

UNIVERSIDADE DE UBERLÂNDIA

MATHEUS DE SOUZA SILVA

SUBPRODUTO DA INDÚSTRIA CERÂMICA COMO COMPONENTE DE
SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEIRO EM TUBETES

MONTE CARMELO

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

MATHEUS DE SOUZA SILVA

SUBPRODUTO DA INDÚSTRIA CERÂMICA COMO COMPONENTE DE
SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEEIRO EM TUBETES

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Agronomia da
Universidade Federal de Uberlândia,
Campus Monte Carmelo, como requisito
necessário para a obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Enio Tarso de Souza
Costa

MONTE CARMELO

2024

MATHEUS DE SOUZA SILVA

SUBPRODUTO DA INDÚSTRIA CERÂMICA COMO COMPONENTE DE
SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO EM TUBETES

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Agronomia,
Campus Monte Carmelo, da Universidade
Federal de Uberlândia, como parte dos
requisitos necessários para obtenção do grau
de Engenheiro Agrônomo.

Monte Carmelo, ____ de _____ de 20__

Banca Examinadora

Prof. Dr. Enio Tarso de Souza Costa
Orientador

Prof. Dr. Edson Simão
Membro da Banca

Profa. Dra. Gleice Aparecida de Assis
Membro da Banca

MONTE CARMELO

2024

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
1 INTRODUÇÃO.....	6
2 OBJETIVO.....	8
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
3.1 - Cultura do cafeeiro.....	9
3.2 – Produção de mudas do cafeeiro.....	11
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
5.1 Parâmetros de crescimento e formação das mudas.....	16
5.2 Parâmetros das mudas formadas para plantio no campo.....	23
6 CONCLUSÕES.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

RESUMO

O plantio e a renovação das lavouras são de fundamental importância para manutenção do equilíbrio entre demanda e oferta na produção de café. A necessidade de uma constante produção de mudas, envolve a escolha de materiais que possam compor o substrato e garantir boa qualidade ao material genético propagado e redução do custo. Para compor o substrato surge como alternativa, o subproduto da indústria cerâmica (SIC), material oriundo de restos de peças e cacos de telhas e tijolos. Assim o objetivo desse trabalho foi avaliar o uso de diferentes granulometrias e doses do SIC como substrato para a produção de mudas do café em tubetes. O experimento foi conduzido em um viveiro credenciado de produção de mudas de cafeeiro no município de Monte Carmelo, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com nove repetições. Amostra do subproduto da indústria cerâmica (SIC) foi coletada em uma indústria cerâmica também localizada no mesmo município. Após a coleta dos cacos de telhas e de tijolos, esse material foi macerado e tamisado para obtenção de materiais com partículas no diâmetro médio equivalente menores que 2 mm (0 a 2 mm) e entre 1 a 2 mm. A semeadura foi realizada em areia disposta em canteiros suspensos utilizado sementes selecionadas de *Coffea arabica* L., cultivar Arara. Após a germinação, as mudas, no estágio “orelha de onça”, foram transplantadas para os tubetes (175 cm³), preenchido com diferentes proporções (0; 2,5; 5,0; 10; 20 e 40% em base volume) e granulometria dos SICs (0 a 2 mm e de 1 a 2 mm de diâmetro médio equivalente) na mistura com substrato comercial contendo vermiculita e materiais orgânicos, sendo o experimento realizado em delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial. Foi realizada a adubação de plantio com adubo de liberação lenta e adubações de cobertura. A irrigação foi realizada por aspersão e os tratos culturais realizados de acordo com as necessidades apresentadas durante a condução das mudas, seguindo o manejo padrão adotado pelo viveiro. As mudas foram avaliadas quanto a caracterização da parte aérea (altura, número de nós e de folhas, diâmetro do caule e peso da massa fresca e massa seca) e da raiz (volume e peso da massa fresca e massa seca). Foram também realizadas as medidas do teor de clorofila (SPAD) e temperatura da folha. Para aferição das condições ambientais foram medidas a umidade relativa ar e temperatura do ar e do substrato. As adições do SIC nas granulometrias de 0 a 2 mm e 1 a 2 nas proporções de 0; 2,5; 5,0; 10; 20; e 40% com base volume não influenciaram de forma negativa na qualidade das mudas do cafeeiro. De maneira geral observou-se que as mudas cultivadas com o substrato contendo SIC na granulometria de 0 a 2 mm foram superiores àquelas produzidas no substrato contendo SIC na granulometria de 1 a 2 mm. Estudos com tempos maiores de exposição das plantas ao material SIC precisam ser conduzidos para possibilitar maior compreensão dos benefícios deste material para produção de mudas.

Palavras-chave: cafeicultura, viveiro, produção.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de café do mundo, com uma estimativa de alcançar 37% das sacas de toda produção mundial estimada para o ano de 2024 (USDA, 2023). Além de maior produtor, segundo levantamento do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, o país está ranqueado em terceiro lugar como o maior consumidor do produto, ficando atrás da União Europeia e dos Estados Unidos, que ocupam o primeiro e o segundo lugar, respectivamente.

No primeiro levantamento para o ano de 2024, a estimativa é que o Brasil produzirá aproximadamente 58.082.200 sacas de café. Desse total, o estado de Minas Gerais é responsável por 50% da produção, estimada em 29,18 milhões de sacas de 60 kg (CONAB, 2024). As estimativas das regiões que mais produzirão café no estado de Minas Gerais em 2024, serão: Sul e Centro-Oeste (14,93 milhões de sacas), Zona da Mata, Rio Doce e Central (7,89 milhões de sacas), Triângulo, Alto Paranaíba e Noroeste (5,339 milhões de sacas) e Norte, Jequitinhonha e Mucuri (1,018200 milhão de sacas).

Para a manutenção da cafeicultura brasileira, a renovação das lavouras é de fundamental importância. A taxa de renovação se relaciona ao período economicamente produtivo ou vida útil de uma lavoura cafeeira, a qual pode variar entre 10 a 20 anos (FERREIRA et al., 2022). Baseado nesse tempo de vida útil, calcula-se que a demanda de mudas produzidas para renovação das lavouras cafeeiras varia entre 5 a 10% do número de pés de café cultivados na região, uma taxa de renovação média de 7,5% ao ano. Considerando que Monte Carmelo possui uma área de 12.806 hectares dedicada a cafeicultura, com aproximadamente 65.236.000 de pés de café (IBGE, 2022), a demanda por mudas para renovação das lavouras é de aproximadamente 4.892.700 mudas de café por ano.

A propagação da cultura do café pode ser feita tanto de forma sexuada, por meio de sementes, como assexuada, por meio de estruturas vegetativas das plantas, tais como estacas (SOUZA; KAULZ; ALMEIDA, 2022). O viveiro é o local de produção das mudas, no qual serão realizadas todas as práticas de manejo para a germinação das sementes ou enraizamento das estacas, desenvolvimento, aclimatização e seleção das mudas. A forma mais comum de propagação ocorre por meio da semeadura direta ou indireta. A semeadura direta ocorre pela deposição das sementes ou estaquia em saquinhos ou tubetes utilizando substrato de diversas composições (ANDRADE; NUNES; GEDANKEN, 2017). Na semeadura indireta, a germinação é realizada em

canteiros específicos, utilizando areia como substrato, seguida da repicagem das plântulas no estágio morfológico “palito de fósforo” ou “orelha de onça” para os saquinhos ou tubetes (SOUZA; KAULZ; ALMEIDA, 2022). Após germinação ou repicagem, as mudas necessitam atingir um desenvolvimento morfológico e fisiológico adequado no viveiro e passarem por uma etapa de aclimatização antes de serem transplantadas no campo (ANDRADE; NUNES; GEDANKEN, 2017). O tempo gasto para uma muda atingir o desenvolvimento ideal está intrinsecamente associado à sua forma de produção. Todos esses processos visam agilizar a produção das mudas e favorecer a sua qualidade, a qual irá conferir maior índice de pegamento e significativos desempenhos após o plantio no campo (MARANA et al., 2008).

A importante etapa de produção das mudas se dá pela escolha das cultivares que melhor se adaptam as características locais de acordo com o interesse do produtor (MATIELLO, 2007). Escolhida a cultivar, a obtenção de sementes de qualidade ocorre por meio da seleção de plantas vigorosas e sadias e coleta seletiva dos frutos maduros, no estágio cereja, por meio dos quais se tem os melhores índices de germinação (ROSA et al., 2007). Para o sistema de produção clonal, estacas deverão ser retiradas dos ramos verticais (ortotrópicos) de jardins clonais (SOUZA; KAULZ; ALMEIDA, 2022). A produção de mudas por meio de sementes é mais utilizada para o café arábica e por meio de jardim clonal para o café conilon, em função do seu baixo pegamento por sementes (ANDRADE; NUNES; GEDANKEN, 2017). Cabe informar que a produção de mudas é regulamentada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) por meio do Sistema Nacional de Sementes e Mudas (SNMS), ficando a cargo de cada estado as normas e procedimentos complementares relativos à produção de sementes e mudas e a função de exercer a fiscalização do comércio estadual de forma mais específica (BRASIL, 2003). De acordo com a legislação vigente estabelecida na Portaria nº 388, de 22 de maio de 2000, no estado de Minas Gerais, as mudas devem ser, obrigatoriamente, oriundas do processo de semeadura direta (IMA, 2000).

Constata-se que a demanda por mudas é bastante elevada, mas além da quantidade, tem-se a necessidade de uma busca constante pelo aumento da qualidade (VALLONE et al., 2009). As mudas, quando produzidas de forma correta e com qualidade, terão maior possibilidade de sobreviver a condições de estresses bióticos e abióticos, além de proporcionar um desenvolvimento mais vigoroso das plantas. Assim, tem-se maior rapidez no estabelecimento e formação da lavoura, maior precocidade das plantas, melhor qualidade da produção, maior longevidade e, conseqüentemente, maior

vida útil da lavoura (FERREIRA et al., 2022). A qualidade das mudas também está relacionada as boas condições fitossanitárias, evitando a propagação de patógenos e pragas, sobretudo de cercosporiose, rizoctonia e nematoides (MESQUITA et al., 2016).

Na produção de mudas, há sempre uma busca por matérias-primas que possam ser utilizadas para compor os substratos e melhorar as características favoráveis à sua produção, tais como melhoria de sua qualidade, maior praticidade para obtenção, baixo custo e melhor operacionalização no processo produtivo, transporte e transplântio (MESQUITA et al., 2016). Um bom substrato deve possuir além da capacidade de sustentação da planta, um ambiente favorável ao desenvolvimento radicular e à absorção de água e nutrientes. Para isso, é importante que tenha menor densidade, granulometria compatível com recipiente, porosidade que proporcione boa aeração, elevada capacidade de retenção de água, pH ideal, elevada capacidade de troca de cátions, isenção de patógenos e outros (JORGE et al., 2020). Entre os materiais mais utilizados para compor o substrato tem-se: solo de subsuperfície, esterco (e.g., bovino, aves, suínos e outros), turfas, casca de madeira, palha de coco, casca de arroz carbonizada, humus, vermiculita e outros (DIAS et al., 2009; VALLONE et al., 2010; PEREIRA; LIMA; MELO JUNIOR, 2017).

Por conta de seu baixo custo e alta quantidade de material gerado, surge como alternativa a utilização do subproduto da indústria cerâmica (SIC). Esse subproduto é gerado nas indústrias de produção de telhas e tijolos de cerâmica, sendo formado por cacos de peças descartadas por não se enquadrarem nos padrões estabelecidos pelas empresas cerâmicas para comercialização (FEAM, 2012). Como esses cacos são oriundos do reaproveitamento de peças de telhas e tijolos descartadas na etapa final do processo, eles possuem em sua constituição minerais na argila tratados termicamente. Esses minerais ao passarem por aquecimento adquirem maior estabilidade e podem liberar alguns nutrientes, como o potássio. Além disso, não perdem sua função de retenção de água e nutrientes. Por conta de seu baixo custo e alta quantidade de material gerado, surge como alternativa a avaliação da utilização do SIC como material com potencial para entrar na composição dos substratos para produção de mudas .

2 OBJETIVO

Avaliar o uso de granulometrias e doses do SIC como substrato para a produção de mudas do café em tubetes.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 - Cultura do cafeeiro

Os cafeeiros pertencem a família Rubiaceae, tribo Coffeae, subtribo Coffeinae, gêneros *Coffea* e *Psilanthus*. O gênero *Coffea* é composto por dois subgêneros: *Coffea* e *Baracoffea*. O subgênero *Coffea* agrupa mais de 80 espécies, distribuídas em três seções: *Mascarocoffea*, *Mozambicoffea* e *Eucoffea*. A seção *Eucoffea* reúne as mais importantes espécies de cafeeiros que representam quase a totalidade do café produzido e comercializado no mundo: *Coffea arabica* L. e *C. canephora* Pierre (GUERREIRO FILHO et al., 2007).

As espécies *C. canephora* e *C. arabica* são originárias de diferentes regiões. A espécie *C. canephora* é originária da costa oeste à região central do continente africano que se estende da Guiné ao Congo, uma região quente, úmida com precipitação entre 1.500 e 2.000 mm anuais e de baixa altitude. A espécie *C. arabica* é originária do sudoeste da Etiópia, sudeste do Sudão e norte do Quênia, região com altitude entre 1.000 e 2.000 metros (GUERREIRO FILHO et al., 2007).

Economicamente, o *C. arabica* (arábica) e o *C. canephora* (robusta/ conilon), subseção *Erythrocoffea*, apresentam grande importância na produção brasileira de café. Em 2024, a área total destinada a cultura de *C. arabica* e de *C. canephora* foi de 2,25 milhões de hectares. Desse total, 80,9% correspondem ao cultivo do arábica (CONAB, 2024). Dentre as características gerais observa-se que *C. canephora* são arbustos multicaules, com copas mais desenvolvidas e portes mais elevados, possuindo também raízes bastante volumosas tornando a planta mais tolerante a deficiências nutricionais e hídricas. Com relação ao *C. arabica* eles são arbustos monocaules, porte menor, sistema radicular menos vigoroso e menor rusticidade (SOUZA et al., 2004).

Quanto ao modo de reprodução, *C. arabica* é uma espécie autógama, o que significa que a sua reprodução ocorre, principalmente, por meio de autofecundação, e *C. canephora* é uma espécie que apresenta reprodução alógama e autoincompatibilidade gametofítica, o que determina a fecundação cruzada, como único meio de reprodução (SOUZA et al., 2004). A propagação do *C. arabica* ocorre por sementes, estacas ou pedaços do tecido (KROHLING et al., 2023) e a produção de mudas por estacas é o processo de propagação mais utilizado para o café conilon, em função do seu baixo

pegamento por sementes (ANDRADE; NUNES; GEDANKEN, 2017).

Para o sucesso da lavoura, a produção de mudas de qualidade é um fator fundamental, pois aproximadamente 90% dos problemas apresentados pelas lavouras formadas são decorrentes, geralmente, de mudas malformadas e implantação incorreta da lavoura (FERREIRA et al., 2022). De acordo com esses autores, é também fundamental a escolha da espécie e cultivar adequada, levando-se em consideração a aptidão da região para o cultivo do cafeeiro, em função da altitude, temperatura e precipitação. Além desses fatores, a escolha da cultivar deve levar em consideração aspectos importantes, como: adaptação às condições edafoclimáticas, potencial produtivo, estabilidade de produção, resistência e, ou, tolerância às principais doenças e pragas da cultura, característica dos frutos, época de maturação e porte das plantas (SOUZA et al., 2004).

Ao escolher uma cultivar, deve-se ainda considerar o marcante impacto com relação a redução do custo de produção, aumento da rentabilidade da lavoura, além de contribuição para a sustentabilidade econômica, social e ambiental da atividade (CARVALHO et al., 2022). O Brasil dispõe, até junho de 2024, de 168 cultivares de café cadastradas no Registro Nacional de Cultivares (RNC) com registro concedido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), das quais 122 são de *C. arabica* e 46 de *C. canephora* (MAPA, 2024).

Entre as cultivares mais utilizadas de *C. arabica* tem-se: Catuaí Vermelho, Catuaí Amarelo, Mundo Novo, Acaiá, Rubi, Topázio, Iapar 59, Icatu Vermelho, Icatu Amarelo, Catucaí Vermelho, Catucaí Amarelo, Bourbon Vermelho e Bourbon Amarelo (ANDRADE; NUNES; GEDANKEN, 2017). Além dessas cultivares, em uma publicação mais recente tem-se destacadas as fichas contendo as principais características de 90 cultivares de *C. arabica* (CARVALHO et al., 2022). Esses autores citam, como sendo os mais comuns, os grupos Catuaí, Catucaí, Icatu, Mundo Novo, Sarchimor e Catimor, além de suas origens genéticas e suas respectivas cultivares. A cultivar Arara teve sua origem genética do cruzamento entre Villa Sarchi x Híbrido de Timor CIFC 832/2 e apresenta como características principais, o porte baixo, com diâmetro de copa grande, a cor do fruto é amarela, com grãos de tamanho grande e época de maturação tardia. Essa cultivar possui alto vigor vegetativo, resistência a ferrugem, elevada produtividade e tem se destacado também por produzir bebida de excelente qualidade e peneira alta.

3.2 – Produção de mudas do cafeeiro

A qualidade das mudas define o sucesso na implantação da lavoura cafeeira. A produção de mudas pode ocorrer na própria propriedade ou pode ser adquirida em viveiristas especializados. Dentre as mudanças pelas quais a cultura tem passado em tempos recentes destaca-se a produção de mudas com maior qualidade e menor preço (SOUZA; KAULZ; ALMEIDA, 2022).

A etapa de produção de mudas se inicia pela escolha das cultivares a serem implantadas e obtenção das hastes e de sementes de qualidade. As sementes e hastes devem ser coletadas seletivamente de plantas vigorosas e saudáveis. O maior índice de germinação das sementes ocorre por meio da coleta seletiva dos frutos maduros, no estágio cereja (ROSA et al., 2007). A quantidade de sementes dependerá do rendimento dos frutos, mas em média, para cada seis litros de frutos cereja obtém-se 1 Kg de sementes de café arábica e 1,3 kg de sementes de café conilon. Em geral, para cada 1 Kg de sementes tem-se aproximadamente 4 mil sementes possibilitando a semeadura de duas sementes por saquinhos e a formação de aproximadamente 2 mil mudas (BERGO; SÁ; SALES, 2002; ANDRADE; NUNES; GEDANKEN, 2017). A semeadura pode ser realizada diretamente no substrato ou pode ser germinada em um canteiro suspenso contendo areia e depois transplantada para os tubetes ou saquinhos nos estádios "palito-de-fósforo", quando a semente emerge e fica suspensa pelo caule, ou "orelha de onça", caracterizado pela abertura das duas folhas cotiledonares de formato arredondado (SOUZA; KAULZ; ALMEIDA, 2022).

A qualidade e o vigor das mudas dependem das condições climáticas, substrato, irrigação, controle de pragas e nutrição adequada (SOUZA; KAULZ; ALMEIDA, 2022). O substrato mais comumente utilizado pode ser formado por uma mistura de solo, esterco, calcário e adubos químicos ou pode ser formado por uma mistura de casca de arroz carbonizada, casca de pinus, palha de coco, turfa, areia, vermiculita, entre outros (BERGO; SÁ; SALES, 2002; ANDRADE; NUNES; GEDANKEN, 2017).

O substrato composto por solo é mais utilizado nos saquinhos plásticos produzidos de polietileno, cujas dimensões utilizadas são de 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura para transplântio das mudas com até 6 meses e de 14 cm de diâmetro por 28 cm de altura para transplântio das mudas com até um ano de idade (ANDRADE; NUNES; GEDANKEN, 2017). O substrato composto por uma mistura de diversos materiais orgânicos é mais utilizado nos tubetes, os quais podem conter 4 cm de diâmetro por 15

cm de altura (ANDRADE; NUNES; GEDANKEN, 2017). Utilizando saquinhos têm-se aproximadamente 200 mudas por metro quadrado e tubetes têm-se aproximadamente 500 mudas por metro quadrado. Embora tenha um custo inicial mais elevado, mas devido a redução de espaços e outras vantagens, o uso de tubetes de polietileno associado ao uso de substrato comercial enriquecido com nutrientes vêm sendo cada vez mais utilizados por viveiristas (SOUZA; KAULZ; ALMEIDA, 2022).

O substrato deve proporcionar boas condições para o desenvolvimento das mudas e para isso deve apresentar boas condições químicas, físicas e biológicas (CORREA et al., 2023). Os manuais recomendam que para obtenção de 1.000 litros de substrato a base de solo, deve-se misturar: 700 litros de terra de barranco ou subsolo peneirado, 300 litros de esterco de curral, 1 Kg de calcário dolomítico, 5 Kg de superfosfato simples e 0,5 a 1 Kg de cloreto de potássio (BERGO; SÁ; SALES, 2002; ANDRADE; NUNES; GEDANKEN, 2017). Com relação aos substratos a base de materiais orgânicos tem-se a mistura dos seguintes materiais e proporções: a) 50% de fibra de coco verde triturada e lavada compostada com esterco de aves (proporção 3:1), 40% de areia lavada ou vermiculita e 10% de húmus de minhoca ou composto de farelos e b) 50% de Composto orgânico (esterco de aves + restos vegetais + termofosfato) com esterco de aves (proporção 3:1), 50% de vermiculita e 10% de húmus de minhoca (JORGE et. al, 2020).

Considerando a importância dos substratos na produção de mudas, vários trabalhos têm avaliado os tipos de materiais e suas respectivas proporções para composição de substratos, bem como os tipos de recipientes e tamanhos que favoreçam a produção de mudas de qualidade. Nesse sentido, para produção de mudas de cafeeiro foram avaliados três tipos de recipientes e três tipos de substratos (VALLONE et. al, 2010). Os três recipientes testados foram os seguintes: i) tubetes rígidos de 50 cm³ - forma cônica, seis estrias internas, 2,7 cm de diâmetro interno superior, 1,0 cm de diâmetro interno inferior e altura de 12,2 cm e ii) tubetes rígidos de 120 cm³ - forma cônica, cinco estrias internas, 3,7 cm de diâmetro interno da abertura superior, 0,8 cm de diâmetro interno da abertura inferior e 14 cm de altura e iii) saquinhos de polietileno – contendo 20 cm de altura, 10 cm de largura e capacidade volumétrica de 700 mL. Os três tipos de substratos testados foram os seguintes: i) substrato alternativo - composto por 65% de casca de arroz carbonizada e 35% de substrato comercial, ii) substrato comercial - Plantmax hortaliças HT; e iii) substrato padrão - composto por 70% de terra e 30% de esterco bovino. Foram constatados que os recipientes de maior volume (saquinho de polietileno e tubete de 120 mL) preenchidos com os substratos alternativo e comercial

proporcionam maior desenvolvimento das mudas (VALLONE et. al, 2010). Com a finalidade de avaliar o desempenho no campo, as mudas produzidas nesses mesmos tratamentos foram transplantadas no campo e avaliadas após 20 meses (VALLONE et. al, 2009). Esses autores constataram que as mudas produzidas em saquinho de polietileno e em tubetes de 120 mL utilizando substrato padrão foram superiores àquelas produzidas em tubetes de 50 mL (VALLONE et. al, 2009).

Na composição dos substratos, observa-se que o esterco é um importante material que tem sido sempre utilizado, mas sabe-se que sua composição pode variar em função do animal. Para avaliar o efeito de diferentes tipos de esterco e suas proporções na composição de substratos, foi conduzido um experimento com quatro tipos de esterco adicionados no substrato comercial Bioplant nas proporções 0%, 20%, 40% e 60% (PEREIRA; LIMA; MELO JUNIOR, 2017). As quatro fontes de esterco testadas foram as seguintes: esterco de coelho, esterco bovino, esterco suíno e cama de frango. Os autores avaliaram esses efeitos por meio da altura da parte aérea, número de pares de folhas e área foliar na cultivar Topázio MG 1190. De acordo com os resultados, foi constatado que a adição de esterco de coelho até a dose de 33% adicionado no substrato comercial proporciona maior valor do índice de qualidade de Dickson (IQD). Esse índice constitui um bom indicador da qualidade das mudas por considerar o equilíbrio da distribuição da biomassa na planta, por meio de vários parâmetros morfológicos de altura, diâmetro e biomassas (PEREIRA; LIMA; MELO JUNIOR, 2017). Esses autores também verificaram que a cama de frango adicionada na proporção de até 25% favorece o desenvolvimento das mudas e que os esterco de suíno e bovinos não devem ser recomendados em doses superiores a 5 e 17%, respectivamente.

Além dos esterco, vários outros materiais têm sido testados sobretudo objetivando melhorar a qualidade das mudas e reduzir os custos. Assim, surge como alternativa para composição do substrato, o subproduto da indústria cerâmica (FEAM, 2012). Esse material é gerado nas indústrias cerâmicas pelo reaproveitamento de cacos de telhas e tijolos triturados. A finalidade é avaliar se os grânulos obtidos da moagem dos cacos de telhas e tijolos contribuem para melhorar a qualidade das mudas, promovendo melhor aeração, retenção de água e nutrientes para plantas, uma vez que são formados de argilas transformadas e estabilizadas mediante o tratamento térmico. A vantagem de utilização desse subproduto é sua fácil obtenção e baixo custo, além da possibilidade de se encontrar uma alternativa que promova maior valorização desse material.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um viveiro de produção de mudas no município de Monte Carmelo (18°43'28" S. 47°29'54" O), em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com doze tratamentos, nove repetições e 58 parcelas. Os subprodutos da indústria cerâmica (SIC) nas granulometrias de 0 a 2 mm e de 1 a 2 mm de diâmetro médio equivalente foram adicionados ao substrato comercial nas seguintes proporções: 0; 2,5; 5,0; 10; 20 e 40% (base volume).

Uma amostra representativa do SIC foi coletada em uma indústria cerâmica também localizada no município de Monte Carmelo. A coleta foi realizada no pátio de disposição dos cacos de telhas e tijolos resultantes das perdas que ocorrem durante o processo de produção. Essas perdas são resultantes de peças que ultrapassam o ponto ideal de queima, entortam, trincam ou apresentam outros defeitos que não atendem ao padrão de qualidade da empresa, além daquelas que quebram durante as etapas de retirada do forno, triagem, embalagem, armazenamento e carregamento.

Após a coleta dos cacos de telhas e de tijolos, esse material foi macerado em almofariz de porcelana e passado em peneiras com aberturas de malha igual a 2 e 1 mm. Após a tamisagem foram separadas partículas com diâmetro médio equivalente menor que 2 mm (0 a 2 mm) e entre 1 a 2 mm. Após o preparo, o material foi acondicionado ao substrato com base volume nas proporções já descritas.

As sementes do cafeeiro (*C. arabica* L.) foram obtidas pela coleta seletiva e despulpa dos frutos da cultivar Arara, no estádio cereja. Após a despulpa, as sementes foram secas a sombra até atingirem 13% de umidade. Foi realizada uma nova seleção, descartando as sementes defeituosas, e um tratamento químico preventivo com fungicida sistêmico e de contato, do grupo químico Acilalaninato (Metalaxil-M) e Fenilpirrol (Fludioxonil) e com fertilizante mineral misto com aminoácido (168 g L⁻¹ de N, 11,2 g L⁻¹ de K₂O, 50,4 g L⁻¹ de carbono orgânico total).

A semeadura foi realizada na areia acondicionada em canteiros suspensos. Após a germinação, quando as mudas atingiram o estádio “orelha de onça”, elas foram transplantadas para os tubetes, contendo 175 cm³ de volume, preenchido com substrato contendo as diferentes proporções e granulometrias dos SIC. No transplante, com o auxílio de um “chucho”, realizou-se a abertura da cova posicionada no centro do tubete a uma profundidade superior ao tamanho da raiz. Também foi realizada a poda da ponta da raiz principal para favorecer seu posicionamento em linha reta, evitar o enovelamento e,

consequentemente, a formação da muda com o “pião torto”. Após o posicionamento correto da muda na cova no centro do tubete, apertou-se o substrato lateralmente com a finalidade de manter o posicionamento da raiz em linha reta, promover o pleno contato da raiz com o substrato, favorecer a sustentação da muda e evitar o seu tombamento. Logo após o transplântio, as mudas foram irrigadas para melhor acomodação do substrato e remoção de ar favorecendo o pegamento da muda. Os tubetes acondicionados nas bandejas foram mantidos suspensos para evitar qualquer tipo contaminação com solo. Para aumentar a segurança, as bandejas foram mantidas sobre uma lona.

Antes do transplântio, foi realizada a adubação de plantio no substrato, com adubo de liberação lenta (6,4 g de Osmocote 15-06-12 por L de substrato) e, após o plantio, adubação de cobertura via fertirrigação (3-5 g L⁻¹ de 20-05-20 para 50 mudas). O adubo de liberação lenta denominado osmocote continha em sua composição: 15% de nitrogênio, 6% de P₂O₅, 12% de K₂O, 1,3% de magnésio, 6% de enxofre e micronutrientes ferro, cobre, manganês e molibdênio. Logo após a adubação foliar, foi realizada a aspersão com água para lavagem das folhas com a finalidade de evitar a queima. A irrigação foi realizada por aspersão e os tratos culturais foram realizados de acordo com as necessidades apresentadas durante a condução das mudas.

Após o pegamento até os 98 dias pós-plantio, as mudas foram avaliadas quanto a caracterização da parte aérea, tais como: i) altura da planta - medida do colo da planta até a gema apical com uma régua; ii) número de nós; iii) comprimento do primeiro entrenó; iv) pares de folhas – contagem manual das folhas abertas; v) diâmetro do caule - medida no colo da planta com um paquímetro; e vi) incremento de altura (diferença entre altura final medida aos 98 dias e inicial medida logo após o pegamento aos 14 dias do plantio). Foram também realizadas as medidas do teor de clorofila por meio do índice SPAD - Soil Plant Analysis Development (equipamento Chlorophyll Meter SPAD-502 Plus – Konica Minolta) e da temperatura da folha (equipamento Infrared Thermometer, faixa -50 a 800 °C, Minipa MT-350A). Com relação a condição ambiental, foi medida a umidade relativa do ar e temperatura do ar próxima as plantas, 30 cm da altura do solo (equipamento Termo Higo Anemômetro Luxímetro Modelo Thal-300 Instrutherm), e temperatura do substrato (equipamento Infrared Thermometer, faixa -50 a 800 °C, Minipa MT-350A). O índice SPAD foi obtido pela média de quatro leituras realizadas em diferentes partes do primeiro par de folhas completamente desenvolvidas. Todas essas medidas eram feitas ao amanhecer, por volta das 08:00 horas.

Após os 98 dias de condução das mudas no viveiro após o plantio, as mudas,

contendo aproximadamente 5 pares de folhas foram conduzidas para o laboratório para as medições nas raízes e parte aérea. Após separada das raízes, a parte aérea foi lavada com água desionizada e as raízes lavadas com água de torneira, medido o volume, mergulhadas em solução de HCl 1 mol L⁻¹ e depois enxaguadas com água desionizada. Para medição do volume das raízes utilizou-se uma proveta de 100 mL, a qual foi aferida com água destilada a 80 mL. O volume das raízes foi calculado por meio do volume de água deslocada após a completa imersão das raízes na proveta.

As folhas, caule e raízes foram pesadas separadamente para determinação da massa fresca. Posteriormente, as folhas, caule e raízes foram secas em estufa com circulação forçada de ar, a uma temperatura de, aproximadamente, 60 °C. Após a secagem, ambas partes foram novamente pesadas, para a avaliação da produção de matéria seca de raízes, caule e folhas. Foi também realizado o cálculo da umidade na base seca subtraindo o peso verde menos o peso seco e dividindo o resultado pelo peso seco [umidade base seca = (peso verde – peso seco) / peso seco]. As porcentagens de matéria seca de raiz, caule e folha foram calculadas em relação a massa seca total.

A análise foi realizada em esquema fatorial. Todos parâmetros medidos ao longo dos 98 dias de desenvolvimento das mudas foram submetidos a análise estatística utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2011). As médias foram comparadas por meio do teste F a 5% de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Parâmetros de crescimento e formação das mudas

Após o plantio nos tubetes, as mudas foram avaliadas a cada 14 (quatorze) dias durante 98 (noventa e oito) dias. Observaram-se que o tempo influenciou nos seguintes parâmetros: altura, número de nós, número de folhas, comprimento do primeiro entrenó e teor de clorofila. No entanto, esses parâmetros foram apresentados em função do tempo por meio de linhas de tendência, não se ajustando aos modelos matemáticos.

A altura das mudas foi monitorada ao longo de 98 dias após o transplante e constatou-se que as mudas tiveram crescimento da parte aérea menor na fase inicial, provavelmente associado a maior demanda no desenvolvimento radicular (Figura 1). O crescimento aumentou com o passar dos dias, com um incremento mais elevado a partir do quinquagésimo sexto dia (56º dia). No tratamento que se utilizou o SIC na

granulometria de 0 a 2 mm (Figura 1a), as mudas apresentaram maior altura comparado ao tratamento contendo o SIC na granulometria de 1 a 2 mm (Figura 1b).

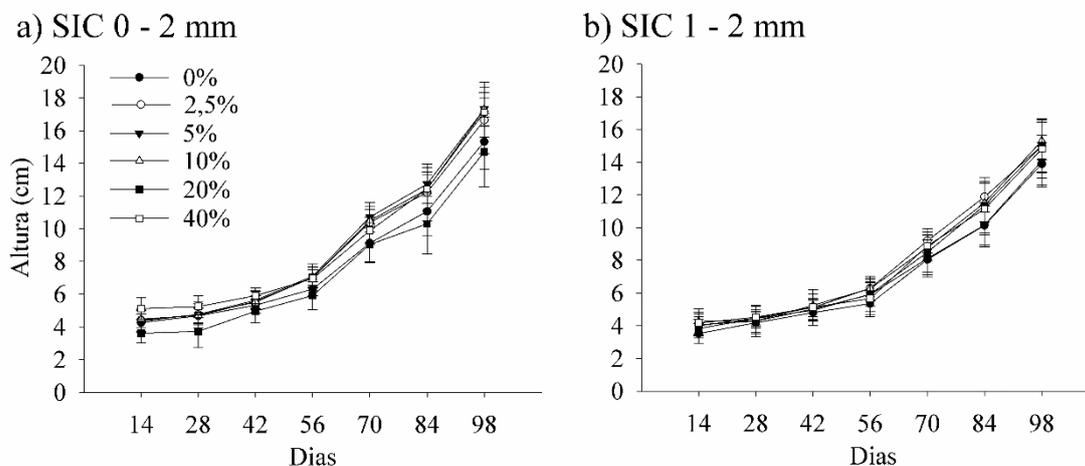


Figura 1. Altura das mudas de café (*Coffea arabica* L., cultivar Arara) em função dos dias após o transplântio para os tubetes contendo substrato vegetal misturado com subproduto da indústria cerâmica nas granulometrias de 0 a 2 mm (SIC 0 – 2) e de 1 a 2 mm (SIC 1 – 2) nas seguintes proporções com base volume: 0; 2,5; 5,0; 10; 20; e 40%.

O mesmo comportamento observado para altura, também foi constatado para número de nós (Figura 2). Observou-se que o número de nós aumentou de forma mais acelerada a partir do quadragésimo segundo dia (42º dia), com um incremento maior para o tratamento contendo o SIC na granulometria de 0 a 2 mm (Figura 2a) comparado ao tratamento contendo o SIC na granulometria de 1 a 2 mm (Figura 2b).

De forma similar à altura e ao número de nós, a mesma resposta foi observada para o número de folhas (Figura 3). Porém, observa-se uma maior variabilidade para esse parâmetro, sobretudo nos tratamentos contendo SIC na granulometria de 0 a 2 mm (Figura 3a) comparado ao tratamento contendo o SIC na granulometria de 1 a 2 mm (Figura 3b). A maior variabilidade ocorreu devido a um menor número de folhas observado no quinquagésimo sexto dia (56º dia) para tratamento contendo 10% de SIC na granulometria de 0 a 2 mm e no octogésimo quarto (84º dia) e nonagésimo sexto dia (96º dia) para os tratamentos contendo 20% de SIC na granulometria de 0 a 2 mm. Para os tratamentos contendo o SIC na granulometria de 1 a 2 mm, observou-se uma redução no aumento do número de folhas a partir do septuagésimo dia (70º dia). Não foram constatadas uma causa específica para essas variações, as quais podem ser atribuídas ao algum ataque de praga e às condições normais de perda de folhas, sobretudo as folhas

cotiledonares.

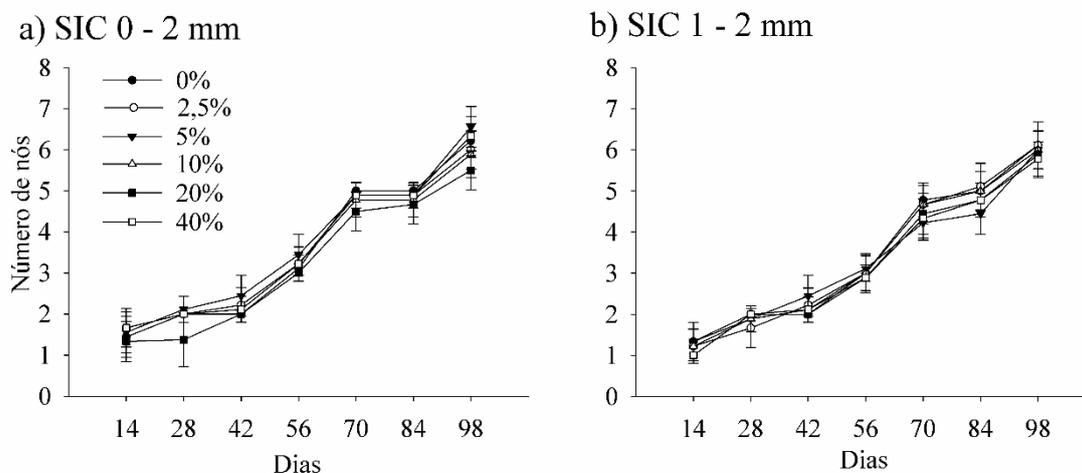


Figura 2. Número de nós das mudas de café (*Coffea arabica* L., cultivar Arara) em função dos dias após o transplante para os tubetes contendo substrato vegetal misturado com subproduto da indústria cerâmica nas granulometrias de 0 a 2 mm (SIC 0 – 2) e de 1 a 2 mm (SIC 1 – 2) nas seguintes proporções com base volume: 0; 2,5; 5,0; 10; 20; e 40%.

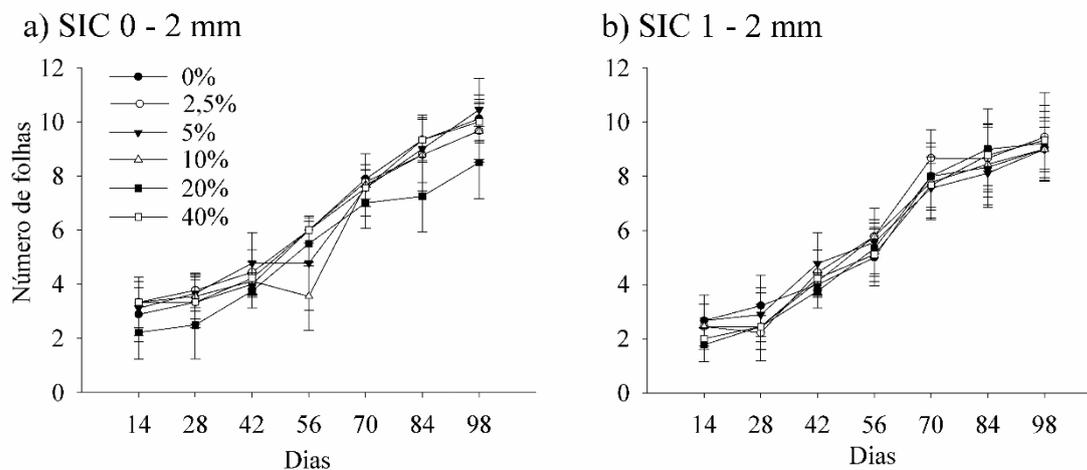


Figura 3. Número de folhas das mudas de café (*Coffea arabica* L., cultivar Arara) em função dos dias após o transplante para os tubetes contendo substrato vegetal misturado com subproduto da indústria cerâmica nas granulometrias de 0 a 2 mm (SIC 0 – 2) e de 1 a 2 mm (SIC 1 – 2) nas seguintes proporções com base volume: 0; 2,5; 5,0; 10; 20; e 40%.

Além dos parâmetros já mencionados, também foi avaliado o comprimento do primeiro entrenó (Figura 4). As medidas desse parâmetro em função do tempo foram semelhantes, com maior variabilidade para os tratamentos contendo SIC na granulometria de 0 a 2 mm comparado aos tratamentos contendo SIC na granulometria de 1 a 2 mm. As

médias referentes ao comprimento do primeiro entrenó e seus respectivos desvios padrões foram de $2,3\pm 1,3$ cm para os tratamentos contendo SIC na granulometria de 0 a 2 mm (Figura 4a) e $2,3\pm 1,0$ cm para os tratamentos contendo SIC na granulometria de 1 a 2 mm (Figura 4b). Quando se compara esse parâmetro com a altura da planta (Figura 1) e o número de nós (Figura 2) para os mesmos tratamentos, observa-se que a planta estava evoluindo em altura e emitindo ao logo do desenvolvimento novos nós, motivo pelo qual não foi constatado variações para esse parâmetro. Isso evidencia um comportamento normal de desenvolvimento das mudas.

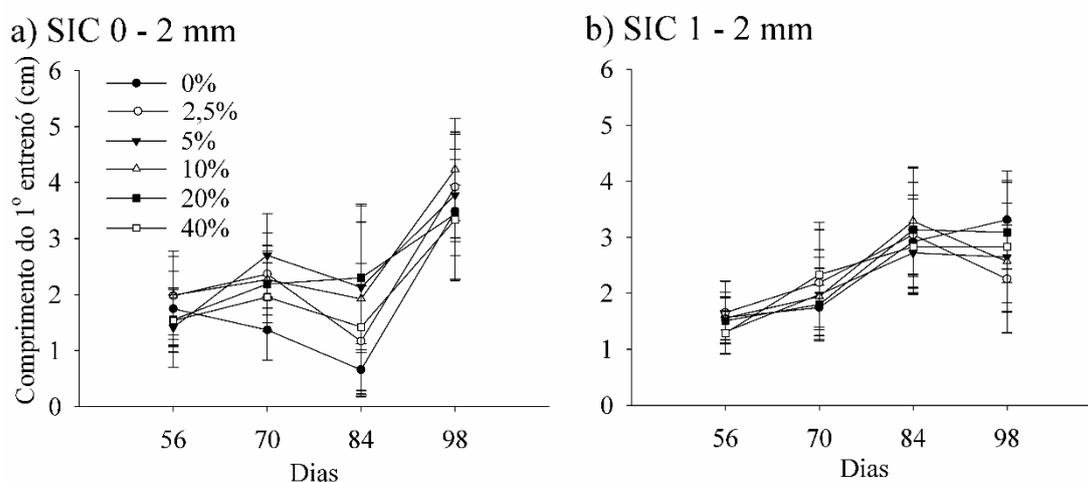


Figura 4. Comprimento do primeiro entrenó das mudas de café (*Coffea arabica* L., cultivar Arara) em função dos dias após o transplântio para os tubetes contendo substrato vegetal misturado com subproduto da indústria cerâmica nas granulometrias de 0 a 2 mm (SIC 0 – 2) e de 1 a 2 mm (SIC 1 – 2) nas seguintes proporções com base volume: 0; 2,5; 5,0; 10; 20; e 40%.

Ao longo do desenvolvimento das plantas, também foi monitorado o teor de clorofila por meio do índice SPAD. Observou-se que os valores do índice SPAD, que indica o teor de clorofila das mudas, foi semelhante em função do tempo, tanto para os tratamentos contendo SIC na granulometria de 1 a 2 mm quanto para os tratamentos contendo SIC na granulometria de 0 a 2 mm (Figura 5). As médias do índice SPAD e seus respectivos desvios padrões foram de $41,0\pm 4,5$ cm para os tratamentos contendo SIC na granulometria de 0 a 2 mm (Figura 5a) e $40,3\pm 4,7$ cm para os tratamentos contendo SIC na granulometria de 1 a 2 mm (Figura 5b). Esse parâmetro, também constitui um indicativo de que planta estava evoluindo normalmente e mantendo ativo o seu metabolismo. Por se tratar de plantas jovens com uma taxa de metabolismo de

desenvolvimento acelerado, esse índice tende a ter maior variabilidade e se manter em patamares menores, conforme comparado aos padrões de plantas mais desenvolvida e em condições de campo.

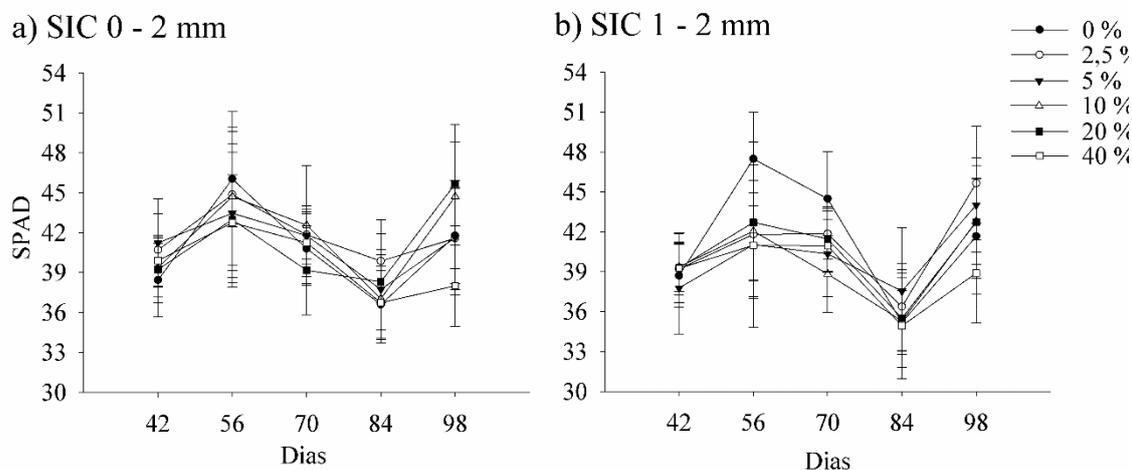


Figura 5. Teor de clorofila determinado pelo índice SPAD das mudas de café (*Coffea arabica* L., cultivar Arara) em função dos dias após o transplante para os tubetes contendo substrato vegetal misturado com subproduto da indústria cerâmica nas granulometrias de 0 a 2 mm (SIC 0 – 2) e de 1 a 2 mm (SIC 1 – 2) nas seguintes proporções com base volume: 0; 2,5; 5,0; 10; 20; e 40%.

Um estudo avaliando a diagnose nutricional do cafeeiro em relação às adubações nitrogenadas indicaram os índices SPAD de 61,95 como sendo máximo e de 43,85 como sendo o mínimo, para a cultivar Catuaí vermelho com cinco anos de idade (RODRIGUES DOS REIS et al., 2006). Esses autores mediram o índice SPAD no ápice, no meio e na base da planta e indicaram a parte mediana como sendo a recomendada para evitar valores super ou subestimados das leituras para recomendação da adubação nitrogenada. Outro experimento com a mesma cultivar, determinou o índice relativo de clorofila na unidade SPAD em diversas fases em cafeeiros de dois anos com elevada produtividade (GODOY et al., 2008). Os índices SPAD medidos por esses autores variaram: de 81,5 a 83,2 no florescimento e início de expansão dos frutos; de 76,2 a 78,3 na expansão dos frutos, de 68,3 a 69,8 no início da granação, de 64,0 a 65,9 na granação e de 61,7 a 62,7 na maturação. Em sistema irrigado, utilizando a mesma cultivar sob pivô central, com leituras realizadas na folha diagnóstico e com frutos no estágio de chumbinho, foram determinados um valor mínimo do índice SPAD de 47,90, máximo de 71,20 e médio de 62,09 (RODRIGUES JUNIOR et al., 2011). Cabe destacar, que o valor mínimo de 43,83

se encontra acima dos valores medidos nas mudas avaliadas no presente trabalho (41,0 e 40,3), embora os valores propostos na literatura foram obtidos de outra cultivar, medidas em posição distinta na planta com diferentes idades, estágio, regiões e condições de manejo.

Durante todo o período de avaliação das mudas, por volta das 08:00 horas, foram monitoradas a umidade relativa do ar e as temperaturas do ar, da folha e do substrato (Figura 6). Observa-se que a umidade relativa do ar (Figura 6a) no início da avaliação foi 38,5% (14 dias) e se elevou para 78,4% ao final do período de avaliação (98 dias), enquanto as temperaturas do ar (Figura 6b), da folha (Figura 6c) e do substrato (Figura 6d) reduziram. A temperatura do ar teve a máxima próxima a 38,1 °C e a mínima próxima a 23,5 °C (Figura 6b), da folha teve a máxima próxima a 30,1 °C e a mínima próxima a 21,1 °C (Figura 6c) e do substrato teve a máxima próxima a 26,1 °C e a mínima próxima a 19,7 °C (Figura 6d). No quadragésimo segundo dia (42 dias) foi observada uma queda nas temperaturas do ar, da folha e do substrato. Mesmo havendo esse quedas, observa-se que as condições ambientais medidas no viveiro não provocaram respostas negativas ao desenvolvimento das plantas. O *C. arabica* L. é uma espécie recomendada para áreas com altitude entre 600 a 1.100 m e temperatura média anual entre 18 e 22 °C (FERREIRA et al., 2022).

Mediante os resultados apresentados, observou-se que as mudas de cafeeiro tiveram o comportamento normal durante todo período de avaliação. As mudas aumentaram de tamanho e, conseqüentemente, o número de nós e de folha ao longo dos 98 dias de avaliação. Além disso, houve também semelhança nas medidas dos comprimentos do primeiro entrenó e nos teores de clorofila expressos pelo índice SPAD, o que comprova certa estabilidade no desenvolvimento. Quando se observa esse comportamento constata-se que os parâmetros ambientais também não apresentaram variações ou anormalidades que pudessem comprometer o desenvolvimento das mudas.

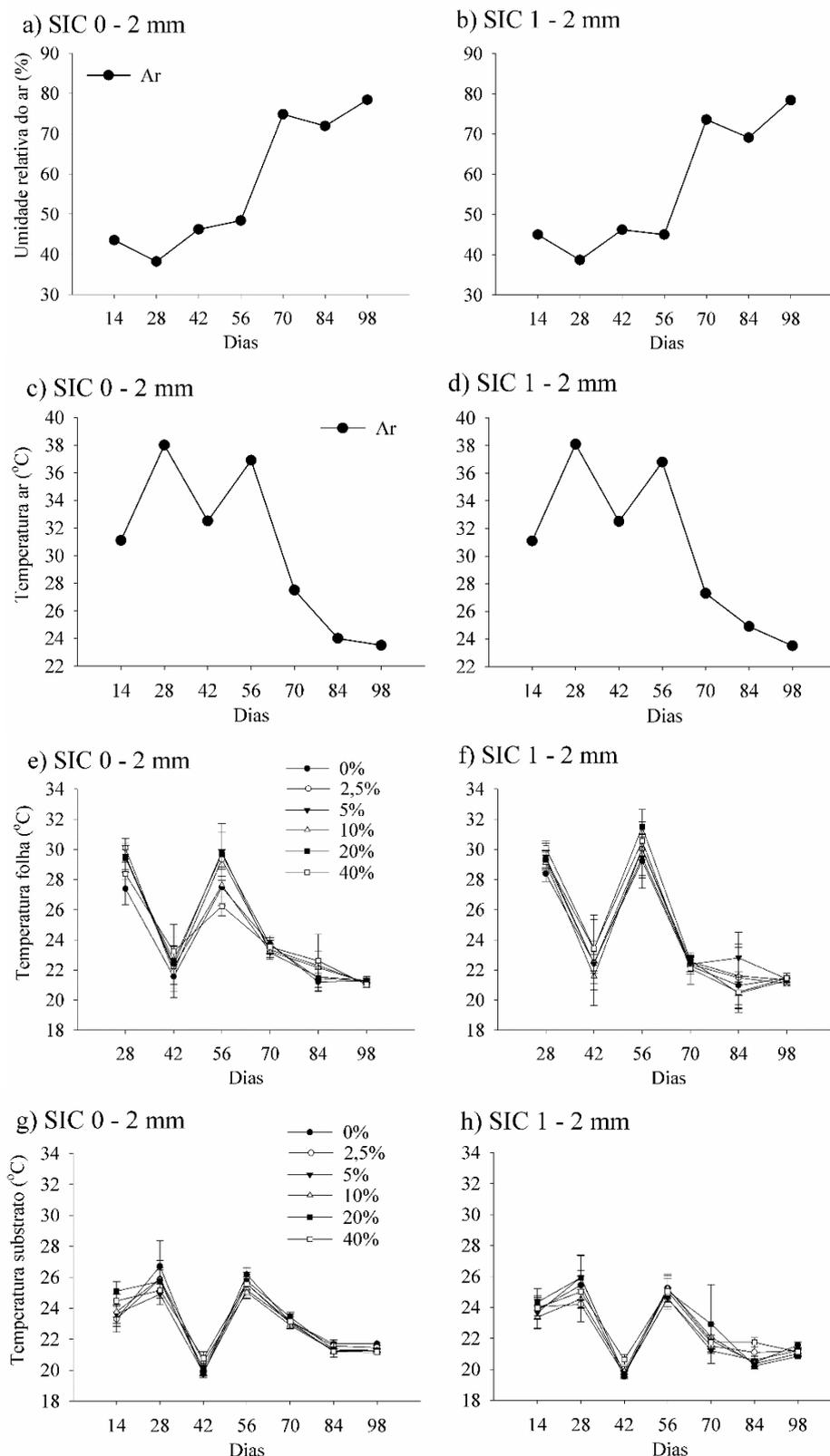


Figura 6. Umidade relativa do ar (a e b - %), Temperatura do ar (c e d - °C), das folhas (e e f - °C) e dos substratos (g e h - °C) das mudas de café (*Coffea arabica* L., cultivar Arara) em função dos dias após o transplante para os tubetes contendo substrato vegetal misturado com subproduto da indústria cerâmica nas granulometrias de 0 a 2 mm (SIC 0 - 2) e de 1 a 2 mm (SIC 1 - 2) nas seguintes proporções com base volume: 0; 2,5; 5,0; 10; 20; e 40%.

5.2 Parâmetros das mudas formadas para plantio no campo

Ao final do período das mudas no viveiro, no nonagésimo oitavo dia (98 dias), quando estavam em período de adaptação para serem transplantadas no campo, foram medidos vários parâmetros das plantas, os quais foram agrupados pelos dois tipos de substratos contendo SIC nas granulometrias de 0 a 2 mm e de 1 a 2 mm (Tabela 1). Cabe aqui destacar que não houve diferenças entre os tratamentos em relação as adições de SIC no substrato nas respectivas proporções: 0; 2,5; 5,0; 10; 20 e 40%.

Tabela 1. Parâmetros das mudas de café (*Coffea arabica* L., cultivar Arara) aos 98 dias após o transplântio para os tubetes contendo substrato vegetal misturado com subproduto da indústria cerâmica nas granulometrias de 0 a 2 mm (SIC 0 – 2) e de 1 a 2 mm (SIC 1 – 2) nas seguintes proporções com base volume: 0; 2,5; 5,0; 10; 20; e 40%

Parâmetros	Unidade	SIC 0 - 2	SIC 1 - 2	CV (%)	P
Altura	cm	17,2079 a	15,6629 b	9,93	0,0000
Incremento de altura	cm	12,0278 a	10,7130 b	13,68	0,0000
Número de nós	---	6,1759 a	6,1111 a	7,95	0,4920
Número de folhas cotiledonares	---	1,4028 a	0,9444 b	59,37	0,0009
Número de folhas	---	9,9491 a	9,3333 b	14,76	0,0268
Diâmetro do caule	mm	3,8542 a	3,0835 b	14,85	0,0000
Volume de raiz	cm ³	3,6609 a	3,1667 a	39,97	0,0628
Matéria fresca do caule	g	1,3150 a	1,1374 b	31,84	0,0201
Matéria fresca das folhas	g	4,5738 a	3,9274 b	33,35	0,0198
Matéria fresca de raiz	g	0,5280 a	0,5290 a	48,8	0,9843
Matéria seca de raiz	g	0,4077 a	0,3544 a	42,24	0,0882
Matéria seca de caule	g	0,3545 a	0,3039 b	33,07	0,0177
Matéria seca de folha	g	1,3249 a	1,0296 b	35,98	0,0005
Matéria seca raiz	%	19,1572 b	20,3946 a	12,17	0,0089
Matéria seca de caule	%	17,3439 b	18,3187 a	9,52	0,0036
Matéria seca de folha	%	63,4994 a	61,2870 b	3,58	0,0000
Umidade de raiz _(bs) *	%	28,0324 b	43,9620 a	42,3	0,0000
Umidade de caule _(bs) *	%	272,5994 a	279,0859 a	9,62	0,2070
Umidade de folha _(bs) *	%	250,0848 b	285,8096 a	8,71	0,0000

* Umidade de raiz, caule e folha na base seca_(bs) = (peso verde – peso seco) / peso seco. Teste F a 5% de significância.

No parâmetro altura, constatou-se que as plantas cultivadas no substrato contendo SIC nas granulometrias de 0 a 2 mm foram 1,5 cm maiores comparadas as plantas

cultivadas no substrato contendo SIC na granulometria de 1 a 2 mm. A mesma resposta também foi observada para o incremento de altura. As plantas cultivadas no substrato contendo SIC na granulometria de 0 a 2 mm tiveram 1,3 cm a mais de incremento na altura em relação as plantas cultivadas no substrato contendo SIC na granulometria de 1 a 2 mm. Embora os tratamentos tenham influenciado na altura e no incremento da altura, não foram constatadas diferenças no número de nós. Por outro lado, foram observados que as plantas cultivadas no substrato contendo SIC na granulometria de 0 a 2 mm permaneceram com maior número de folhas cotiledonares aderidas a planta (0,5 folhas a mais) e apresentaram maior número de folhas (0,6 folhas a mais).

Observa-se que as mudas do presente trabalho, cultivadas com substrato a base de casca de pinus, vermiculitas e contendo SIC nas granulometrias de 0 a 2 mm e de 1 a 2 mm, apresentaram, respectivamente, alturas de 17,2 e 15,7 cm, aos 98 dias após o transplante (Tabela 1). Embora as condições tenham sido distintas (temperatura, manejo, tratos culturais e outras), esses valores foram superiores, quando comparado a altura média de 12,34 cm de mudas de cafeeiro arábica, medida aos 180 dias após o transplante para saquinhos de polietileno com capacidade para 2 litros e adubados com 0,6 mg de P por dm^3 de solo (MONTEIRO et al., 2018). Valor de 18,62 cm de altura, também foi obtido em mudas de cafeeiro Catuaí Vermelho IAC 144, cultivado após 180 dias após sementeira em solo com aplicação de P a 1308 mg dm^{-3} e de N a 100 mg dm^{-3} (SANTINATO et al., 2014).

As plantas cultivadas no substrato contendo SIC na granulometria de 0 a 2 mm, comparadas aquelas cultivadas no substrato contendo SIC na granulometria de 1 a 2 mm, também foram superiores com relação ao diâmetro e peso do caule, das folhas e das matérias secas de caule e folha. Comportamento inverso foi observado para matéria seca de raiz, sem constatação de diferenças quanto ao volume e peso de raiz. Os volumes apresentados pelas raízes foram iguais a 3,66 e 3,17 cm^3 , respectivamente, para as mudas cultivadas em substrato contendo SIC na granulometria de 0 a 2 mm e 1 a 2 mm. Esses valores foram superiores quando comparados aos volumes de raízes de 2,21 e 1,28 cm^3 de cafeeiro cultivados, respectivamente, em substrato comercial e solo, para a cultivar Catuaí vermelho, linhagem IAC H2077-2-5-99, contendo de quatro a cinco pares de folhas (LANA et al., 2002).

O diâmetro de caule das mudas foi superior nas mudas cultivadas no substrato contendo SIC na granulometria de 0 a 2 mm (3,9 mm) comparado ao das mudas cultivadas no substrato contendo SIC na granulometria de 1 a 2 mm (3,1 mm), após 98 dias do

transplante (Figura 1). Valores iguais a 3,4 e 3,1 mm foram medidos em mudas de cafeeiro Catuaí vermelho, linhagem IAC H2077-2-5-99, contendo de quatro a cinco pares de folhas, cultivadas, respectivamente, em substrato comercial a base de casca de pinus e solo (LANA et al., 2002). Esses valores foram superiores ao diâmetro de caule das mudas de cafeeiro (2,83 mm), medido ao nível do solo após 180 dias do transplante e cultivo em saquinhos de polietileno com capacidade para 2 litros adubados com 0,6 mg de P por dm^3 de solo (MONTEIRO et al., 2018). Valor superior de diâmetro do caule (4,11 mm) foram obtidos em mudas de cafeeiro Catuaí Vermelho IAC 144, cultivado após 180 dias após semeadura em solo com aplicação de P a 1308 mg dm^{-3} e de N a 100 mg dm^{-3} (SANTINATO et al., 2014).

Quando se trabalhou com as porcentagens de raiz, caule e folha, constatou-se que as plantas cultivadas no substrato contendo SIC na granulometria de 0 a 2 mm apresentaram 19,2% de raiz, 17,3% de caule e 63,5% de folha e as cultivadas em substrato contendo SIC na granulometria de 1 a 2 mm apresentaram 20,4% de raiz, 18,3% de caule e 61,3% de folha. Verifica-se que as plantas cultivadas no substrato contendo SIC na granulometria de 0 a 2 mm apresentaram maior porcentagem de folha e as cultivadas em substrato contendo SIC na granulometria de 1 a 2 mm maiores porcentagens de raiz e caule. Segundo Matiello et al. (2020), na escolha da muda, uma característica adequada é o peso de raízes ser equivalente em torno de 25 – 30% em relação ao peso da parte aérea. Neste contexto, o SIC na granulometria de 1 a 2 mm apresentou maior porcentagem do peso de raiz comparado ao SIC de 0 a 2 mm. Embora tenham se detectado as diferenças, observa-se maior investimento da planta, mais de 60%, nas folhas, principal órgão de metabolismo.

Com relação aos valores de umidade na base seca de raiz, caule e folha, constataram-se que somente os valores de umidade das raízes e das folhas foram inferiores nas plantas cultivadas no substrato contendo SIC na granulometria de 0 a 2 mm em relação aquelas cultivadas no substrato contendo SIC na granulometria de 1 a 2 mm. Os valores de umidade dos caules não diferiram entre si.

Com base nos resultados apresentados, de maneira geral, constata-se que os substratos influenciaram mais expressivamente na parte aérea das mudas. As plantas cultivadas no substrato contendo SIC na granulometria de 0 a 2 mm foram superiores em relação aquelas cultivadas no substrato contendo SIC na granulometria de 1 a 2 mm.

Quando se analisa os parâmetros de crescimento, altura, número de folhas verdadeiras e cotiledonares, número de nós e diâmetro do caule das mudas após os 98

dias da repicagem, observa-se que não houve variação nas respostas de desenvolvimento em relação às proporções do SIC nas granulometrias de 0 a 2 mm e de 1 a 2 mm (0; 2,5; 5,0; 10; 20; e 40%) na composição do substrato (Figura 7).

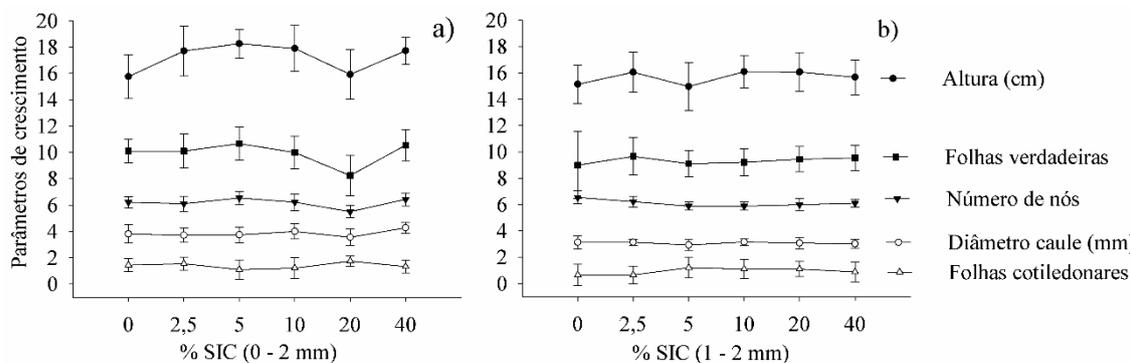


Figura 7. Parâmetros de crescimento das mudas de café (*Coffea arabica* L., cultivar Arara) cultivada em tubetes contendo substrato vegetal misturado com subproduto da indústria cerâmica nas granulometrias de 0 a 2 mm (SIC 0 - 2) e de 1 a 2 mm (SIC 1 - 2) nas proporções de 0; 2,5; 5,0; 10; 20; e 40%, com base volume, prontas para o transplântio no campo (98 dias após repicagem).

Constata-se que as ausências do efeito das proporções do SIC na composição dos substratos podem ter sido resultantes das boas práticas de manejo da adubação e da irrigação do viveirista. Em trabalho com solo, as alturas das plantas de mudas de cafeeiro Catuaí Vermelho IAC 144, cultivadas após 180 dias da semeadura, apresentaram comportamentos lineares em função da aplicação de doses crescentes de fósforo, com e sem aplicação de nitrogênio (SANTINATO et al., 2014). Esses mesmos autores também avaliaram os diâmetros do caule, os quais apresentaram, respectivamente, comportamento quadrático e linear em função da aplicação de doses crescentes de fósforo com e sem inclusão de nitrogênio na adubação.

O volume de raiz e os pesos da matéria fresca e seca de raiz, caule e folha das mudas, após os 98 dias da repicagem, não apresentaram variações em relação às proporções (0; 2,5; 5,0; 10; 20; e 40%) do SIC nas granulometrias de 0 a 2 mm e de 1 a 2 mm na composição do substrato (Figura 8). A produção de matéria seca de raiz e parte aérea de mudas de cafeeiro, cultivar Topázio MG 1190, apresentaram comportamento linear em função de doses crescentes de superfosfato simples aplicado no solo (COGO; SILVA; CAMPOS, 2012). Esses mesmos parâmetros também apresentaram comportamento linear em função da aplicação de doses crescentes de fósforo, com e sem

aplicação de nitrogênio, em mudas de cafeeiro Catuaí Vermelho IAC 144, cultivado após 180 dias da semeadura (SANTINATO et al., 2014).

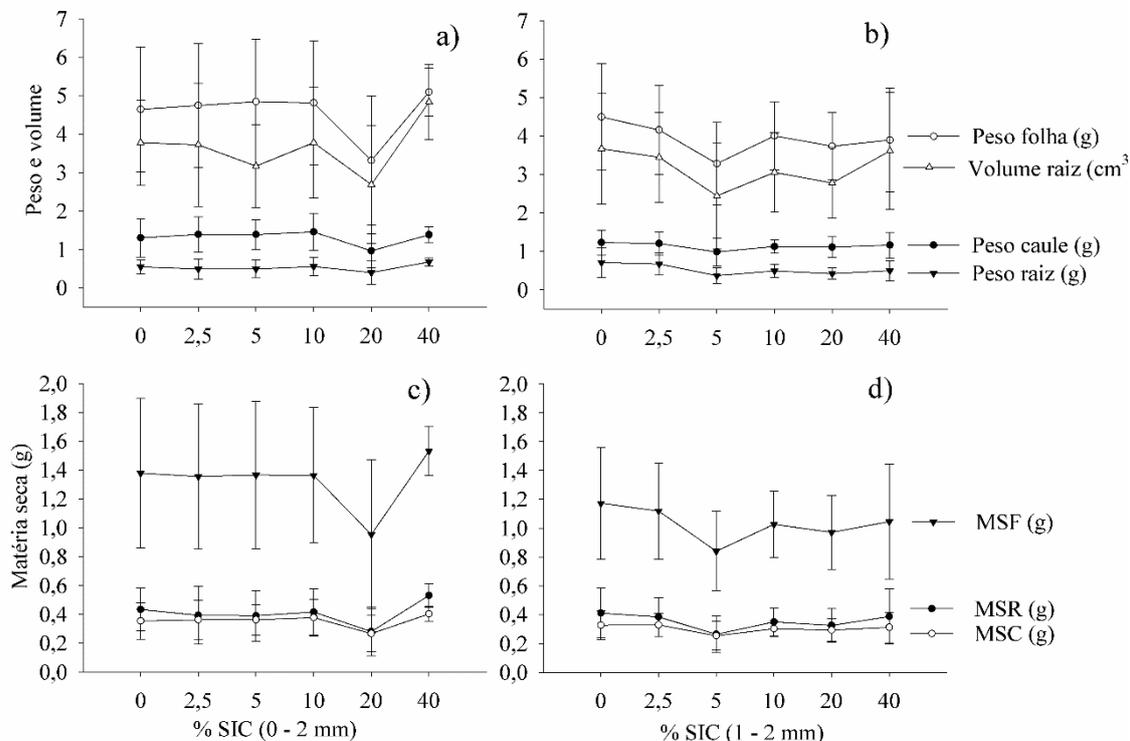


Figura 8. Volume de raiz, matéria fresca e seca de raiz, caule e folha das mudas de café, (*Coffea arabica* L., cultivar Arara) cultivada em tubetes contendo substrato vegetal misturado com subproduto da indústria cerâmica nas granulometrias de 0 a 2 mm (SIC 0 – 2) e de 1 a 2 mm (SIC 1 – 2) nas proporções de 0; 2,5; 5,0; 10; 20; e 40%, com base volume, prontas para o transplantio no campo (98 dias após repicagem).

6 CONCLUSÕES

As adições do SIC nas granulometrias de 0 a 2 mm e 1 a 2 nas proporções de 0; 2,5; 5,0; 10; 20; e 40% com base volume não influenciaram de forma negativa na qualidade das mudas do cafeeiro. De maneira geral observou-se que as mudas cultivadas com o substrato contendo SIC na granulometria de 0 a 2 mm foram superiores àquelas produzidas no substrato contendo SIC na granulometria de 1 a 2 mm e no substrato com ausência de SIC.

A destinação do SIC para compor o substrato na produção de mudas aparece como uma opção viável para destinação deste resíduo da indústria cerâmica já que o produto não promove nenhum distúrbio de desenvolvimento nas mudas de cafeeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. L. R.; NUNES, M. S.; GEDANKEN, V. Café: construção de viveiros e produção de mudas. 1ª ed. Brasília: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural - SENAR, 2017, 72 p. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/187-CAF%C3%89.pdf>. Acesso em 24 de março de 2024.

BERGO, C. L.; SÁ, C. P.; SALES, F. Produção de Mudanças de Cafeeiros por Sementes e Estacas. Circular Técnico 44. Rio Branco-AC: Embrapa Acre: 2002. 10 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/495911/producao-de-mudas-de-cafeeiros-por-sementes-e-estacas>. Acesso em 24 de março de 2024.

BRASIL. Lei Nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2003. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/LeiN10.711de5deagostode2003.pdf>. Acesso em 24 de março de 2024.

CARVALHO, C. H. S.; BARTELEGA, L.; SERA, G. H.; MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R.; SANTINATO, F.; HOTZ, A. L. Catálogo de cultivares de café arábica. Brasília, DF: Embrapa Café, 2022. 115 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/240064/1/v18-09-09-22-Embrapa-Cafe-Documents-16.pdf>. Acesso em 24 de março de 2024.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira de café. Safra, n.1, v. 11, 2024, Primeiro levantamento, Safra 2024. Brasília, 2024, p. 1-46. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe/boletim-da-safra-de-cafe/item/download/51476_9b6cef3bcc55e933bec85289ceb607ea. Acesso em 24 de março de 2024.

CORREA, A. C.; PAIXÃO, M. V. S.; CREMONINI, G. M.; FRANCISCO, I. B.; REIS, L. S. Resíduos de cerâmica como substrato alternativo para produção de mudas de mamoeiro cv. Golden. Revista Foco, v. 16, n. 2, e1209, p. 1-10, 2023. Disponível em:

<https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n2-225>. Acesso em 24 de março de 2024.

DIAS, R.; MELO, B.; RUFINO, M. A.; SILVEIRA, D. L.; MORAIS, T. P.; SANTANA, D. G. Fontes e proporção de material orgânico para a produção de mudas de cafeeiro em tubetes. *Ciência e Agrotecnologia*. v. 33, n. 3, p. 758-764, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000300014>. Acesso em 24 de março de 2024.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; DE MUNER, L. H.; LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C.; VENTURA, J. A.; MARTINS, D. S.; MAURI, A. L.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELI, F. *Café conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas*. 4. ed. revisada e ampliada. Vitória, ES: Incaper, 2012. 74 p. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/circular tecnica-cafeconilon.pdf. Acesso em 24 de março de 2024.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>. Acesso em 24 de março de 2024.

FERREIRA, W. P. M.; PEDROSA, A. W.; RIBEIRO, M. F.; RUFINO, J. L. S.; DONZELES, S. M. L. SILVA, J. S.; SOARES, S. F.; OLIVEIRA, A. C. B. *Sistema de produção: Boas práticas agrícolas aplicadas à lavoura cafeeira para o estado de Minas Gerais*. Brasília, DF: Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Café. 2022. 139 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/254136/1/Sistemas-de-Producao-1-Cafe.pdf>. Acesso em 24 de março de 2024.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. *Plano de Ação para Adequação Ambiental e Energética das Indústrias de Cerâmica Vermelha no Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte, MG: Fundação Estadual do Meio Ambiente da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2012. 142p. Disponível em:

<http://www.feam.br/images/stories/producao_sustentavel/plano_acao_ceramica_vermelha.pdf>. Acesso em: 02 maio de 2023.

GODOY, L. J. G.; SANTOS, T. S.; VILLAS BÔAS, R. L.; LEITE JÚNIOR, J. B. Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo: Viçosa*, v. 32, n. 1, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000100021>. Acesso em 24 de março de 2024.

GOGO, F. D.; SILVA, E. A.; CAMPOS, K. A. Formação de mudas de cafeeiro sob doses crescentes de fósforo. *Enciclopédia Biosfera - Centro Científico Conhecer: Goiânia*, v.8, n.14, p. 599-605, 2012. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/agrarias/formacao.pdf>. Acesso em 24 de março de 2024.

GUERREIRO FILHO, O.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, G. R.; SILVAROLLA, M. B.; BOTELHO, C. E.; FAZUOLI, L. C. Origem e classificação botânica do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S (Ed.). *Cultivares de café*. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2007. 247 p. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/Livro_Cultivares.pdf. Acesso em 03 de abril de 2024.

INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA – IMA. Normas e padrões para a produção de sementes básicas e fiscalizadas e de mudas fiscalizadas de café. PORTARIA Nº 388, de 22 de maio de 2000. Belo Horizonte – Minas Gerais, 2000, 6 p. Disponível em: <https://www.ima.mg.gov.br/files/1822/Ano-2000/18893/Portaria-n%C2%BA-388,-de-22-de-maio-de-2000.pdf>. Acesso em 03 de abril de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário, Florestal e Aquícola 2017. Brasília, DF: IBGE, 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=31&tema=78406 . Acesso em: 23 de março de 2024.

JORGE, M. H. A.; MELO, R. A. C.; RESENDE, F. V.; COSTA, E.; SILVA, J.; GUEDES, I. M. R. Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –

EMBRAPA Hortaliças, 2020. 30 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/216955/1/DOC-180-18-set-2020.pdf>. Acesso em 03 de abril de 2024.

KROHLING, C. A.; FAVARATO, L. F.; VERDIN FILHO, A. C.; ALIXANDRE, F. T.; SOUZA, M. F.; GUARÇONI, R. C.; COSTA, H.; FORNAZIER, M. J. Café Arábica - Produção de Mudas por Sementes. Documento 307. Vitória, ES: Incaper, 2023. 30 p. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/4438/1/Doc307-cafe-arabica-producao-de-mudas-por-semente-Incaper.pdf>. Acesso em 03 de abril de 2024.

LANA, R. M. Q.; SANTOS, C. M.; SANTOS, V. L. M.; BARBIZAN, E. L.; MENDES, A. F. Utilização de diferentes substratos e fertilizantes de liberação lenta na produção de mudas do cafeeiro em saquinhos. Revista Ceres: Universidade Federal de Viçosa, v. 49, n. 286, p. 577-586, 2002. Disponível em: <https://ojs.ceres.ufv.br/ceres/article/view/2835/697>. Acesso em 03 de abril de 2024.

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, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000100007>. Acesso em 03 de abril de 2024.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. Diagnóstico da cafeicultura. Cultura de Café no Brasil: Manual de Recomendações. Ed. 2020. São Paulo: Fundação Procafé, 2020. 716 p.

MATIELLO, J. B. Critérios para a escolha da cultivar de café. In: CARVALHO, C. H. S (Ed.). Cultivares de café. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2007. 247 p. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/Livro_Cultivares.pdf. Acesso em 04 de abril de 2024.

MESQUITA, C. M.; MELO, E. M.; REZENDE, J. E.; CARVALHO, J. S.; FABRI JÚNIOR, M. A.; MORAES, N. C.; DIAS, P. T.; CARVALHO, R. M.; ARAUJO, W. G.

Manual do café: implantação de cafezais *Coffea arabica* L. Belo Horizonte: Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais - EMATER-MG, 2016. 50 p. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/livro_implantacao_cafezais.pdf. Acesso em 05 de abril de 2024.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA – MAPA. Lista com Registros Concedidos até 02/06/2024 do Serviço de Registro Nacional de Cultivares – SRNC. Coordenação-Geral de Sementes e Mudas – CGSM. Departamento de Sanidade Vegetal e Insumos Agrícolas – DSV. Secretaria de Defesa Agropecuária – SDA. Brasília – DF, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/registro-nacional-de-cultivares/cultivares-ou-especies-registradas/2024_06_02_PLAN_CultivaresEspeciesRegistradas.xlsx. Acesso em 01 de abril de 2024.

MONTEIRO, R. S.; OLIVEIRA, V. E. A.; MALTA, A. O.; PEREIRA, W. E.; SILVA, J. A.; MALTA, A. O. Produção de mudas de cafeeiro em função da época e da adubação fosfatada. *Revista PesquisAgro: Confresa-MT*, v. 1, n. 1, p. 28-38, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.33912/pagro.v1i1.213>. Acesso em 15 de abril de 2024.

PEREIRA, I. S.; LIMA, K. C. C.; MELO JUNIOR, H. B. Substratos orgânicos na produção de mudas de cafeeiro em tubetes. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 4, n. 2, p. 17–26, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.32404/rean.v4i2.1254>. Acesso em 03 de maio de 2024.

RODRIGUES JUNIOR, F. A.; VIEIRA, L. B.; QUEIROZ, D. M.; SANTOS, N. T. Geração de zonas de manejo para cafeicultura empregando-se sensor SPAD e análise foliar. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental: Campina Grande*, v.15, n.8, p.778–787, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000800003>. Acesso em 03 de abril de 2024.

RODRIGUES DOS REIS, A.; FURLANI JUNIOR, E.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M. Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil

de clorofila. *Bragantia*: Campinas, v.65, n.1, p.163-171, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052006000100021>. Acesso em 03 de junho de 2024.

ROSA, S. D. V. F.; MELO, L. Q.; VEIGA, A. D.; OLIVEIRA, S.; SOUZA, C. A. S.; AGUIAR, V. A. Formação de mudas de *Coffea arabica* L. cv Rubi utilizando sementes ou frutos em diferentes estádios de desenvolvimento. *Ciência e Agrotecnologia*: Lavras, v. 31, n. 2, p. 349-356, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000200013>. Acesso em 09 de abril de 2024.

SANTINATO, F.; CAIONE, G.; TAVARES, T. O.; PRADO, R. M. Doses of phosphorus associated with nitrogen on development of coffee seedlings. *Coffee Science*: Universidade Federal de Lavras, v. 9, n. 3, p. 419-426, 2018. Disponível em: https://coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/689/pdf_108. Acesso em 11 de abril de 2024.

SOUZA, F. F.; SANTOS, J. C. F.; COSTA, J. N. M.; SANTOS, M. M. Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia. Documento 93. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 21 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54346/1/Doc93-cafe.pdf>. Acesso em 25 de abril de 2024.

SOUZA, M. N.; KAULZ, M.; ALMEIDA, M. R. Manual do viveiricultor: produção de mudas de Café. Caonas, RS: Mérida Publishers, 2022, 86 p. Disponível em: <https://www.meridapublishers.com/mmc/mmc.pdf>. Acesso em 10 de maio de 2024.

UNITED STATES (USDA). Coffee: World Markets and Trade. Global Market Analysis. Department of Agriculture Foreign Agricultural Service. USDA, 2023, p. 1-9. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/coffee.pdf>. Acesso em 23 de março de 2024.

VALLONEI, H. S.; GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S.; DIAS, F. P.; CARVALHO, A. M. Recipientes e substratos na produção de mudas e no desenvolvimento inicial de cafeeiros após o plantio. *Ciência e Agrotecnologia*. v. 33, n. 5, p. 55-60, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000500019>.

Acesso em 03 de abril de 2024.

VALLONEI, H. S.; GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S.; CUNHA, R. L.; DIAS, F. P. Diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de cafeeiros. *Ciência e Agrotecnologia*. v. 34, n. 1, p. 55-60, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000100006>. Acesso em 03 de abril de 2024.