de forma gradual os nutrientes as plantas.

Segundo Pereira *et al.* (2012), a funcionalidade das micorrizas, frequentemente tem sido definida em termos a resposta ao crescimento de plantas, em que está pode varia de efeitos negativo a positivo, dependendo da combinação particularmente fungo-planta e das condições ambientais. Esse trabalho aponta para uma falta de adaptação do isolado à cultura específica do café arábica ou ao ambiente, onde não foram observados benefícios significativos em termos de crescimento e vigor das mudas. Uma vez que as micorrizas não aumentam o teor total de nutrientes no solo, mas permite que a planta explore melhor suas reservas (MIRANDA, 1986). No entanto, é relevante considerar que esse mesmo isolado pode desempenhar um papel benéfico em outras culturas agrícolas, sugerindo uma aplicação mais ampla e potencialmente eficaz em diferentes contextos.

Figura 12: Foto demonstrativa tratamentos.



Fonte: Autor, 2024.

4.2 Resultado Análise foliar

Os teores de nutrientes nas plantas se apresentam de forma distinta em cada uma das suas estruturas (folha, ramo, caule, raiz e frutos). Contudo, são as folhas que melhor refletem o estado nutricional, ou seja, indicam possíveis alterações da disponibilidade de nutriente para com a planta.

Na análise foliar, o teor de nutrientes na folha é determinado por meio de análise química. O presente trabalho, considerou esta análise como qualitativa, na qual cada tratamento testado é a média de quatro repetições, onde avaliou-se macro e micronutrientes, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, manganês, zinco e ferro, respectivamente. (ANEXO).

5 CONCLUSÃO

O isolado micorrízico avaliado não produziu efeito sobre o crescimento de mudas de café arábica, o efeito do crescimento se deve a aplicação crescente de doses de adubo de liberação lenta.

REFERÊNCIAS

AICC. **O Café**. Disponível em: <[http://aicc.pt/origem/#:~:text=O café arábica descende dos,acima do nível do mar.](http://aicc.pt/origem/#:~:text=O%20café%20arábica%20descende%20dos,acima%20do%20nível%20do%20mar.)>. Acesso em: 13 set. 2022.

ALECRIM, A. O. . *et al.* DESENVOLVIMENTO INICIAL DE CAFEEIRO INOCULADO COM FUNGOS DEVELOPMENT COFFEE WITH INITIAL INOCULATED ARBUSCULAR MYCORRIZAL FUNGI COMPETITION WITH *Brachiaria brizantha* CV . MARANDU. **Centro Científico Conhcer**, v. 9, n. 16, p. 2996, 2015.

ALMEIDA, et al. DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES E CRESCIMENTO DE PORTA-ENXERTOS DE CITROS FERTILIZADOS COM FERTILIZANTES CONVENCIONAIS E DE LIBERAÇÃO LENTA. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 1, p. 289-296, Março 2012.

ALVARES, et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Revista Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart**, v. 22, n. 6, p. 711-728. 2013

ANDRADE, *et al.* Crescimento e qualidade de mudas de diferentes cultivares de cafeeiro sob diferentes substratos e recipientes. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e2810212073, 2021.

ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de plantas em ambientes protegido. In: BARBOSA, J. MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. (Ed). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: Ed. UFV, 2004, p - 11-36.

ANTONIOLLI, *et al.* **MICORRIZAS**. Ciência Rural, Santa Maria, 1991.

BASTOS, et al, **Aspectos técnicas e legais para a produção de mudas**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2009

BELTRÃO, A. História completa café no Brasil. **Revista Cafeicultura**, 2018. Disponível em: <<https://revistacafeicultura.com.br/historia-completa-cafe-no-brasil/>>. Acesso em: 29 de jan. 2024.

CARVALHO, C. H. S. Cultivares de café. **Embrapa**, p. 247, 2007.

CARVALHO *et al.* O DIMORFISMO DOS RAMOS EM *COFFEA ARABICA* L. **Bragantia**, v. 10, 1950.

COMPO EXPERT. **Basacote® Plus 6M 16-8-12**. [s.l.], [s.d.]. Disponível em: <<https://www.compo-expert.com/pt-BR/produtos/basacote-plus-6m-16-8-12>>. Acesso em: 30 jan. 2024.

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira de café. **Boletim da Safra 2024**, v. 1, n. 1, 2024. Brasília: Conab, p.9, 2024.

CONCEIÇÃO, *et al.* CADEIA AGROINDUSTRIAL DO CAFÉ NO BRASIL:

AGREGAÇÃO DE VALOR E EXPORTAÇÃO. **Boletim de Economia e Política Internacional** | BEPI | n. 24 | Jan./Abr. 2019

COSTA, S. M.; GODINHO, T. O. .; MOREIRA, S. O. **QUALIDADE E DIVERSIDADE GENÉTICA DE MUDAS DE CULTIVARES DE CAFÉ QUALITY AND GENETIC DIVERSITY OF ARABIC COFFEE CULTIVAR PRODUCTS**. X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. **Anais**. Vitória: 2019.

CAMARGO, Â. P.; CAMARGO, M. B. P. Definition and outline for the phenological phases of arabic coffee under Brazilian tropical conditions. **Bragantia**, v. 60, n. 1, p. 65–68, 2001.

CUNHA, et al. Uso dos adubos de liberação lenta no setor florestal. **Pesq. Flor. Bras.**, Colombo, v.41, 2021.

DARDENGO, M. C. J. D.; SOUSA, E. F.; REIS, E. F.; GRAVINA, G. A. Crescimento e qualidade de muda de café Conilon produzidas em diferentes recipientes e níveis de sombreamento. **Coffee Science**, v. 8, n. 4, p. 500-509, 2013.

DIAS, et al. **Produção de muda de espécies florestais nativas: Manual**. Campo Grande, MS. 1 ed. UFMS, 2006.

FARIA, *et al.* Manejo da densidade de plantas durante a produção e mudas em viveiro. **Ci Fl.**, Santa Maria, v. 29, n.3, p. 1187-1198, jul/set. 2019.

FRANÇA, *et al.* Crescimento de mudas de cafeeiro inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 4, p. 506–511, 2014.

FREITAS, A. F. et al. **INOCULAÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO COM FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES**. VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. **Anais**. Salvador - BA: 2013.

GOMES, J. M., PAIVA, H. N. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: Editora UFV. 2012.

GONÇALVES, S. M. et al. Estudo de doses do adubo de liberação lenta “Osmocote” em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) produzidas em tubetes. **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, n. 2000, p. 1–4, 2007.

INCAPER. **Cafeicultura - Café Conilon**. Disponível em:<
<https://incaper.es.gov.br/cafeicultura-conilon>>. Acesso em: 01. mar. 2024.

LUIZ, S. et al. **Doses de adubo de liberação lenta na produção de mudas de pinheira em tubetes**. n. January, 2013 a.

LUIZ, S. et al. **Produção de Mudas de Cajueiro ‘BRS 226’ em Diferentes Porta-enxertos e Doses de Adubo de Liberação Lenta (NPK 13-06-16)**. n. January, 2015 b.

MACHADO, A. H. R. et al. A Cultura do Café (*Coffea arabica*) em Sistema Agroflorestal. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1357–1369, 2020.

MAPA. Brasil é o maior produtor mundial e segundo maior consumidor de café. **Ministério da Agricultura e Pecuária**, 2023. Disponível em: <Brasil é o maior produtor mundial e o segundo maior consumidor de café — Ministério da Agricultura e Pecuária (www.gov.br)>. Acesso em: 29 de jan. 2024.

MAPA. **Café no Brasil**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>>. Acesso em: 2 set. 2022.

MARRANA, *et al.* Índice de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38. p. 72-76, 2008.

MARQUES, *et al.* **DESENVOLVIMENTO INICIAL DO CAFEIRO (Coffea arabica L.), COM DOSES DE CO-POLÍMERO HIDROABSORVENTE EM ADUBAÇÃO CONVENCIONAL E DE LIBERAÇÃO CONTROLADA**. v. 4, n. June 2012, p. 61–69, 2005.

MARTINS, *et al.* Low concentration fertigation solution allows greater macronutrient use efficiency in coffee seedlings. **Coffee Science**, v. 16, n. January 2022, p. 1–8, 2021.

MATIELLO, *et al.* **Cultura do café no brasil: manual de recomendação**. Varginha-MG: SARC/PROCAFÉ, 63p., 2010 a.

MATIELLO, *et al.* **Cultura do café no brasil: manual de recomendação**. Varginha-MG: SARC/PROCAFÉ, 548p., 2010 b.

MATOS, *et al.* **Fungos micorrízicos e nutrição de plantas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1998.

MELO, B.; SOUSA, L. B. Biologia da reprodução de Coffea arábica . L . e Coffea canephora Pierre. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 6, p. 1–7, 2011.

MELO, B. de; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Doses crescentes de fertilizantes de liberação gradual na produção de mudas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 17, n. 1, p. 97-113, 2001.

MELO, *et al.* INFLUÊNCIA DO ADUBO DE LIBERAÇÃO LENTA EM RELAÇÃO AO CONVENCIONAL NO DESEMPENHO MORFOLOGICO DE MUDAS DE CAFÉ. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia**, V. 13, 2022.

MENDONÇA, *et al.* **Fertilizante de liberação lenta na formação de mudas**. p. 344–348, 2007.

MENDES, H. S. J.; PAULA, N. F. de; SCARPINATTI, E. A.; PAULA, R. C. de. Resposta fisiológicas de genótipos de *Eucalyptus grandis* x *E. europhylla* à disponibilidade hídrica e adubação potássica. **Cernea**. Lavras, v 19. 603-611 p., 2013.

MESQUISTA, *et al.* **Manual do café: implantação de cafezais Coffe arábica L**. Belo Horizonte: Emater-MG, 2016. 50 p.

MIRANDA, J. C. C. **Utilização de micorrizas na agricultura**. Planaltina, Embrapa- CPAC,

1986

MIRANDA, J. C. M.; MIRANDA, L. N. **Producao de mudas inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares em viveiros**. n. 1, p. 1–2, 2001.

NAZ, M. Y.; SALAIMAN, S. A. Slow release coating remedy for nitrogen loss from conventional urea: a review. **Journal of Controlled Release**, n. 225, p. 109- 120, 2016.

OLIVEIRA, et al. Efeito do adubo de liberação lenta no crescimento e desenvolvimento do sistema radicular de mudas de café arábica. **Revista Cerrado Agrociências**, 105-110 p. 2018.

PASSOS, et al. Qualidade de mudas de Coffea arabica produzidas em diferentes viveiros do Sul de Minas. **Revista Agrogeoambiental**, v. 12, n. 4, 2020.

PEREIRA et al. MICORRIZA ARBUSCULAR E A TOLERÂNCIA DAS PLANTAS AO ESTRESSE. **Revista Bras. Ci. Solo**, 36:1663-1679, 2012.

REHAGRO. **Como fazer mudas de café em tubetes? Veja como é o processo**. Disponível em: <<https://rehagro.com.br/blog/producao-de-mudas-de-cafe-por-tubetes/>>. Acesso em: 14 set. 2022.

RONCHI, C. P. et al. Morfologia radicular de cultivares de café arábica submetidas a diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 50, n. 3, p. 187–195, 2015.

SANTOS, J. R., OLIVEIRA, F. G., SILVA, M. A. Efeito e influenci ado adubo de liberação no incremento do diâmetro de coleto em mudas de café arábica. **Revista Brasileira de Ciência Agrárias**, 16 (3), 310-322 p. 2021.

SENAR. **Café: construção de viveiros e produção de mudas**. 1. ed. Brasília: Senar, 2017.

SERRANO, et al. Adubo de liberação lenta na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 874–883, 2010a.

SERRANO, et al. Produção de mudas de pimenta-do-reino em substrato comercial fertilizado com adubo de liberação lenta. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 4, p. 512-517, 2012b.

SHIMIZU, G.; LONDRINA, U. E. DE. Produção de mudas de maracujá amarelo submetidas a doses crescentes de adubação de liberação. **Rev. Terra & Cult.**, v. 34, n. 1, Setembro, 2022.

SCIVITTARO, et al. Doses de fertilizante de liberação lenta na formação de porta enxerto "trifoliata". **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n.3, p. 520-523, 2004.

SIMÃO, J. B. P. et al. **Cafeicultura no Caparaó : Cafeicultura no Caparaó : Resultados de Pesquisas III**. Instituto ed. Alegre-ES: 2019, 2019.

SILVA, A. B., OLIVEIRA, C. D., SANTOS, E. F. Efeito de adubos de liberação lenta no crescimento em altura de mudas de café. **Revista Brasileira de Agricultura**, 15 (2), 45-56 p. (2021)

SOUZA, et al. Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia. **Embrapa Rondônia. Documentos**, **93**, p. 21, 2004.

SOUZA, et al. **Manual do viveiricultor [livro eletrônico]: produção de mudas de café**. Caonas, RS: Mérida Publishers, 2022.

TOMASZEWSKA, M.; JAROSIEWICZ, A.; KARAKULSKI, K. Physical and chemical characteristics of polymer coatings in CRF formulation. *Desalination*, Hopkinton, v. 146, p. 319-323, 2002.

TRISTÃO, et al. Fungos micorrízicos arbusculares na formação de mudas de cafeeiro, em substratos orgânicos comerciais. **Bragantia**, v. 65, n. 4, p. 649–658, 2006.

VIEIRA, *et al.* AVALIAÇÃO DA INTERAÇÃO MICORRÍZICA EM CULTIVARES DE OLIVEIRA (*Olea europea* L.). **R. Bras. Ci. Solo**, 2011.

WEATHER SPARK. **Clima e condições meteorológicas médias em São João Evangelista no ano todo**. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/30582/Clima-característico-em-São-João-Nepomuceno-Brasil-durante-o-ano>>. Acesso em: 24 set. 2022.

ZAMRODAH, Y. **DESENVOLVIMENTO DA MUDAS DE CAFÉ CATUAÍ EM DIFERENTES RECIPIENTES E SUBSTRATOS COM ADUBO DE LIBERAÇÃO LENTA OSMOCOTE**. v. 15, n. 2, p. 1–23, 2016.

ANEXO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

Departamento de Química

Laboratório de Análise Foliar – Desde 1972

Caixa Postal 3037, CEP 37.200-000

Tel: (35) 3829-1275, Fax: (35) 3829-1271

RESULTADOS ANALÍTICOS

Nome	Protocolo	Identificação	N (g/Kg)	P (g/Kg)	K (g/Kg)	Ca (g/Kg)	Mg (g/Kg)	S (g/Kg)	B (mg/Kg)	Cu (mg/Kg)	Mn (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)
Paula Meira	14	T1	14,08	3,93	19,08	10,78	4,71	1,99	47,73	6,73	198,14	10,45	757,05
Paula Meira	15	T2	15,32	3,36	21,50	9,54	3,62	2,09	70,34	1,88	171,45	6,54	664,32
Paula Meira	16	T3	17,39	3,35	16,39	8,72	3,49	1,51	18,77	0,76	190,05	5,35	575,51
Paula Meira	17	T4	21,53	3,63	16,72	9,93	3,80	2,62	43,14	1,49	232,72	13,08	649,47
Paula Meira	18	T5	24,01	3,63	18,39	9,65	3,73	2,13	39,96	0,91	222,88	6,67	529,46
Paula Meira	19	T6	14,70	4,12	15,40	10,50	4,75	2,01	47,03	8,53	193,49	12,59	826,15
Paula Meira	20	T7	14,90	3,27	19,48	9,70	3,62	2,08	82,17	2,16	188,07	50,62	645,00
Paula Meira	21	T8	18,42	3,44	18,69	8,92	3,66	1,42	55,86	1,04	195,68	5,45	596,94
Paula Meira	22	T9	21,74	3,46	14,43	9,55	3,55	2,11	27,24	1,14	232,57	9,98	600,03
Paula Meira	23	T10	22,56	3,49	13,83	9,17	3,45	2,24	23,01	0,93	221,89	5,89	555,50

Todas as unidades p/p

Lavras, 09 de fevereiro de 2024.

Chefe do Laboratório