

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

HELLYSA GABRYELLA RUBIN FELBERG

**DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CAFEEIRO
CONILON EM DIFERENTES RECIPIENTES E
SUBSTRATOS**

**São Mateus
Novembro de 2021**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA TROPICAL**

**DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CAFEEIRO
CONILON EM DIFERENTES RECIPIENTES E
SUBSTRATOS**

HELLYSA GABRYELLA RUBIN FELBERG

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, para a obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Ivoney Gontijo

**São Mateus
Novembro de 2021**

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

F288d Felberg, Hellysa Gabryella Rubin, 1997-
Desenvolvimento de mudas de cafeeiro conilon em diferentes
recipientes e substratos / Hellysa Gabryella Rubin Felberg. -
2021.
66 f. : il.

Orientador: Ivoney Gontijo.
Coorientador: Fábio Luiz Partelli.
Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) -
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário
Norte do Espírito Santo.

1. Café. 2. Cafeeiro. 3. Mudas. 4. Plantas - Meios de cultivo.
I. Gontijo, Ivoney. II. Partelli, Fábio Luiz. III. Universidade
Federal do Espírito Santo. Centro Universitário Norte do
Espírito Santo. IV. Título.

CDU: 63

HELLYSA GABRYELLA RUBIN FELBERG

**DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CAFEIRO CONILON EM
DIFERENTES RECIPIENTES E SUBSTRATOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

Aprovada em 26 de novembro de 2021.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Ivoney Gontijo
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Prof. Dr. Fábio Luiz Partelli
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. Joabe Martins de Souza
Conselho Nacional de
Desenvolvimento Científico e
Tecnológico



Documento assinado digitalmente
JOABE MARTINS DE SOUZA
Data: 06/05/2022 08:51:47-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

PROTOCOLO DE ASSINATURA



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por
IVONEY GONTIJO - SIAPE 1441887
Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas - DCAB/CEUNES
Em 29/04/2022 às 14:56

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/459804?tipoArquivo=O>



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

PROTOCOLO DE ASSINATURA



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por
FABIO LUIZ PARTELLI - SIAPE 1643050
Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas - DCAB/CEUNES
Em 30/04/2022 às 21:47

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link:
<https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/460353?tipoArquivo=O>

“Amor a Terra
Ser um com ela
Em atos de inteligência
Cuidar de Nós
Em atos de gratidão
Zelar pela vida
Ser por merecer
A dádiva
Pelo perfeito criador
A nós concedida!”

VALDIRENE DE CARVALHO RUBIN, 2019

AGRADECIMENTOS

Primordialmente ao Deus de minha vida, autor do meu destino e criador da Terra e tudo o que nela há.

Em especial à minha mãe, Valdirene de Carvalho Rubin, por ser minha maior inspiração, por todo seu amor, oração, garra e dedicação destinada a mim; ao meu pai, Ronaldo Luís Felberg e ao meu irmão, Luís Gustavo Rubin Felberg, pelo apoio e, sobretudo, pela importante participação em cada uma das fases da minha vida;

Ao meu noivo, Ezequiel Silva Almeida, que participou desta trajetória, me dando força em dias difíceis, afeto nos dias de calma e, sobretudo, sendo paciente comigo.

Aos familiares; que mesmo impossibilitados de se fazerem presentes fisicamente, estiveram, direta ou indiretamente, em contínuo apoio.

Aos professores, desde alfabetização ao ensino superior, que aceitaram a missão de educar e, com zelo, compartilharam de seus conhecimentos e, assim, agregaram positivamente à minha formação intelectual e também pessoal;

A todo corpo docente, direção e administração da UFES/CEUNES, pela chance e ferramentas que me permitiram chegar hoje ao final deste ciclo de maneira satisfatória, em especial à meu orientador, Ivoney Gontijo, pelo suporte e incentivo no tempo que lhe coube.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo apoio através da concessão de bolsa de estudo concedida.

Ao proprietário Fábio Marinato e a gerente Terezinha Meloti do Viveiro Marinato, pelo apoio e suporte de campo para a realização do experimento.

A todos, minha imensa Gratidão!

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
CAPÍTULO 1.....	1
1.1. INTRODUÇÃO	4
1.2. MATERIAL E MÉTODOS	6
1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
1.3.1. Número de folhas (NF)	10
1.3.2. Clorofila total (CT)	11
1.3.3. Área foliar (AF)	12
1.3.4. Massa fresca (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA)	14
1.3.5. Massa fresca das raízes (MFR) e massa seca das raízes (MSR).....	15
1.3.6. Relação entre a massa seca parte aérea e das raízes (RPAR)	17
1.3.7. Altura da planta (AP)	18
1.3.8. Diâmetro do caule (DC)	21
1.3.9. Relação altura da planta e diâmetro do caule (RAD)	23
1.3.10. Índice de Qualidade de Dickson (IQD)	24
1.4. CONCLUSÕES	26
1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
CAPÍTULO 2.....	31
2.1. INTRODUÇÃO	34
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	35
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
2.3.1. Macronutrientes.....	38
2.3.2. Micronutrientes.....	43
2.4. CONCLUSÕES	48
2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXOS.....	52

RESUMO

FELBERG, Hellysa Gabryella Rubin; M.Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; novembro de 2021; **Desenvolvimento de mudas de cafeeiro Conilon em diferentes recipientes e substratos**; Orientador: Ivoney Gontijo; Coorientador: Fábio Luiz Partelli.

O café Conilon é a espécie cafeeira mais plantada no Espírito Santo, ocupando participação de destaque para exportação e consumo interno, além de contribuir para geração de empregos e rentabilidade no campo. Considerando-se a importância das mudas na formação de lavoura cafeeira, visto que substratos de qualidade associado a menores volumes de recipientes na produção de mudas do cafeeiro Conilon podem influenciar no custo e na determinação do potencial genético produtivo, objetivou-se avaliar o crescimento e desenvolvimento vegetativo inicial de mudas de cafeeiro e os teores nutricionais foliares da variedade clonal Vitória Incaper '6V', produzidos sob diferentes recipientes e substratos. O experimento foi conduzido em viveiro comercial, situado em Jaguaré, em blocos casualizados, dispostos em esquema fatorial 4x3, com quatro repetições, totalizando 48 parcelas, com 13 plantas por parcela. Foram quatro modelos de recipientes: tubete fundo cônico (280mL), fundo invertido (280mL), fundo plano (280mL) e sacola de polietileno (20cmx11cm) e, três substratos: Vida Verde[®], Basaplant[®] e Biomix[®]. Foram realizadas avaliações semanais de altura da planta (ALT) e diâmetro do caule (DIAM) e, na fase final da muda, avaliou-se o desenvolvimento com variáveis biométricas: número de folhas (NF), clorofila total (CT), área foliar (AF), massa fresca da parte aérea (MFPA) e das raízes (MFRA), massa seca da parte aérea (MSR) e das raízes (MSR), relação da altura com diâmetro (RAD), relação de massa seca da parte aérea e das raízes (RPAR) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Para diagnose do estado nutricional das mudas, foi realizada a análise foliar, em laboratório agrônomo, com todas as folhas obtidas das 13 unidades amostrais de cada parcela no final do experimento. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). No que tange às características área foliar, massa fresca e seca da parte aérea, afirma-se que estas são dependentes do recipiente e substrato, adverso ocorre para os valores de diâmetro, clorofila total e a relação de parte aérea com a raiz os quais não são influenciados por tais fatores. Os recipientes utilizados influenciam significativamente as características altura e número de folhas, destacando-se a sacola de polietileno com desenvolvimento superior aos tubetes, mas não diferindo estatisticamente do tubete plano e cônico, respectivamente. Em todas características

influenciadas significativamente pelos substratos, Biomix[®] sobressaiu suas médias. As mudas obtiveram IQD médio de 0,58 e estão todas aptas para posterior desenvolvimento em campo. Recomenda-se para produção de mudas de café Conilon clone '6V' sacolas de polietileno com o substrato Biomix[®], uma vez que apresentaram melhor padrão de desenvolvimento biométrico. E pela concentração foliar de nutrientes, recomendaria a utilização de tubetes associados ao substrato Vida Verde[®] ou Basaplant[®].

Palavras-chave: *Coffea canephora*; Vitória Conilon; desenvolvimento inicial; características morfológicas, nutrição foliar.

ABSTRACT

FELBERG, Hellysa Gabryella Rubin; M.Sc.; Federal University of Espírito Santo; november 2021; **Development of Conilon coffee seedlings in different containers and substrates**; Advisor: Ivoney Gontijo; Co-advisor: Fábio Luiz Partelli.

Conilon coffee is the most planted coffee species in Espírito Santo, occupying a prominent share for exports and domestic consumption, in addition to contributing to the generation of jobs and profitability in the field. Considering the importance of seedlings in the formation of coffee crops, since quality substrates associated with smaller volumes of containers in the production of Conilon coffee seedlings can influence the cost and the determination of the productive genetic potential, the objective was to evaluate the growth and initial vegetative development of coffee seedlings and foliar nutritional contents of the clonal variety Vitória Incaper '6V', produced under different containers and substrates. The experiment was carried out in a commercial nursery, located in Jaguaré, in randomized blocks, arranged in a 4x3 factorial scheme, with four replications, totaling 48 plots, with 13 plants per plot. There were four models of containers: conical bottom tube (280mL), inverted bottom (280mL), flat bottom (280mL) and polyethylene bag (20cmx11cm) and three substrates: Vida Verde®, Basaplant® and Biomix®. Weekly evaluations of plant height (ALT) and stem diameter (DIAM) were carried out and, in the final stage of seedling, development was evaluated with biometric variables: number of leaves (NF), total chlorophyll (TC), leaf area (AF), shoot fresh mass (MFPA) and roots (MFRA), shoot dry mass (MSR) and roots (MSR), height to diameter ratio (RAD), shoot dry mass ratio and roots (RPAR) and Dickson's quality index (IQD). To diagnose the nutritional status of the seedlings, leaf analysis was carried out in an agronomic laboratory, with all leaves obtained from the 13 sampling units of each plot at the end of the experiment. Data were submitted to analysis of variance using Tukey's test ($p < 0.05$). Regarding the characteristics of leaf area, fresh and dry mass of the shoot, it is stated that these are dependent on the container and substrate, adverse occurs for the values of diameter, total chlorophyll and the relationship between shoot and root, which are not influenced by such factors. The containers used significantly influence the characteristics of height and number of sheets, highlighting the polyethylene bag with a higher development than the tubes, but not statistically differing from the flat and conical tubes, respectively. In all characteristics significantly influenced by the substrates, Biomix® outperformed its averages. The

seedlings obtained an average IQD of 0.58 and are all suitable for further development in the field. Polyethylene bags with the Biomix® substrate are recommended for the production of Conilon clone '6V' coffee seedlings, since they showed a better pattern of biometric development. And due to the foliar concentration of nutrients, I would recommend the use of tubes associated with the substrate Vida Verde® or Basaplant®.

Keywords: *Coffea canephora*; Victory Conilon; early development; morphological features, leaf nutrition.

CAPÍTULO 1

RESUMO

FELBERG, Hellysa Gabryella Rubin; M.Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; novembro de 2021; **Desenvolvimento de mudas de cafeeiro Conilon em diferentes recipientes e substratos**; Orientador: Ivoney Gontijo; Coorientador: Fábio Luiz Partelli.

O Espírito Santo é o maior produtor de café conilon do Brasil. Considerando a importância da produção de mudas saudáveis e bem desenvolvidas quando conduzida com substratos de qualidade associado a menores volumes de recipientes tem-se uma atividade mais sustentável, com maior produtividade e com menor custo. Objetivou-se avaliar o crescimento e desenvolvimento vegetativo inicial de mudas de cafeeiro, variedade clonal Vitória Incaper '6V', produzida sob diferentes recipientes e substratos. O experimento foi conduzido em viveiro comercial, situado em Jaguaré, em blocos casualizados, dispostos em esquema fatorial 4x3, com quatro repetições, totalizando 48 parcelas, com 13 plantas por parcela. Foram quatro modelos de recipientes: tubete fundo cônico (280mL), fundo invertido (280mL), fundo plano (280mL) e sacola de polietileno (20cmx11cm) e, três substratos: Vida Verde®, Basaplant® e Biomix®. Foram realizadas avaliações semanais de altura da planta e diâmetro do caule e, na fase final da muda, avaliou-se o desenvolvimento com variáveis biométricas. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As mudas obtiveram IQD médio de 0,58 e estão todas aptas para posterior desenvolvimento em campo, estacando as mudas produzidas com substrato Biomix® e Basaplant®. Ademais, não se recomenda o uso do tubete invertido e substrato Vida Verde® na condução de mudas de cafeeiro Conilon clone '6V'. Recomenda-se para produção de mudas de café Conilon clone '6V' sacolas de polietileno com o substrato Biomix®, uma vez que apresentaram melhor padrão de desenvolvimento.

Palavras-chave: *Coffea canephora*; Vitória Conilon; desenvolvimento inicial; características morfológicas.

ABSTRACT

FELBERG, Hellysa Gabryella Rubin; M.Sc.; Federal University of Espírito Santo; november 2021; **Development of Conilon coffee seedlings in different containers and substrates**; Advisor: Ivoney Gontijo; Co-advisor: Fábio Luiz Partelli.

Espírito Santo is the largest producer of conilon coffee in Brazil. Considering the importance of producing healthy and well-developed seedlings when conducted with quality substrates associated with smaller volumes of containers, there is a more sustainable activity, with higher productivity and lower cost. The objective was to evaluate the initial vegetative growth and development of coffee seedlings, clonal variety Vitória Incaper '6V', produced under different containers and substrates. The experiment was carried out in a commercial nursery, located in Jaguaré, in randomized blocks, arranged in a 4x3 factorial scheme, with four replications, totaling 48 plots, with 13 plants per plot. There were four models of containers: conical bottom tube (280mL), inverted bottom (280mL), flat bottom (280mL) and polyethylene bag (20cmx11cm) and three substrates: Vida Verde®, Basaplant® and Biomix®. Weekly evaluations of plant height and stem diameter were carried out and, in the final stage of the seedling, the development was evaluated with biometric variables. Data were submitted to analysis of variance using Tukey's test ($p < 0.05$). The seedlings obtained an average IQD of 0.58 and are all suitable for further development in the field, staking the seedlings produced with Biomix® and Basaplant® substrate. Furthermore, it is not recommended to use inverted tubes and Vida Verde® substrate in the management of Conilon clone '6V' coffee seedlings. Polyethylene bags with the Biomix® substrate are recommended for the production of Conilon clone '6V' coffee seedlings, since they showed a better pattern of development.

Keywords: *Coffea canephora*; Victory Conilon; early development; morphological features.

1.1. INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma atividade expressiva na agricultura brasileira, ocupando participação de destaque dentre produtos de exportação, seguido do consumo interno, além de contribuir para geração de empregos e rentabilidade no campo.

O café Conilon (*Coffea canephora* Pierre) ou robusta, como é genericamente conhecido, é a espécie de café mais plantado no Espírito Santo, cultivado, atualmente, em cerca de 40 mil propriedades, sendo principal fonte de renda naquelas localizadas em ambientes de temperatura média mais elevada. O Estado é o maior produtor de Conilon do Brasil, responsável por aproximadamente 67% da produção nacional (CONAB, 2021).

Considerando que o café Conilon é uma cultura perene, o estabelecimento da lavoura cafeeira está muito relacionado à utilização de mudas sadias e provenientes de matrizes produtivas (FERRÃO et al., 2012). As mudas podem ser definidas de alta qualidade quando são produzidas a baixo custo, se adequam aos atuais sistemas de plantios, além de desenvolverem bem no campo pós plantio, resultando um aumento na produtividade médias dos cafezais (VALLONE et al., 2009). Assim, a qualidade das mudas é um fator decisivo para o bom desenvolvimento inicial do cafeeiro e vários fatores podem influenciar nessa questão, em destaque para o tipo de recipiente e o substrato utilizado.

Entre os recipientes que são comumente utilizados na produção comercial de mudas de café, destacam-se os tubetes e as sacolas de polietileno. As tradicionais sacolas de polietileno com dimensões variando de 10 a 11 cm de largura e 20 a 22 cm de altura (BERGO; SÁ; SALES, 2002), apresentam menor custo, mas reduzem o rendimento do plantio no campo por levarem mais peso; a raiz pivotante é pouco desenvolvida ou ausente devido ao corte do fundo da sacola no momento de plantio, além de ser mais fácil a disseminação de pragas e doenças para o campo, em especial o desenvolvimento de nematóides (ESPINDULA & PARTELLI, 2011).

Quanto ao outro tipo de recipiente usado por viveiristas, o tubete, este é fabricado a partir de polipropileno, que é um plástico rígido, apresentando variação em dimensões e modelos (SENAR, 2017). Atualmente, a utilização deste tem sido adotada por viveiristas, pois esses recipientes ocupam menor área útil no viveiro, podem ser reutilizados, reduzem o controle fitossanitário, apresentam maior

facilidade para o transporte e utilizam menor quantidade de substrato quando utilizado apropriadamente, fazendo com que na ocasião do plantio não ocorra destorroamento, pois o substrato apropriado permite que as raízes saiam bem aderidas ao torrão devido à coesão e aderência (FAVARIN et al., 2008; DIAS & MELO, 2009).

Estudos demonstram que a produção de mudas em tubetes representa uma boa opção para se formar mudas de cafeeiro, tendo apresentado resultados promissores (MELO, 2001; VALLONE, 2006). De acordo com Vallone et al. (2009), a produção de mudas de cafeeiros em tubetes surge a partir da busca de inovações técnicas que visam à melhoria do sistema de produção, com melhor qualidade da muda e redução nos custos.

Apesar do conhecimento sobre a composição do substrato para a boa formação das mudas, é comum encontrar situações em que tais aspectos não são observados com o merecido cuidado, comprometendo, assim, o vigor de mudas de cafeeiro. De acordo com Lemos et al. (2015) um substrato considerado ideal tem de satisfazer as exigências físicas, químicas e deve conter elementos essenciais o suficiente para o crescimento e desenvolvimento vegetativo das plantas.

É fundamental a escolha adequada do substrato, visto que ele afeta a capacidade de retenção e translocação da água e solo, aumenta a capacidade de troca catiônica, além de auxiliar no arejamento e fornecimento lento e gradual dos nutrientes às plantas (DELARMELENA et al., 2013; PEREIRA et al, 2017). Guimarães et al. (1998) relatam que o substrato também é o responsável por aproximadamente 38% do custo de produção das mudas. Torna-se, portanto, necessária a utilização de substratos que não somente atenda a demanda nutricional pela planta, fator imprescindível para a implantação de uma lavoura produtiva, como também apresente maior viabilidade econômica para o viveirista.

Tem-se, portanto, como hipótese para o presente estudo que diferentes tipos de recipientes e substratos influenciam o desenvolvimento de mudas de cafeeiro, proporcionando posteriormente diferentes condições de adaptabilidade ao campo. Desse modo, objetivou-se avaliar o crescimento e desenvolvimento vegetativo inicial de mudas de cafeeiro variedade clonal '6V', produzidos sob diferentes tipos de recipientes e substratos comerciais..

1.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Viveiro de Mudanças Marinato, localizado no município de Jaguaré – Espírito Santo, delimitado pelas coordenadas geográficas 18°54'21" de Latitude Sul e 40°04'58" de Longitude Oeste, altitude de 78m. Segundo a classificação climática de Koppen, essa região é do tipo Aw, clima tropical úmido com inverno seco, a temperatura média anual de 23,3°C e precipitação média anual de 1.250mm (ALVARES et al., 2013).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC) onde os níveis foram arranjados em esquema fatorial (4x3) com quatro repetições, totalizando 12 tratamentos e 48 parcelas. Cada parcela foi constituída por 13 unidades amostrais, baseado-se em estudo realizado por Santos (2020) esse tamanho de parcela está acima do mínimo proposto em seu trabalho para instalação de experimentos com mudas de cafeeiro conilon. Os tratamentos foram compostos por quatro modelos de recipientes representados na FIGURA 1, consistindo os tubetes cilíndricos de polipropileno atóxico, pretos, todos com capacidade volumétrica de 280 mL e três formatos distintos: tubete fundo cônico (TC) cortado na extremidade com perfuração única no fundo; tubete fundo invertido (TI) com fundo côncavo e perfurações nas extremidades do fundo e no centro da concavidade; tubete fundo plano (TP) apresentando fundo plano perfurado, com perfurações laterais na porção final do cilindro; e, sacolas de polietileno (SA) de 20 cm de altura x 11 cm de largura tradicionalmente empregados para formação de mudas de café. Utilizou-se três substratos comerciais: Vida Verde®, Basaplant® e Biomix® (FIGURA 2).

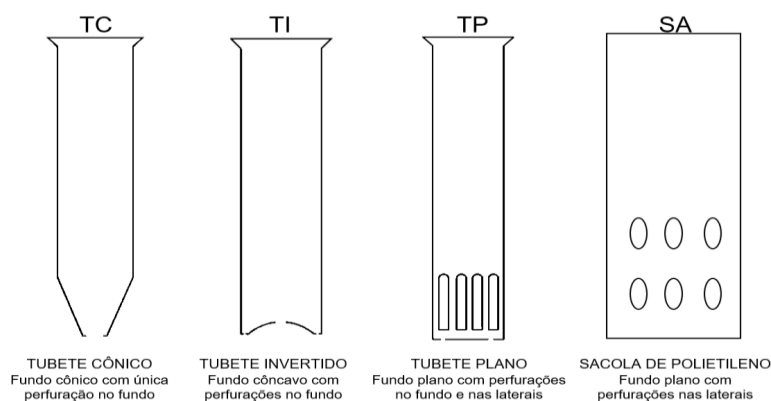


FIGURA 1. Representação lateral mostrando os formatos e a localização das perfurações dos recipientes.

Fonte: autor próprio (2021).



FIGURA 2. Representação dos substratos comerciais utilizados no experimento.
Fonte: autor próprio (2021).

A espécie vegetal utilizada foi a *Coffea canephora*, cultivar clonal 'Vitória Incaper 8142' variedade clonal 'V6', obtida de jardim clonal conduzido exclusivamente com a finalidade de produção e repasse de estacas para propagação assexuada da espécie. As hastes utilizadas para a produção das mudas clonais são as ortotrópicas ainda jovens. Estas hastes são banhadas por cinco segundos em solução que contém Brisa® WG, que é um fungicida sistêmico e protetor indicado para controle de doenças na cultura do café.

Os substratos comerciais utilizados, a cada 60 litros, foram acrescidos de doses de 300 g de superfosfato simples (18 % de P_2O_5), 180 g calcário (33% de CaO e 12 % de MgO) e 60 g Endurene (30% de N), ou seja, em proporção 5:3:1 respectivamente, posteriormente o material foi homogeneizado com o auxílio de uma enxada e em seguida adicionado aos recipientes, podendo ser observado seus atributos químicos na Tabela 1. Todos os demais tratamentos culturais foram realizados pelo viveiro de acordo com a sua prática de produção de mudas de forma padrão a todos tratamentos.

TABELA 1. Resultados obtidos na caracterização físico-química dos substratos comerciais utilizados no experimento.

Substrato	pH	C/N	UR	MO	-----%-----							-----mg.kg ⁻¹ -----			
					N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
VIDA VERDE®	5,40	33/1	30,24	62,39	0,99	1,42	0,90	2,51	1,44	0,65	0,76	141,6	13,0	296,7	18,4
BASAPLANT®	5,40	39/1	43,77	58,05	0,78	0,89	0,56	1,52	0,29	0,60	0,40	139,1	16,0	100,2	24,5
BIOMIX®	5,50	35/1	37,65	71,75	1,08	1,64	2,17	2,83	0,59	0,90	0,96	310,4	27,5	575,9	24,5

Fonte: Fullin.

Os recipientes foram mantidos em viveiro protegido da incidência de raios diretos do sol e do vento, sendo os tubetes acondicionados em bandejas tipo caixa de 54 células, contendo três parcelas por bandeja para manter a organização do

experimento, e as sacolas acondicionadas ao lado das bandejas no canteiro de areia seguindo a ordem de sorteio dos tratamentos (FIGURA 3).

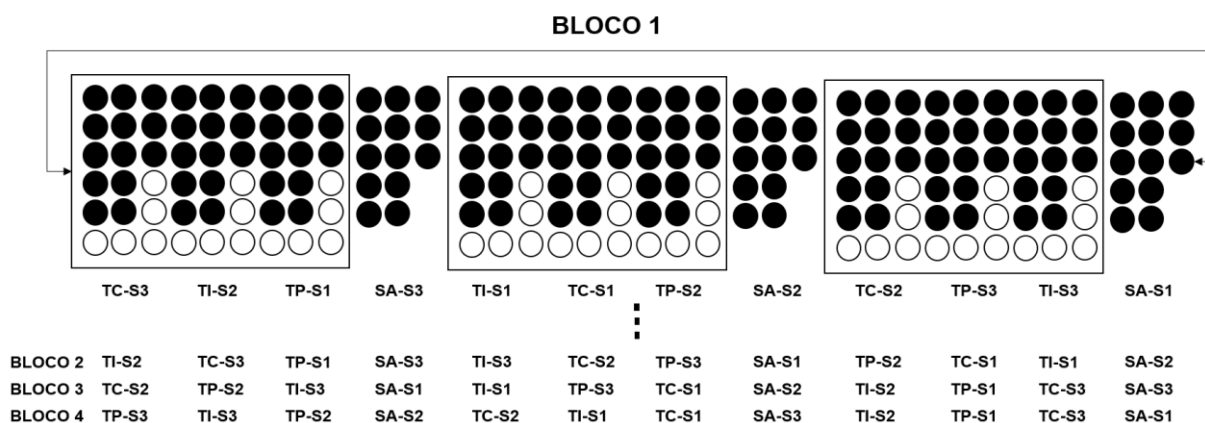


FIGURA 3. Diagrama esquemático da área experimental.

TI: tubete invertido; TP: tubete plano; TC: tubete cônico; SA: sacola de polietileno; S1: Vida Verde®; S2: Basaplant®; S3: Biomix®.

Fonte: autor próprio (2021).

A irrigação foi realizada diariamente após a impantação dos clones ocorrida no dia 09 de dezembro de 2020, e em quantidade suficiente para permitir o bom desenvolvimento das mudas, comumente utilizada uma lâmina de irrigação fixa de 15mm^{-1} (estação verão) por dia, sendo distribuídas sobre os canteiros em 30 segundos de molhamento com pausa de 2 minutos por microaspersor tipo bailarinas.

Para o encerramento do experimento, aderiu-se ao padrão do viveiro quando pelo menos 80% das plantas alcançaram o estágio mínimo de comercialização, isto é, quando apresentaram o terceiro par de folhas definitivas (GUIMARÃES & MENDES, 1998), aproximadamente quatro meses, no qual vão para o período de aclimação que consiste em retirar gradativamente a cobertura do viveiro para preparar as mudas para as condições de campo.

Para avaliar o desenvolvimento das mudas, foram utilizadas as variáveis biométricas descritas a seguir:

- Altura da parte aérea (AP) – expresso em centímetro (cm), medida do colo das plantas até a gema apical com auxílio de uma régua milimetrada.
- Diâmetro do caule (DC) – expresso em milímetros (mm), medida na região do colo da planta com um paquímetro digital.
- Índice de clorofila total (CT) – medido eletronicamente por aparelho clorofilLOG® da marca Falker, sendo realizadas duas leituras por muda nas folhas do terço médio na parte da manhã do dia.

- Número de folhas (NF) – expresso em unidade, contando manualmente o número de folhas total presentes em cada parcela.
- Área foliar – expresso em cm^2 , determinada pelo método de estimativa da área foliar a partir do comprimento da folha pela equação: $\hat{A}F = 0,2027 \times \text{CNC}^{2,1336}$ ($R^2=0,9493$), sendo CNC o comprimento de nervura central (PARTELLI et al., 2006).
- Massa fresca da parte aérea (MFPA) e das raízes (MFR) – expressa em gramas, as mudas foram retiradas dos recipientes e lavadas em água corrente. Em seguida, os sistemas radiculares e as partes aéreas de cada parcela foram pesadas em balança de precisão, logo após acondicionadas separadamente em sacos de papel devidamente etiquetados com os números dos tratamentos.
- Massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR) – expressa em gramas, os sistemas radiculares e as partes aéreas de cada parcela após acondicionadas separadamente em sacos de papel foram secas em estufa com circulação forçada, a 65°C , até atingir massa constante. Pesou-se o material em balança de precisão sem o saco de papel.
- Relação da altura da parte aérea com o diâmetro do caule ($\text{RAD} = \text{AP}/\text{DC}$).
- Relação da massa seca da parte aérea com a massa seca das raízes ($\text{RPAR} = \text{MSPA}/\text{MSR}$).
- Índice de qualidade de Dickson (DICKSON et al., 1960) por meio da equação: $\text{IQD} = (\text{MSPA} + \text{MSR}) / (\text{RAD} + \text{RPAR})$.

As análises estatísticas foram realizadas com base no delineamento adotado em cada experimento, submetendo-se os dados à análise de variância à significância de 5% de probabilidade pelo teste F com auxílio do programa computacional 'SISVAR', desenvolvido por Ferreira (2000). Quando diferenças significativas foram detectadas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados são apresentados em gráficos de média, juntamente com o erro-padrão, o que pode ser aplicado em estudos de análises fisiológicas. No caso do erro padrão da média, este é obtido dividindo o desvio padrão da amostra pela raiz quadrada do número de observações na amostra.

1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os parâmetros avaliados no presente trabalho, as características área foliar, massa fresca e seca de parte aérea apresentaram interação significativa entre recipientes e substratos, indicando que o comportamento de pelo menos um dos fatores depende do nível adotado do outro fator.

Os demais parâmetros - altura, diâmetro, número de folhas, clorofila total, massa fresca e seca da raiz, RAD, RPAR e IQD- não apresentaram interação significativa e foi analisado o efeito simples de suas médias, de acordo com o teste F, se encontradas diferenças significativas nas médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

1.3.1. Número de folhas (NF)

Observa-se na FIGURA 4A que o tratamento com a sacola de polietileno sobressaiu-se com média de sete folhas por planta, porém não diferiu estatisticamente do tratamento com o tubete cônico. Os demais recipientes apresentaram numericamente uma diferença média de um par de folhas entre as plantas no período de cultivo das mudas. O resultado da análise estatística para o número de folhas em relação ao substrato obteve médias estatisticamente iguais de acordo com teste F: todos substratos apresentaram médias aproximadas a seis folhas por planta (FIGURA 4B). Entretanto, em relação ao recipiente, o tratamento foi significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

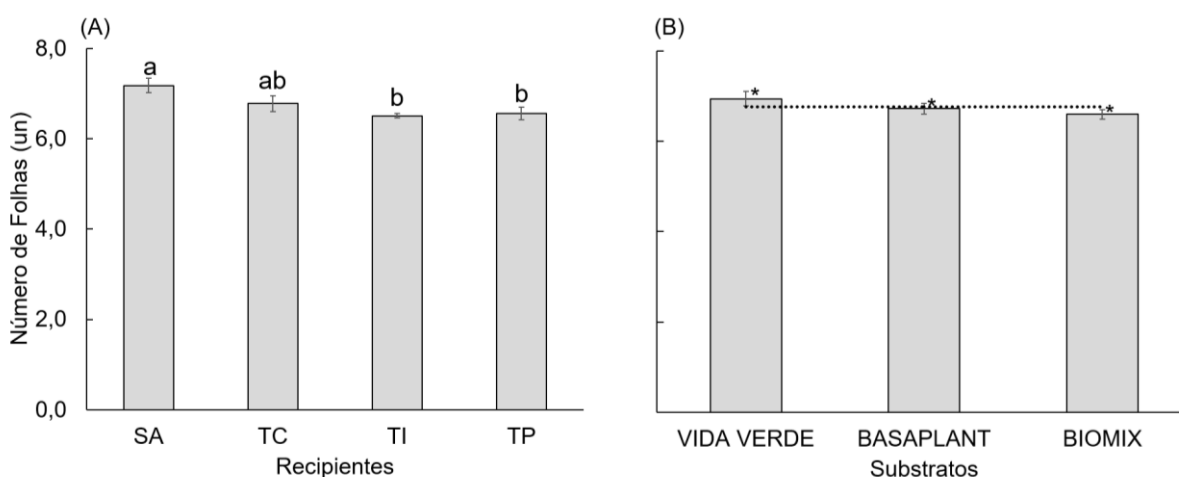


FIGURA 4. Número de folhas (NF), em unidade, analisando efeitos simples em recipientes (A) e substratos (B) nas mudas de café conilon.

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *Médias não diferiram significativamente pelo teste F. SA: sacola de polietileno; TC: tubete cônico; TI: tubete invertido; TP: tubete plano.

Dardengo et al. (2013) em estudo da caracterização do crescimento e qualidade de mudas do Conilon 'Vitória INCAPER 8142', observou média ainda superior em números de folhas ao presente trabalho com o mesmo clone '6V': média de 11 folhas por planta. No entanto, Silva et al. (2016) analisando o desenvolvimento de mudas de café Conilon, em diferentes recipientes e substratos orgânicos, as mudas produzidas em sacolas de polietileno obtiveram valores médios de sete folhas por planta. Rosa et al. (2018) testando apenas diferentes recipientes com utilização de um substrato comercial observaram nove folhas por planta com uso de sacolas de polietileno.

Contradizendo esses resultados, Verdin Filho et al. (2019) concluíram em sua pesquisa de desenvolvimento de mudas produzidas em tubetes – sendo estes de formato iguais aos utilizados neste experimento– que, independentemente do formato, apresentaram maiores médias para o número de folhas em relação a sacola de polietileno, que obteve média de cinco folhas por planta. Cabe salientar que, ainda assim, tais médias não se sobressaíram aos resultados encontrados neste experimento.

Esses resultados são de fundamental importância, visto que as folhas representam, em parte, o crescimento vegetativo das plantas, sendo que são elas as responsáveis pela realização da fotossíntese, onde é captada a energia luminosa do sol e o dióxido de carbono da atmosfera necessária para este processo que garante a sobrevivência da muda (TAIZ et al., 2017). De acordo com a pesquisa realizada por Cogo et al. (2011), o número de folhas da muda de café deve ser considerado como característica indicadora de qualidade, na medida em que reflete as taxas de assimilação líquida de produtos da fotossíntese.

1.3.2. Clorofila total (CT)

Um dos pigmentos envolvidos na eficiência fotossintética das mudas são as clorofilas - pigmentos verdes especializados na absorção de luz (TAIZ et al., 2017). Neste experimento foram realizadas duas leituras por muda nas folhas do terço médio, sendo utilizada a média dessas leituras para compor o valor de clorofila total de cada repetição da parcela. O resultado das análises estatísticas indicou que não houve diferença significativa para característica clorofila total, indicando que os fatores agem de maneira independente sobre tal característica. Para ambos, recipiente e substrato, observou-se média geral de 44,85 (FIGURA 5A e 5B).

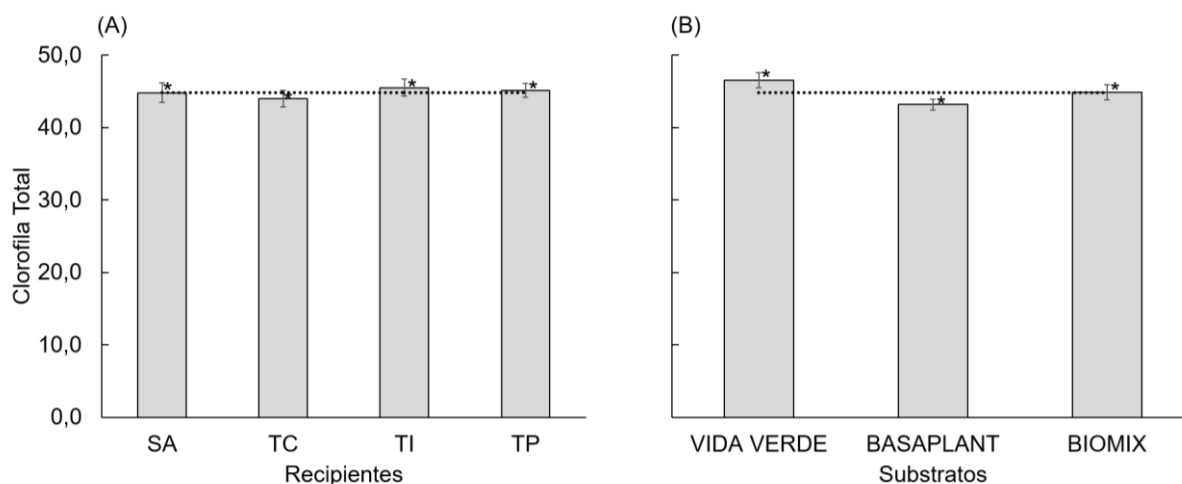


FIGURA 5. Clorofila total (CT), analisando efeitos simples em recipientes (A) e substratos (B) nas mudas de café conilon.

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *Médias não diferiram significativamente pelo teste F. SA: sacola de polietileno; TC: tubete cônico; TI: tubete invertido; TP: tubete plano.

Os autores Verdin Filho et al. (2019) obtiveram em seu trabalho médias superiores em relação a clorofila total, destacando-se as médias oriundas de mudas em tubetes, chegando a 50,51. Segundo Viana (2016), ao estudar o crescimento e fotossíntese de clones da variedade 'Vitória Incaper 8142' afirma que o clone '6V' obtém um maior desempenho quando cultivado em sombreamento, ou seja, as mudas dentro do viveiro telado podem possuir um maior acúmulo de clorofila devido ao efeito compensatório da espécie a menor quantidade de radiação disponível.

1.3.3. Área foliar (AF)

A área foliar é um índice importante para estudos de nutrição e crescimento vegetal, uma vez que fornece informações acerca da capacidade fotossintética potencial, incrementando o teor de clorofila, favorecendo acréscimo de nutrientes nas plantas, melhoria no desenvolvimento e crescimento das mudas. Observa-se na Tabela 2 que, para a característica área foliar, ambos desdobramentos da interação, quando utilizou-se o substrato Vida Verde® no tubete cônico esta combinação foi a que menos desenvolveu em área foliar e a sacola de polietileno sobressaiu-se com maior média em área foliar com o substrato Biomix®, com médias de 92,91 cm² e 175,03 cm² por parcela, respectivamente.

Corroborando com o resultado positivo da maior área foliar em sacolas de polietileno, Tatagiba et al. (2010) observaram médias equivalentes ao comparar

mudas de *C. canephora* em cultivo sombreada com a pleno sol, em 120 dias de experimentação. No entanto, Covre et al. (2013) estudando os 13 clones da variedade clonal 'Vitória', no seu crescimento e desenvolvimento de mudas, obtiveram resultados ainda mais satisfatórios, com média de 226,29 cm² para o clone 6V, acima de todas as médias obtidas neste trabalho para esse parâmetro. Como citado anteriormente sobre o efeito compensatório nos clones 6V, segundo Ricci et al. (2006) estes resultados podem ser justificados em razão de o cafeeiro compensar a menor luminosidade recebida e quando ainda em viveiro desenvolver folhas mais finas, porém de maior área foliar proporcionando maior interceptação luminosa.

TABELA 2. Interação recipiente e substrato do parâmetro área foliar (AF), em cm², de mudas de cafeeiro Conilon.

Recipiente	Substrato		
	Vida Verde [®]	Basaplant [®]	Biomix [®]
	----- cm ² -----		
SA	136,03 B a	125,59 B a	175,03 A a
TC	92,91 B b	125,81 A a	132,13 A b
TI	114,28 B ab	116,89 B a	142,49 A b
TP	112,56 B ab	125,62 AB a	143,44 A b

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. SA: sacola de polietileno; TC: tubete cônico; TI: tubete invertido; TP: tubete plano.

Analisando individualmente o desdobramento dos recipientes dentro de cada nível de substrato, afirma-se que as médias do substrato Basaplant[®] são estatisticamente iguais para todos recipientes utilizados no experimento. Ao desdobrar os substratos dentro de cada nível de recipiente, o tubete invertido e o tubete plano destacam-se com a utilização do Biomix[®] novamente, mas em contrapartida suas médias permanecem em torno de 22% menores que a média obtida pela sacola de polietileno com a utilização do mesmo substrato.

Lana et al. (2002) em pesquisa avaliando diferentes substratos e fertilizantes de liberação lenta na produção de mudas do cafeeiro, concluem que o substrato comercial utilizado foi superior 25,7% ao substrato convencional (15% de cama de frango, 15% de esterco de curral, 70% de solo) em sacolas de polietileno com relação à dimensão da área foliar. Resultados superiores também foram observados por Marana et al. (2008) em estudos da qualidade e crescimento de mudas cafeeiras

utilizando substrato comercial e vermicomposto com doses de fertilizante de liberação lenta na produção de mudas, observando que mudas produzidas com substrato comercial chegaram a ter médias 37,8% superiores na característica área foliar. Vallone et al. (2010) obtiveram suas melhores médias em mudas produzidas em sacolas de polietileno (181,75 cm²) avaliando diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de café arábica.

Um fato constatado nesse parâmetro de avaliação é que não só as mudas de café como também de espécies frutíferas e florestais, obtém melhores resultados em recipientes de maiores volumes (MENDONÇA et al., 2003; VALLONE et al., 2010).

1.3.4. Massa fresca (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA)

Analisando a MFPA observa-se que o tubete invertido e o cônico não diferem no uso dos substratos comerciais utilizados, e que o tubete plano obtém menor média ao utilizar o substrato Vida Verde[®], aproximadamente 22% de redução de MFPA quando comparado ao uso de sacola de polietileno (TABELA 3).

TABELA 3. Interação recipiente e substrato do parâmetro massa fresca da parte aérea (MFPA) de mudas de cafeeiro Conilon.

Recipiente	Substrato		
	Vida Verde [®]	Basaplant [®]	Biomix [®]
	----- g planta ⁻¹ -----		
SA	6,32B a	5,48 B a	8,15 A a
TC	5,19 A a	5,85 A a	6,19 A b
TI	5,33 A a	5,55 A a	6,20 A b
TP	5,13 B a	5,57 AB a	6,56 A b

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. SA: sacola de polietileno; TC: tubete cônico; TI: tubete invertido; TP: tubete plano.

Analisando a MSPA observa-se que o tubete invertido não diferiu estatisticamente em relação ao uso dos substratos e que todos os demais recipientes sobressaíram-se com o uso do substrato Biomix[®] (TABELA 4). A massa fresca e seca da parte aérea das mudas produzidas em qualquer um dos modelos de recipientes utilizados apresentaram médias estatisticamente iguais quando utilizado o substrato Vida Verde[®] ou Basaplant[®].

TABELA 4. Interação recipiente x substrato do parâmetro massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas de cafeeiro Conilon.

Recipiente	Substrato		
	Vida Verde®	Basaplant®	Biomix®
	----- g planta ⁻¹ -----		
SA	2,21 B a	2,06 B a	2,79 A a
TC	1,96 B a	2,13 B a	2,43 A b
TI	2,08 A a	2,18 A a	2,24 A b
TP	2,02 B a	2,12 B a	2,48 A b

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. SA: sacola de polietileno; TC: tubete cônico; TI: tubete invertido; TP: tubete plano.

Para ambas avaliações nas mudas conduzidas no experimento, a combinação que proporcionou maiores médias nestas características foi a sacola de polietileno associado ao substrato Biomix® (TABELAS 3 e 4).

Ao estudarem a utilização de lodo de curtume como substrato alternativo para produção de mudas de café Conilon, Berilli et al. (2014) obtiveram seus melhores resultados com média de 8,57 e 1,92 g planta⁻¹ de massa fresca e seca da parte aérea, respectivamente, para o tratamento com substrato comercial, sendo suas mudas de sacolas de polietileno, conferindo a MFPA superior e a massa MSPA inferior ao mínimo obtido neste experimento para as mesmas características. Vallone (2009) avaliando as mudas de café Conilon no seu desenvolvimento inicial, alcançou seu melhor resultado com sacola de polietileno e usando substrato comercial, porém sua média de MSPA por planta ainda é inferior ao deste trabalho: 1,12 g planta⁻¹. O mesmo ocorreu com o trabalho de Covre et al. (2013), ao avaliarem o desenvolvimento das mudas do cafeeiro variedade 'Vitória', em que o clone '6V' apresentou 1,14 g planta⁻¹, valores de MSPA inferiores relacionados aos treze clones avaliados.

1.3.5. Massa fresca das raízes (MFR) e massa seca das raízes (MSR)

Quanto aos parâmetros massa fresca e seca das raízes não houve interação significativa, ou seja, foram analisados os efeitos simples de cada recipiente e substrato. As médias para o uso dos recipientes não diferiram estatisticamente para ambas características (FIGURA 6A e 7A).

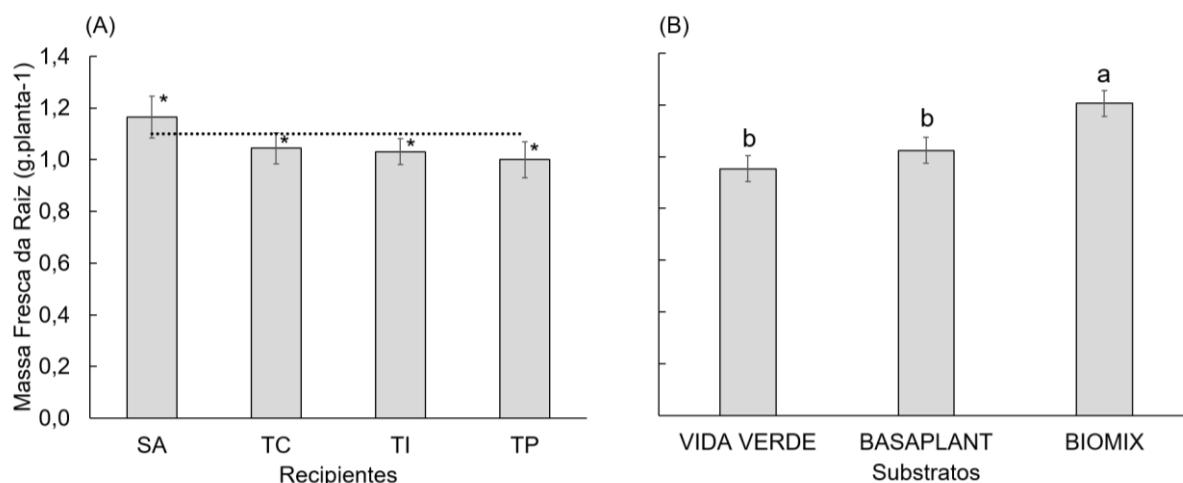


FIGURA 6. Massa fresca da raiz (MFR), em gramas por planta, analisando efeitos simples em recipientes (A) e substratos (B) nas mudas de café conilon.

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *Médias não diferiram significativamente pelo teste F. SA: sacola de polietileno; TC: tubete cônico; TI: tubete invertido; TP: tubete plano.

Observa-se na FIGURA 6B e 7B que - em relação a MFR e a MSR para uso do substrato - o substrato comercial Biomix[®] destacou-se com relação aos demais com 1,2 e 0,8 g planta⁻¹, respectivamente.

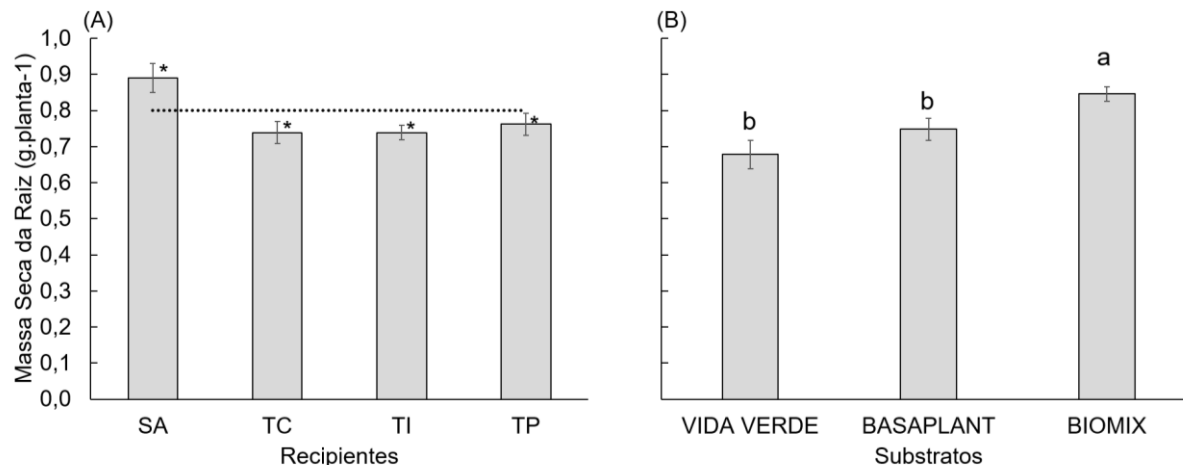


FIGURA 7. Massa seca da raiz (MSR), em gramas por planta, analisando efeitos simples em recipientes (A) e substratos (B) nas mudas de café conilon.

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *Médias não diferiram significativamente pelo teste F. SA: sacola de polietileno; TC: tubete cônico; TI: tubete invertido; TP: tubete plano.

Mendonça et al. (2003), em trabalho realizado testando diferentes recipientes e substratos para mudas de mamoeiro, também obtiveram melhores resultados quanto massa fresca e seca das raízes com as combinações de sacola de polietileno e substrato comercial. Ao contrário de Vallone (2009) que com as mesmas variáveis,

porém com mudas de café arábica, observaram médias semelhantes entre sacola e tubetes avaliados.

Para Alves et al. (2020), os nutrientes se tornam limitantes em curto prazo de tempo quando há o mau desenvolvimento de mudas em tubetes. Deve-se, porém, relatar algumas vantagens que os tubetes proporcionam em relação aos sacos de polietileno, tais como: facilidade de transporte e manuseio da muda, menor demanda em área do viveiro e melhor controle de pragas e doenças, além de poder ser reutilizável (SENAR, 2017).

1.3.6. Relação entre a massa seca parte aérea e das raízes (RPAR)

A relação da parte aérea com a massa seca das raízes, de acordo com o teste F, apresentou médias estatisticamente iguais, variando de 2,92 a 3,02 e 2,86 a 3,07, para recipientes e substratos respectivamente (FIGURA 8A e 8B). Segundo Marana et al. (2008), a faixa ideal para RPAR é de 4,0 a 7,0; abaixo indica que a muda não teve bom desenvolvimento e acima que o crescimento radicular foi insuficiente.

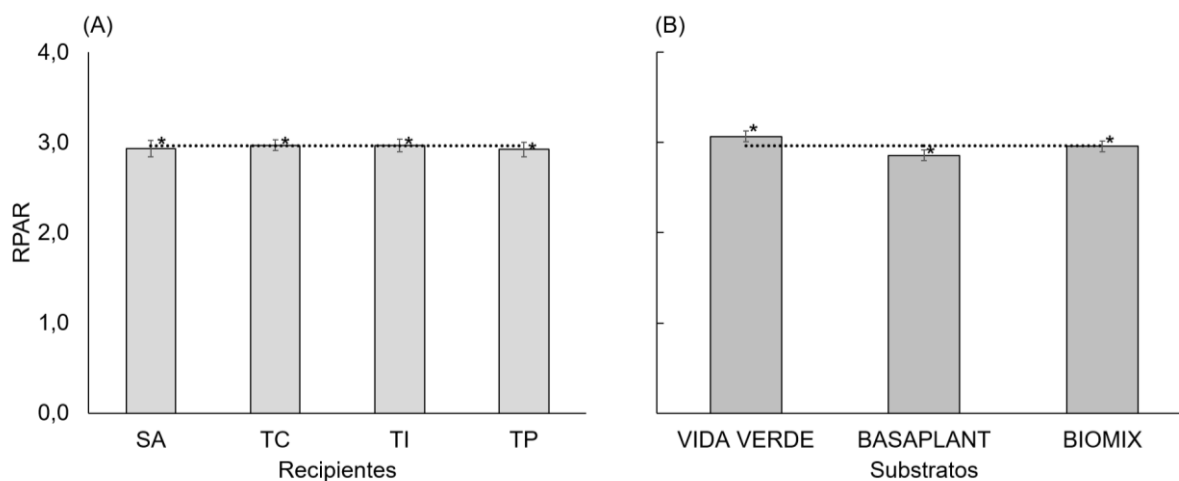


FIGURA 8. Relação da massa seca da parte aérea e raiz (RPAR) de mudas de cafeeiro conilon, analisando efeitos de recipientes (A) e substratos (B).

*Médias não diferiram significativamente pelo teste F. SA: sacola de polietileno; TC: tubete cônico; TI: tubete invertido; TP: tubete plano.

As médias obtidas são superiores ao encontrado por Pereira et al. (2013) no qual avaliaram a qualidade de mudas de café Conilon em viveiros capixabas e observaram valor máximo de 2,41 para a relação de massa seca entre a parte aérea e a raiz. Na análise de RPAR, de Dardengo et al. (2013), no seu trabalho com crescimento e qualidade de mudas de café, os resultados alcançados em tubetes foram superiores aos de sacolas, cujos índices variaram entre 1,48 a 1,10, ambos

trabalhos com resultados abaixo do ideal. Ressalta-se que esse índice auxilia na intervenção de manejo no viveiro adotados para a formação de muda, tais como adubações, irrigações, sombreamento, entre outros.

1.3.7. Altura da planta (AP)

Na FIGURA 9A observa-se que a altura das mudas em relação ao recipiente se sobressaiu com a utilização da sacola de polietileno, porém não deferiu estatisticamente do tubete plano. Na Figura 9B observa-se que o uso de substrato Biomix® destacou-se com média de 10,3 cm por planta, na última avaliação semanal. Um estudo realizado por Verdin Filho (2020), avaliando as implicações dos tipos de corte e comprimento das estaquinhas clonais na produção de mudas do cafeeiro conilon, os autores observaram em todos seus tratamentos, média de 10 cm de altura de planta para tubetes, sendo superior às médias obtidas em tubetes neste experimento. Os valores demonstrados por Verdin Filho (2020), contudo, igualam-se à média em sacolas desta pesquisa.

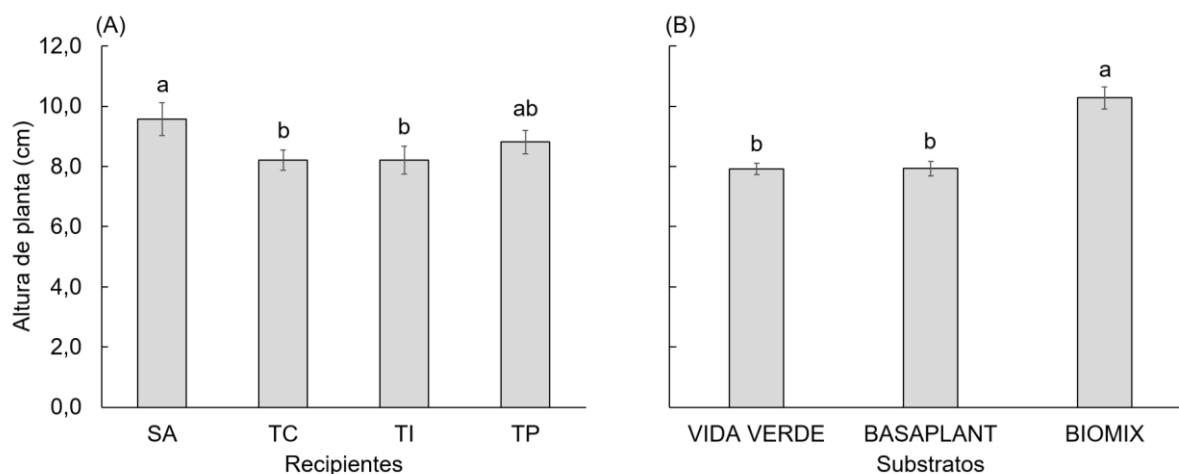


FIGURA 9. Altura de planta (AP), em centímetros, analisando efeitos simples em recipientes (A) e substratos (B) nas mudas de café conilon.

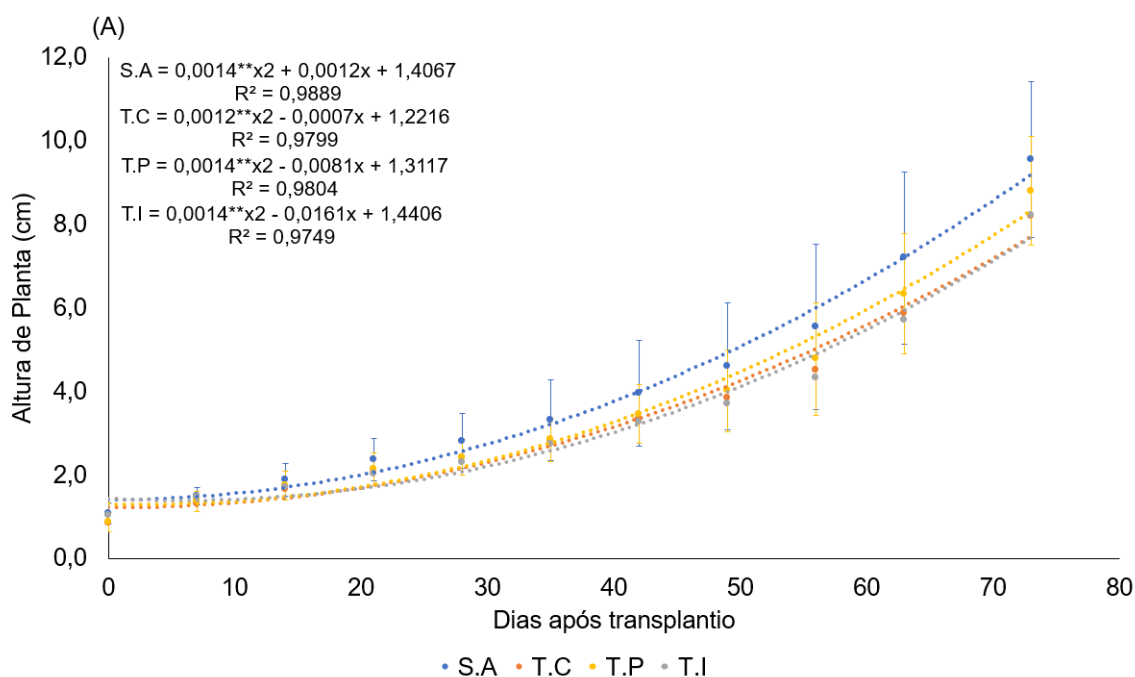
Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). SA: sacola de polietileno; TC: tubete cônico; TI: tubete invertido; TP: tubete plano.

Dardengo et al. (2013) ao avaliarem a influência de dois recipientes, sacolas e tubetes, e níveis de sombreamento no crescimento e qualidade de mudas de café Conilon, obtiveram valor médio de altura da planta em tubetes de 8,15 cm e de 9,61 cm em sacolas. Tatagiba et al. (2010), avaliaram níveis de sombreamento em mudas clonais de café Conilon e, observaram alturas ainda superiores para mudas em sacolas, variando de 14 a 21 cm. No mesmo período de quatro meses, Berilli et al.

(2014) demonstraram resultados divergentes, ao estudarem a eficiência do lodo de curtume desidratado como substrato na produção de mudas clonais de café Conilon em sacolas: não obtiveram altura de mudas superior a 8,03 cm; enquanto Meneghelli et al. (2016) ao testar resíduo da secagem dos grãos como substrato alternativo em mudas de café Conilon alcançou sua maior média de 17,21 cm em altura de plantas com o substrato padrão para o mesmo recipiente.

A variação de altura obtida na literatura pode ser justificada pela influência do recipiente, sendo que, ao aumentar a capacidade do recipiente usado na produção das mudas, aumenta-se também a sua altura. Colaborando com esta afirmação, Espindula et al. (2018) ao estudarem volumes de 50 a 400 cm³ ressaltaram que o aumento do volume dos tubetes promove incremento nas características vegetativas de mudas de café Conilon até um ponto máximo. Andrade et al. (2021) afirmam em seu estudo do crescimento e qualidades de mudas de diferentes cultivares sob diferentes substratos e recipientes que o recipiente de maior volume, a sacola de polietileno, proporcionou aumento na altura das plantas para todas as cultivares, independente do substrato utilizado.

Na FIGURA 10A e 10B, foram analisados resultados obtidos semanalmente para altura das mudas após transplântio, observou-se o crescimento de forma quadrática das mudas para ambos fatores, recipientes e substratos.



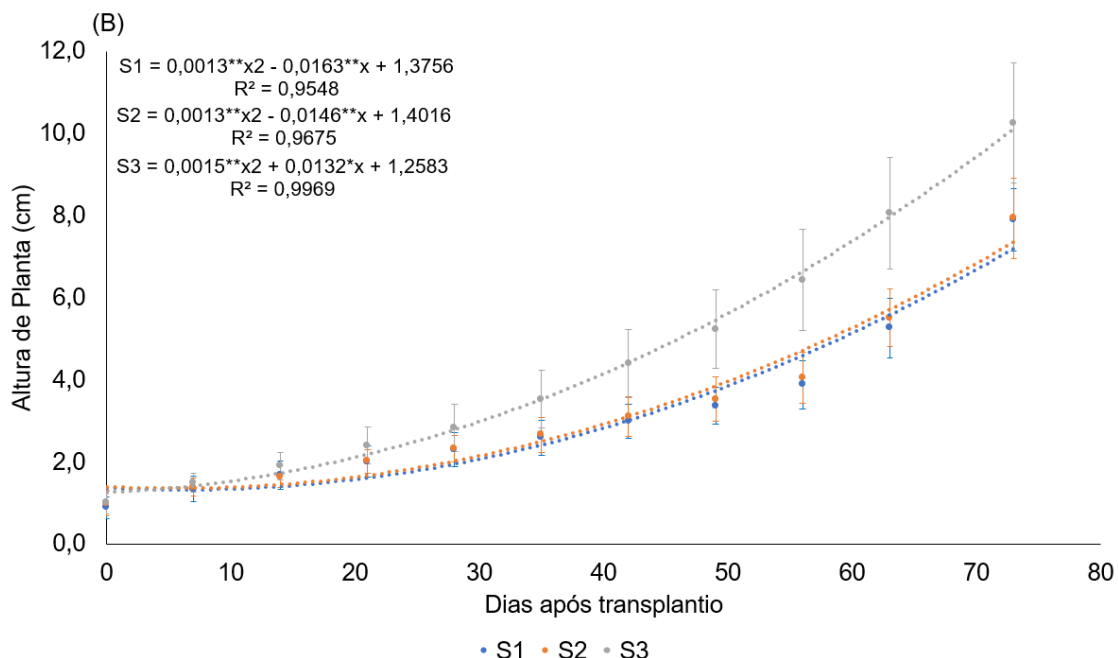


FIGURA 10. Altura de planta, em centímetros, de mudas de cafeeiro conilon, avaliados semanalmente para fator recipiente (A) e substrato (B).

TI: tubete invertido; TP: tubete plano; TC: tubete cônico; SA: sacola de polietileno; S1: Vida Verde®; S2: Basaplant®; S3: Biomix®.

O efeito dos substratos e dos recipientes na taxa de crescimento das mudas da variedade clonal '6V' foi crescente, ou seja, indicando aumento na altura das plantas ao decorrer das semanas, sem observar um patamar de estabilização desse parâmetro.

Ao longo das semanas, pode-se distinguir nas representações que houve uma fase inicial mais lenta de crescimento, e em seguida um crescimento mais homogêneo, no qual melhor pode-se observar os tratamentos que sobressaíram.

A interpretação da fase inicial depende das reservas da matriz para formação da muda. Cada nova folha gerada contribui para maior interceptação luminosa e ainda não há um sombreamento mútuo, permitindo um crescimento constante da parte vegetativa. O crescimento está na fase inicial, quando os acúmulos se processam continuamente pela eficiência fotossintética da muda, com desenvolvimento do sistema radicular e expansão das folhas, retirando do substrato nutrientes e água necessários para os processos anabólicos da fotossíntese.

1.3.8. Diâmetro do caule (DC)

O diâmetro do caule não foi influenciado pelos fatores recipientes e substratos, conforme pode ser observado na Figura 11A e 11B e prevaleceram com médias equivalentes a 4,06 mm. Analisando trabalhos com mudas do cafeeiro Conilon providas do clone '6V' realizado por Dardengo et al. (2013) e Covre et al. (2013) constatou-se médias próximas, porém inferiores para tal característica, 3,66 e 3,01 mm, respectivamente.

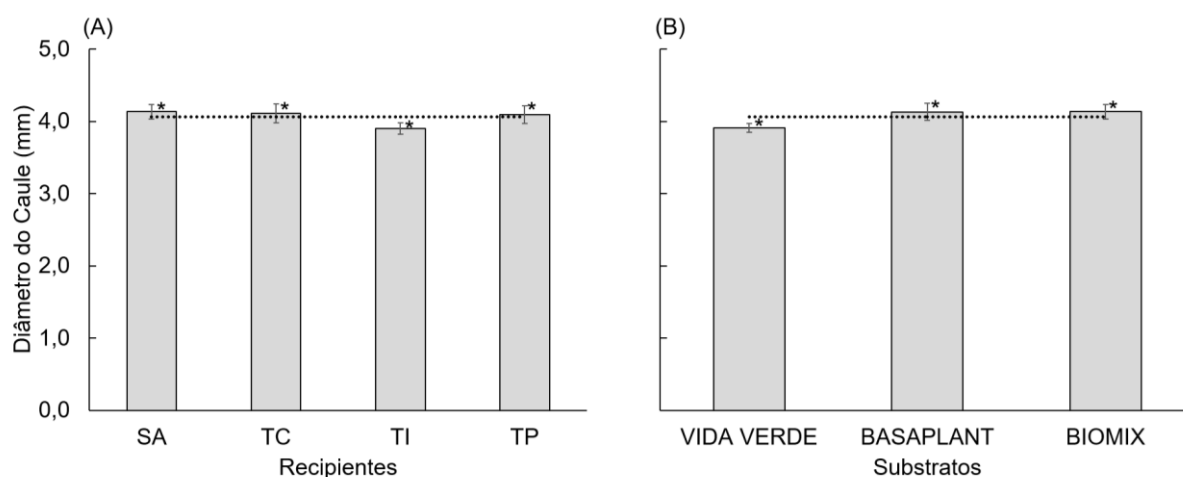


FIGURA 11. Diâmetro de caule (DC), em milímetros, analisando efeitos simples em recipientes (A) e substratos (B) nas mudas de café conilon.

*Médias não diferiram significativamente pelo teste F. SA: sacola de polietileno; TC: tubete cônico; TI: tubete invertido; TP: tubete plano.

Resultados similares também foram obtidos em estudos de mudas de café Conilon por Dardengo et al. (2013) avaliando tubetes e sacola como recipientes e níveis de sombreamento e por Braun, Lima & Zonta (2007) avaliando mudas propagadas vegetativamente, nos diferentes níveis de sombreamento. Em ambos estudos o diâmetro do caule não foi influenciado pelos fatores avaliados.

Na Figura 12A e 12B, foram analisados resultados obtidos semanalmente para o diâmetro do caule após o transplante. Observou-se crescimento linear para esta característica, em um intervalo de 10 semanas de avaliações, confirmando a análise estatística que a variedade clonal '6V' apresentou o aumento do diâmetro, independentemente do modelo de recipiente e substrato utilizado.

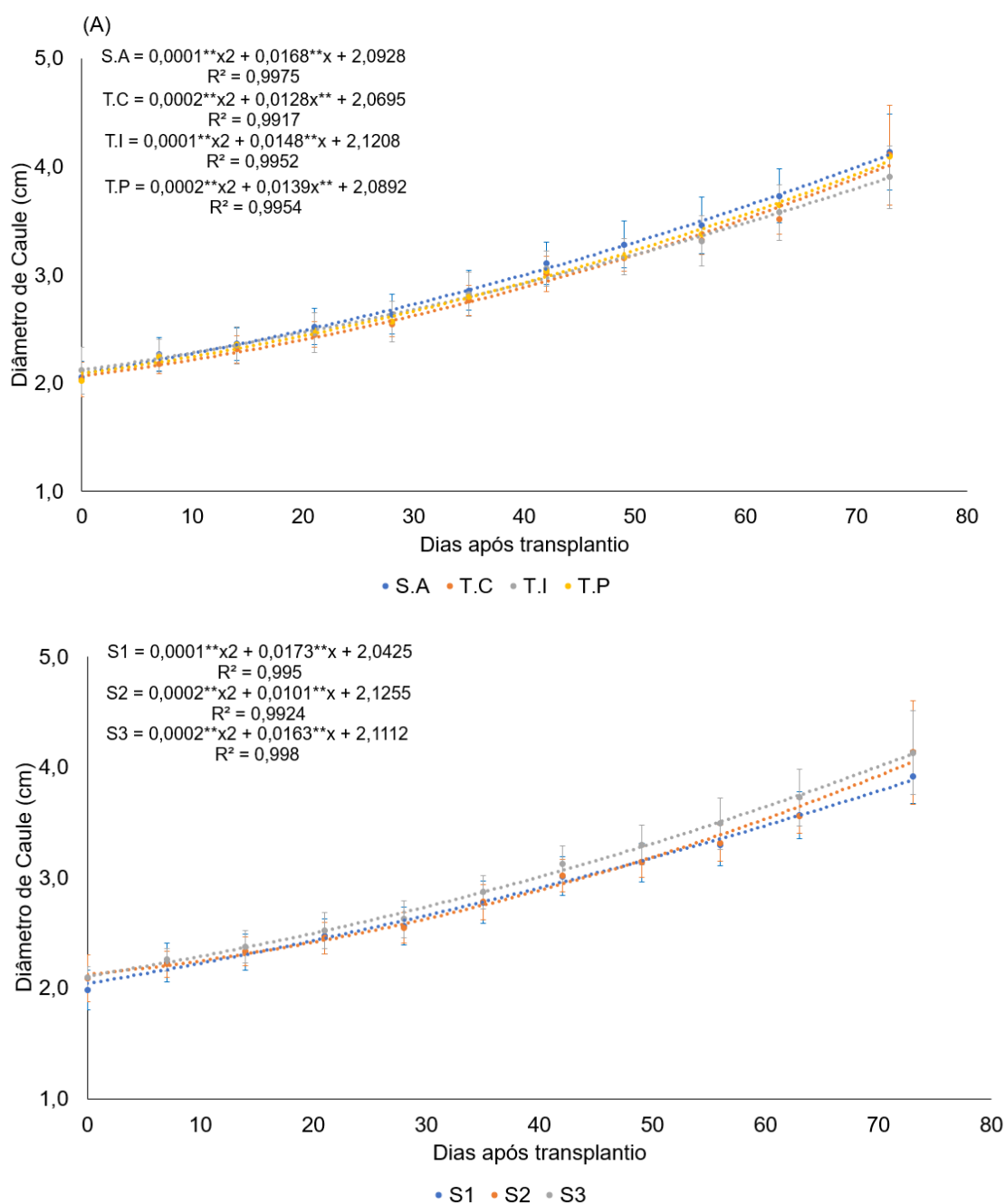


FIGURA 12. Diâmetro do caule, em milímetros, de mudas de café conilon, avaliados semanalmente para fator recipiente (A) e substrato (B). TI: tubete invertido; TP: tubete plano; TC: tubete cônico; SA: sacola de polietileno; S1: Vida Verde®; S2: Basaplant®; S3: Biomix®.

Observando a Figura 12A, nota-se que o recipiente sacola de polipropileno proporcionou maior diâmetro e tubete cônico invertido o menor, estabelecendo tal diferença a partir da sexta semana, aproximadamente 35 dias após o transplante, enquanto o tubete cônico e plano permaneceram com crescimento similares. Na Figura 12B, observou-se a partir dos 20 primeiros dias o maior diâmetro das mudas

quando associado ao substrato Biomix[®], enquanto os demais substratos mantiveram diâmetros similares até 60 dias após o transplântio, diferenciando nas duas últimas semanas quando o substrato Vida Verde[®] dispôs dos menores valores de diâmetro do caule.

1.3.9. Relação altura da planta e diâmetro do caule (RAD)

Na Figura 13A, são apresentadas a RAD em relação fator recipiente. Nota-se que não houve diferença significativa entre os recipientes utilizados no experimento, permanecendo com média de 2,15. Segundo valores propostos por Marana et al. (2008), esta média ficou abaixo do ideal que fica em torno de 3,5 a 4,0. Pereira et al. (2013) obtiveram valores mais altos na RAD para o clone '6V', média de 6,21, caracterizando crescimento excessivo dessas mudas em altura.

Avaliando os substratos apresentados na Figura 13B, nota-se que estes alcançaram diferença significativa, e o substrato Biomix[®] sobressaiu-se novamente, contudo, ainda não chegou a atingir a faixa considerada razoável por Marana et al. (2008).

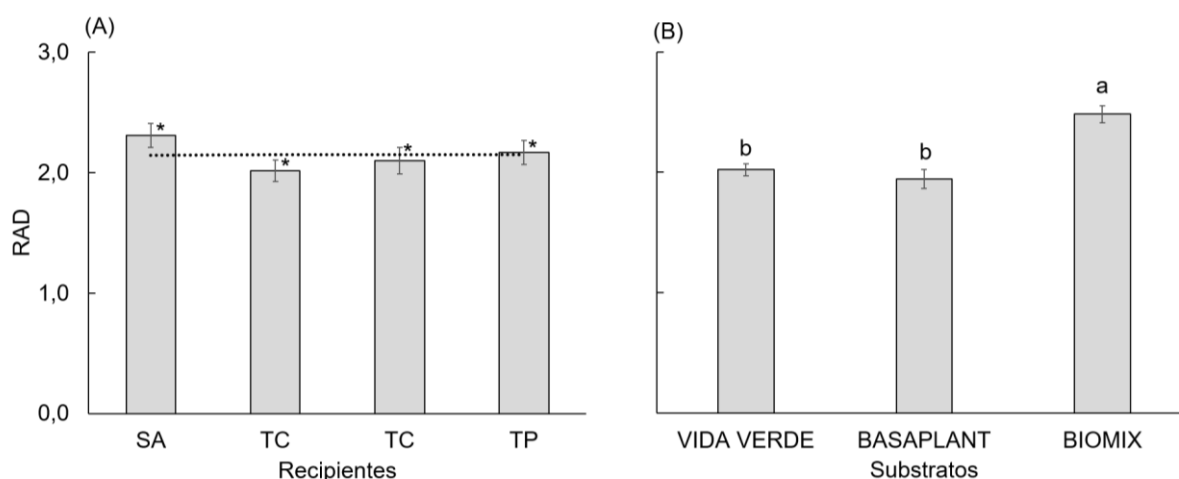


FIGURA 13. Relação altura de parte aérea e diâmetro do caule (RAD) de mudas de cafeeiro conilon, analisando efeitos de recipientes (A) e substratos (B).

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *Médias não diferiram significativamente pelo teste F. SA: sacola de polietileno; TC: tubete cônico; TI: tubete invertido; TP: tubete plano.

As sacolas de polietileno, embora não tenham diferido estatisticamente, obtiveram mais que 10% de aumento na RAD em relação aos tubetes. Resultados similares foram obtidos por Azevedo et al. (2014), no estudo de qualidade e

crescimento de mudas de café Conilon sob lâminas de irrigação, sendo os valores da relação altura/diâmetro do caule das mudas superiores em sacola ao invés dos tubetes. De acordo com Andrade et al. (2021) em recipientes de maior capacidade volumétrica espera-se que em função do maior volume haja uma maior disponibilidade nutricional para o crescimento das mudas, provocando um maior ganho em altura e menor diâmetro de caule nas mudas.

Problemas com pouco crescimento ou excesso podem ser controlados com o manejo das condições no viveiro como: redução de irrigação, controle de adubação, redução de sombreamento, entre outros.

1.3.10. Índice de Qualidade de Dickson (IQD)

O princípio de avaliação quantitativa é de que quanto maior a muda melhor. No entanto, para evitar distorções provenientes do crescimento foliar em detrimento do sistema radicular, por exemplo, é utilizado índices de qualidade, que são relações entre os parâmetros de crescimento para identificar se as mudas encontram-se saudáveis e com potencial de sobrevivência e desenvolvimento a campo.

Conforme estabelecido por Hunt (1990), o valor mínimo a ser considerado para o índice de qualidade de Dickson é 0,20. Avaliando a Figura 14A pode-se afirmar que para os recipientes as médias não diferem e atingem valor 65%, acima do índice mínimo. Na Figura 14B, nota-se que os substratos Basaplant® e Biomix® obtiveram os melhores IQD, 0,60 e 0,61 respectivamente.

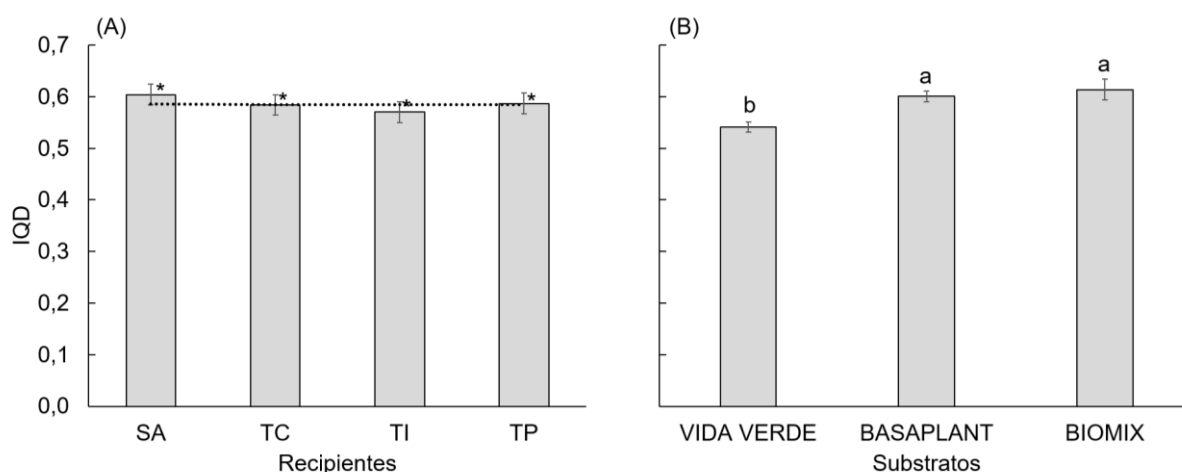


FIGURA 14. Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de cafeeiro conilon, analisando efeitos de recipientes (A) e substratos (B).

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *Médias não diferiram significativamente pelo teste F. SA: sacola de polietileno; TC: tubete cônico; TI: tubete invertido; TP: tubete plano.

Pereira et al. (2013) obtiveram destaque nos valores de IQD encontrados em seus estudos para o clone '6V', nos quais caracterizaram o crescimento e qualidade de mudas de café Conilon na região capixaba.

Para Fonseca et al. (2002) o índice de qualidade de Dickson é um bom indicador da qualidade das mudas, visto que são considerados a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando e equilibrando resultados de vários parâmetros importantes empregados para avaliação da qualidade.

1.4. CONCLUSÕES

Os modelos de recipientes e os diferentes substratos não influenciam no diâmetro do caule, clorofila total e relação de massa seca da parte aérea e das raízes de mudas de café Conilon.

Os recipientes utilizados influenciam significativamente nas características altura de planta e número de folhas.

No que tange às características área foliar, massa fresca e seca da parte aérea estas são dependentes da interação do recipiente e substrato.

Para as condições estudadas o substrato Biomix® sobressaiu em relação aos demais, em todas características analisadas.

As mudas de café Conilon clone '6V' obtiveram IQD acima do ideal, destacando as mudas produzidas com substrato Biomix® e Basaplant®.

Não se recomenda o uso do tubete invertido e substrato Vida Verde® na condução de mudas de cafeeiro Conilon clone '6V'.

As mudas de café Conilon clone '6V', produzidas em sacola de polietileno com o substrato Biomix®, apresentaram melhor padrão de desenvolvimento.

1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorol Z.** 2013; 22:711-28.

ALVES, M. de M. et al. Produção de mudas de mamoeiro em função de diferentes substratos e recipientes. **Brazilian Journal Environmental Resesearch**, Curitiba - PR, v.3, n.3, p.2761-2774, jul./set. 2020.

ANDRADE, C. R. 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, e2810212073, 2021.

AZEVEDO, J. M. G. et al. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café Conilon sob irrigação e hidrorretentor. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife - PE, v.9, n.3, p.432-439, 2014.

BERGO, C. L.; SÁ, C. P. de; SALES, F. de. **Produção de mudas de cafeeiros por sementes eestacas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2002. 10p. (Circular Técnica 44).

BERILLI, S. S. et al. Utilização de lodo de curtume como substrato alternativo para produção de mudas de café Conilon. **Coffee Science**, Lavras - MG, v. 9, n. 4, p. 472 - 479, out./dez. 2014.

BRAUN, H.; LIMA, J.; ZONTA, J. Produção de mudas de café conilon propagadas em diferentes níveis de sombreamento. **Idesia**, Taparacá - AM, v. 25, n. 3, p. 85-91, 2007.

COGO, F. D. et al. Crescimento de mudas de diferentes cultivares de cafeeiro em função da fertilização orgânica do substrato. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia - GO GO, vol.7, N.12; 2011.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira. **Safra 2021**.

COVRE, A. M. et al. Crescimento e desenvolvimento inicial de genótipos de café Conilon. **Revista Agro@mbiente On-line**, Centro de Ciências Agrárias – Boa Vista, RR, v.7, n.2, p.193-202, mai./ago. 2013.

DARDENGO, M. C. J. D. et al. Crescimento e qualidade de mudas de café conilon produzidas em diferentes recipientes e níveis de sombreamento. **Coffee Science**, Lavras - MG, v. 8, n. 4, p. 500-509, out./dez. 2013.

DELARMELINA, W. M. et al. Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Agro@mbiente On-line**, Boa Vista - RR, v. 7, n. 2, p. 184-192, 2013.

DIAS, R.; MELO, B. Proporção de material orgânico no substrato artificial para a produção de mudas de cafeeiro em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras - MG, v. 33, n. 1, p. 144-152, 2009.

DICKSON, A. et al. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v.36, p.10-13, 1960.

ESPINDULA, M. C.; PARTELLI, F. L. **Vantagens do uso de clones no cultivo de cafeeiroscanéfora (Conilon e Robusta)**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2011.

ESPINDULA, M. C. et al. Different volumes of tubes for clonal propagation of *Coffea canephora*. **Coffee Science**, v.13, n.1, p.33-40, 2018.

FAVARIN, J. L. et al. Metodologia para estimar a qualidade do conjunto muda x substrato do cafeeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria - RS, v.38,n.1, p.34-38, jan./fev. 2008.

FERRÃO, R. G. et al. **Café Conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas**. 4. ed. revisada e ampliada. Vitória - ES: Incaper, 2012. (Incaper: Circular Técnica, 03-I) 74 p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45. 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000, p. 255-258.

FONSECA, É. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, p.515-523, 2002.

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G. **Produção de mudas de cafeeiro**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 60p.

HUNT, G.A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg. **Proceedings...** Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p.218-222.

LANA, R. M. Q. et al. Utilização de diferentes substratos e de fertilizantes de liberação lenta na produção de mudas do cafeeiro em saquinhos. **Revista Ceres**, Viçosa - MG, v. 49, n. 286, p. 577-586, 2002.

LEMOS, V. T. et al. Ácido cítrico e fósforo no desenvolvimento e estado nutricional de mudas de café. **CoffeeScience**, 10(3), p. 298-308, 2015.

MARANA, J. P. et al. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, Santa Maria - RS, v. 38, n. 1, p. 39-45, jan./fev. 2008.

MELO, B. de et al. Doses crescentes de fertilizante de liberação gradual na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Bioscience Journal**, Uberlândia - MG, v. 17, n. 1, p. 97-113, jun. 2001.

MENDONÇA, V. et al. Diferentes substratos e recipientes na formação de mudas de mamoeiro 'Sunrise solo'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 1, p. 127-130, abr. 2003.

MENEGHELLI, C. M. et al. Resíduo da secagem dos grãos de café como substrato alternativo em mudas de café conilon. **Coffee Science**, Lavras - MG, v. 11, n. 3, p. 330 - 335, jul./set. 2016.

PARTELLI, F. L. et al. Estimativa de área foliar do cafeeiro Conilon a partir do comprimento da folha. **Revista Ceres**, v.53, 204-210, 2006.

PEREIRA, L. R. et al. Qualidade de mudas do café Conilon Vitória produzidas em viveiros do sul capixaba. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia - GO, v.9, n.17; p. 2213, 2013.

PEREIRA, I. S. et al. Substratos orgânicos na produção de mudas de cafeeiro em tubetes. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia - MS, v. 4, n. 2, p. 17-26, abr./jun. 2017.

RICCI, M. DOS S. F. et al. Cultivo orgânico de cultivares de café a pleno sol e sombreado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v.41, n.4, p.569- 575, 2006.

ROSA, K. M. et al. **Diferentes recipientes na produção de mudas de café**. II Simpósio de Propagação de Plantas e Produção de Mudas. ISBN: 978-85-66836-23-3. Águas de Lindóia – SP. 2018.

SANTOS, G. P. **Biometria em clones de cafeeiro conilon**. 2020. 44f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical). Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2020.

SENAR – SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Café: construção de viveiros e produção de mudas**. 1ª ed. Brasília: SENAR, 2017.

SILVA, M. W. et al. Desenvolvimento de mudas de café Conilon em diferentes combinações de recipientes e substratos comerciais. **Agroecol**, Dourado - MS, 2016.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TATAGIBA, S. D. et al. Mudas de Coffea canephora cultivadas sombreadas e a pleno sol. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa - MG, v. 18, n. 3, p. 219-226, 2010.

VALLONE, H. S. et al. Recipientes e substratos na produção de mudas e no desenvolvimento inicial de cafeeiros após o plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras - MG, v. 33, n. 5, p. 1327-1335, set./out. 2009.

VALLONE, H. S. et al. Diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de cafeeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras - MG, v. 34, n. 1, p. 55-60, jan./fev. 2010.

VERDIN FILHO, A. C. et al. **Desenvolvimento foliar de mudas de café Conilon produzidas em diferentes tipos de tubetes**. X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil – ISSN: 1984-9249. Vitória – ES. 2019.

VERDIN FILHO, A. C. **Implicações dos tipos de corte e do comprimento das estarquinhas clonais na produção de mudas de cafeeiro Conilon**. 2020. 113p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campos dos Goytacazes – RJ, 2020.

VIANA, F. N. **Crescimento e fotossíntese de clones de coffea canephora em resposta à manipulação da relação fonte:dreno e disponibilidade de radiação**. 2016. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

CAPÍTULO 2

RESUMO

FELBERG, Hellysa Gabryella Rubin; M.Sc.; Universidade Federal do Espírito Santo; novembro de 2021; **Concentração foliar de nutrientes de mudas de cafeeiro Conilon produzidas em diferentes recipientes e substratos**; Orientador: Ivoney Gontijo; Coorientador: Fábio Luiz Partelli.

No Espírito Santo, o café Conilon é cultivado em solos de baixa fertilidade, tornando um desafio a adaptação de mudas nesses solos, de forma a suprir a sua exigência nutricional para que esta cultivar usada possa manifestar todo o seu potencial genético de produtividade. Objetivou-se avaliar a concentração foliar dos elementos nutricionais no desenvolvimento vegetativo inicial das mudas da variedade clonal 'V6', produzida sob diferentes recipientes e substratos. O experimento foi conduzido em viveiro comercial, situado em Jaguaré, em blocos casualizados, dispostos em esquema fatorial 4x3, com quatro repetições, totalizando 48 parcelas, com 13 plantas por parcela. Foram quatro modelos de recipientes: tubete fundo cônico (280mL), fundo invertido (280mL), fundo plano (280mL) e sacola de polietileno (20cmx11cm) e, três substratos: Vida Verde[®], Basaplant[®] e Biomix[®]. Para diagnose do estado nutricional das mudas, foi realizada a análise foliar, em laboratório agrônomo, com todas as folhas obtidas das 13 unidades amostrais de cada parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Observou-se que a absorção de N e S não foi influenciada pela utilização dos recipientes e substratos comerciais. Para micronutrientes, os substratos não diferiram apenas na concentração de B. A concentração foliar do Fe e Cu foram os únicos abaixo do teor adequado. A utilização de tubetes destacaram na concentração dos micronutrientes Mn, Zn e B. O substrato Biomix[®] sobressaiu na concentração foliar de Ca e Fe. E pela concentração foliar de nutrientes, recomendaria a utilização de tubetes associados ao substrato Vida Verde[®] ou Basaplant[®].

Palavras-chave: *Coffea canephora*; Vitória Conilon; desenvolvimento inicial; nutrição foliar.

ABSTRACT

FELBERG, Hellysa Gabryella Rubin; M.Sc.; Federal University of Espírito Santo; november 2021; **Leaf nutriente concentration of Conilon coffe seedlings produced in diferente containers and substrates**; Advisor: Ivoney Gontijo; Co-advisor: Fábio Luiz Partelli.

In Espírito Santo, Conilon coffee is grown in low fertility soils, making it a challenge to adapt seedlings to these soils, in order to meet their nutritional requirements so that this cultivar used can manifest its full genetic potential for productivity. The objective was to evaluate the foliar concentration of nutritional elements in the initial vegetative development of seedlings of the clonal variety 'V6', produced under different containers and substrates. The experiment was carried out in a commercial nursery, located in Jaguaré, in randomized blocks, arranged in a 4x3 factorial scheme, with four replications, totaling 48 plots, with 13 plants per plot. There were four models of containers: conical bottom tube (280mL), inverted bottom (280mL), flat bottom (280mL) and polyethylene bag (20cmx11cm) and three substrates: Vida Verde®, Basaplant® and Biomix®. To diagnose the nutritional status of the seedlings, leaf analysis was performed in an agronomic laboratory, with all leaves obtained from the 13 sampling units of each plot. Data were submitted to analysis of variance using Tukey's test ($p < 0.05$). It was observed that the absorption of N and S was not influenced by the use of commercial containers and substrates. For micronutrients, the substrates did not differ only in the concentration of B. The foliar concentration of Fe and Cu were the only ones below the adequate content. The use of tubes highlighted the concentration of the micronutrients Mn, Zn and B. The Biomix® substrate stood out in the foliar concentration of Ca and Fe. And due to the foliar concentration of nutrients, I would recommend the use of tubes associated with the substrate Vida Verde® or Basaplant®.

Keywords: Coffea canephora; Victory Conilon; early development; leaf nutrition.

2.1. INTRODUÇÃO

A importância da cafeicultura brasileira pode ser contemplada pela alta produção, pelo consumo interno no país, além da dos empregos gerados. Destaca-se neste cenário o estado do Espírito Santo como o maior produtor nacional de café conilon representando mais de 20% da produção mundial (CONAB, 2021).

Produzido em quase todos os municípios do estado, o cafeeiro conilon por sua vez, é cultivado em solos de baixa fertilidade, tornando um enorme desafio da agricultura adaptação de mudas a estes solos, pois englobam processos nos quais as mudas absorvem, translocam, acumulam e disponibilizam estes nutrientes vegetativamente em condições normais ou adversas para suprir a sua exigência nutricional e quando esta é satisfeita a cultivar usada poderá manifestar todo o seu potencial genético de produtividade (BOTELHO et al., 2004; VILLAR, 2007).

Um dos fatores que mais afetam o desenvolvimento do cafeeiro é a qualidade da muda, havendo produção de mudas vigorosas, sadias e bem desenvolvidas tem-se sucesso no agronegócio, principalmente quando se considera espécies perenes, como é o caso do cafeeiro. Além da influência do recipiente e substrato utilizado, os nutrientes a serem fornecidos às mudas devem ser disponibilizados de maneira a atender as necessidades da mesma (MARANA et al., 2008; TOMAZ et al., 2012).

A produção de mudas com qualidade nutricional é uma etapa fundamental para o sucesso da cafeicultura, quando esta etapa é realizada com eficiência, com fornecimento adequado de nutrientes, tem-se uma atividade mais sustentável, com maior produtividade e menor custo (TOMAZ ET AL., 2012).

As plantas necessitam dos seguintes elementos minerais para seu pleno desenvolvimento: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo) e Zinco (Zn). Os seis primeiros (N, P, K, Ca, Mg e S) são denominados de macronutrientes, devido a maiores exigências em termos quantitativos das plantas, e os demais (B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn) são ditos micronutrientes (VILLAR, 2007).

Cada nutriente desempenha funções específicas na planta e nenhum pode ser completamente substituído por outro, ou seja, pelo critério de essencialidade, todos os nutrientes desempenham a mesma importância para as mudas e juntos produzem melhores resultados (MENDES, 2007).

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em viveiro comercial, localizado no município de Jaguaré – Espírito Santo, delimitado pelas coordenadas geográficas 18°54'21" de Latitude Sul e 40°04'58" de Longitude Oeste, altitude de 78m. Segundo a classificação climática de Koppen, essa região é do tipo Aw, clima tropical úmido com inverno seco, a temperatura média anual de 23,3°C e precipitação média anual de 1.250mm (ALVARES et al., 2013).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC) no qual os níveis foram arranjados em esquema fatorial (4x3) com quatro repetições, totalizando 12 tratamentos e 48 parcelas. Cada parcela foi constituída por 13 unidades amostrais, baseado-se em estudo realizado por Santos (2020) esse tamanho de parcela está acima do mínimo proposto em seu trabalho para instalação de experimentos com mudas de cafeeiro conilon. Os tratamentos foram compostos por quatro modelos de recipientes representados na FIGURA 1, consistindo os tubetes cilíndricos de polipropileno atóxico, pretos, todos com capacidade volumétrica de 280 mL e três formatos distintos: tubete fundo cônico (TC) cortado na extremidade com perfuração única no fundo; tubete fundo invertido (TI) com fundo côncavo e perfurações nas extremidades do fundo e no centro da concavidade; tubete fundo plano (TP) apresentando fundo plano perfurado, com perfurações laterais na porção final do cilindro; e, sacolas de polietileno (SA) de 20 cm de altura x 11 cm de largura tradicionalmente empregados para formação de mudas de café. Utilizou-se três substratos comerciais: Vida Verde®, Basaplant® e Biomix® (FIGURA 2).

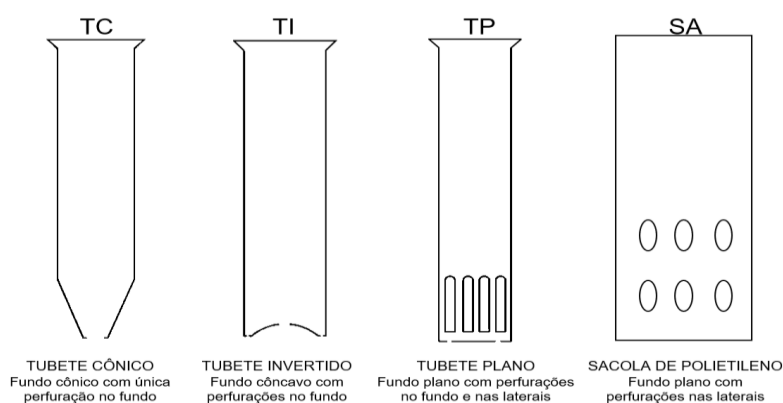


FIGURA 1. Representação lateral mostrando os formatos e a localização das perfurações dos recipientes.

Fonte: autor próprio (2021).

A espécie vegetal utilizada foi a *Coffea canephora*, cultivar clonal 'Vitória

Incaper 8142' variedade clonal 'V6', obtida de jardim clonal conduzido exclusivamente com a finalidade de produção e repasse de estacas para propagação assexuada da espécie. As hastes utilizadas para a produção das mudas clonais são as ortotrópicas ainda jovens. Estas hastes são banhadas por 5 segundos em solução que contém Brisa® WG, que é um fungicida sistêmico e protetor indicado para controle de doenças na cultura do café.



Figura 2. Representação dos substratos comerciais utilizados no experimento.
Fonte: autor próprio (2021).

Os substratos comerciais utilizados, a cada 60 litros, foram acrescidos de doses de 300 g de superfosfato simples (18 % de P_2O_5), 180 g calcário (33% de CaO e 12 % de MgO) e 60 g Endurene (30% de N), ou seja, em proporção 5:3:1 respectivamente, posteriormente o material foi homogeneizado com o auxílio de uma enxada e em seguida adicionado aos recipientes, podendo ser observado seus atributos químicos na Tabela 1. Todos os demais tratamentos culturais foram realizados pelo viveiro de acordo com a sua prática de produção de mudas de forma padrão a todos tratamentos.

TABELA 1. Análise química dos substratos comerciais.

Substrato	pH	C/N	UR	MO	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B
VIDA VERDE®	5,40	33/1	30,24	62,39	0,99	1,42	0,90	2,51	1,44	0,65	0,76	141,6	13,0	296,7	18,4
BASAPLANT®	5,40	39/1	43,77	58,05	0,78	0,89	0,56	1,52	0,29	0,60	0,40	139,1	16,0	100,2	24,5
BIOMIX®	5,50	35/1	37,65	71,75	1,08	1,64	2,17	2,83	0,59	0,90	0,96	310,4	27,5	575,9	24,5

Fonte: Fullin (2021).

Os recipientes foram mantidos em viveiro protegido da incidência de raios diretos do sol e do vento, sendo os tubetes acondicionados em bandejas tipo caixa de 54 células, contendo 3 parcelas por bandeja para manter a organização do experimento, e as sacolas acondicionadas ao lado das bandejas no canteiro de areia seguindo a ordem de sorteio dos tratamentos (FIGURA 3).

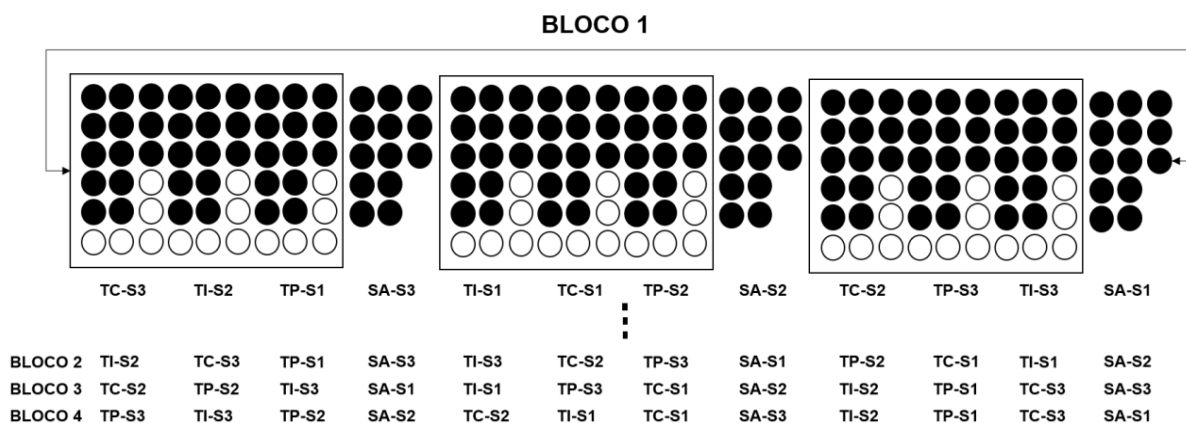


FIGURA 3. Diagrama esquemático da área experimental.

TI: tubete invertido; TP: tubete plano; TC: tubete cônico; SA: sacola de polietileno; S1: Vida Verde®; S2: Basaplant®; S3: Biomix®.

A irrigação foi realizada diariamente após a impantação dos clones ocorrida no dia 09 de dezembro de 2020, e em quantidade suficiente para permitir o bom desenvolvimento das mudas, comumente utilizada uma lâmina de irrigação fixa de 15mm^{-1} (estação verão) por dia, sendo distribuídas sobre os canteiros em 30 segundos de molhamento com pausa de 2 minutos por microaspersor tipo bailarinas.

Para o encerramento do experimento, aderiu-se ao padrão do viveiro quando pelo menos 80% das plantas alcançaram o estágio mínimo de comercialização, isto é, quando apresentaram o terceiro par de folhas definitivas (GUIMARÃES & MENDES, 1998), aproximadamente quatro meses, no qual vão para o período de aclimação que consiste em retirar gradativamente a cobertura do viveiro para preparar as mudas para as condições de campo.

Para diagnose do estado nutricional das mudas, foi realizada a análise foliar em laboratório agrônomo com todas as folhas obtidas das 13 unidades amostrais de cada parcela, permitindo indicar os teores nutrientes existentes e analisar se estes níveis estão adequados.

As análises estatísticas foram realizadas com base no delineamento adotado em cada experimento, submetendo-se os dados à análise de variância à significância de 5% de probabilidade pelo teste F com auxílio do programa computacional 'SISVAR', desenvolvido por Ferreira (2000). Quando diferenças significativas foram detectadas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados são apresentados em gráficos de média, juntamente com o erro-padrão, o que pode ser aplicado em estudos de análises fisiológicas.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise foliar é a determinação das concentrações de nutrientes em tecido de amostras de folhas coletadas em determinada fase do crescimento da cultura, permitindo a diagnose do estado nutricional da planta, ao indicar os teores de macro e micronutrientes nela existentes (FAQUIN, 2002).

Dentre os nutrientes avaliados no presente trabalho, nenhum apresentou interação significativa entre recipientes e substratos, indicando que o comportamento de um fator independe do nível adotado do outro fator. Os macronutrientes Nitrogênio (N) e Enxofre (S) não deferiram suas médias estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 5\%$). Todos demais nutrientes foram analisados o efeito simples de suas médias, de acordo com o teste F, se encontradas diferenças significativas nas médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

2.3.1. Macronutrientes

O teor foliar médio de N foi $34,8 \text{ g kg}^{-1}$ de matéria seca para ambos fatores analisados: recipientes e substratos, como pode ser observado na FIGURA 4A e 4B, suas médias são estatisticamente iguais. Este é o nutriente mais exigido e acumulado pelo cafeeiro, pois é componente da clorofila, sua adequada concentração ocasiona crescimento e formação das folhas verdes e vistosas (VILLAR, 2007).

Malavolta (1993) relata que teores de N nas folhas abaixo de $23,0 \text{ g kg}^{-1}$ de N, geralmente estão associados à presença de sintomas visuais de deficiência desse nutriente e acima de $35,0 \text{ g kg}^{-1}$ sintomas de toxidez, em folhas de ramos produtivos. Segundo Prezotti et al. (2007) o teor de N adequado para café conilon é $27,0 \text{ g kg}^{-1}$ e para este experimento seria considerado com teor alto.

Gonçalves et al. (2009) estudando faixas críticas de teores foliares de macronutrientes de cafeeiro produzidas em tubetes encontraram valores de $22,6 \text{ g kg}^{-1}$ a $26,2 \text{ g kg}^{-1}$ para teores de N, ou seja, reforçando que o nível foliar do experimento está superior a faixa crítica. Menoncin et al. (2014) encontraram para o volume de tubete de 280mL o teor de $19,7 \text{ g kg}^{-1}$ de N para o cafeeiro conilon.

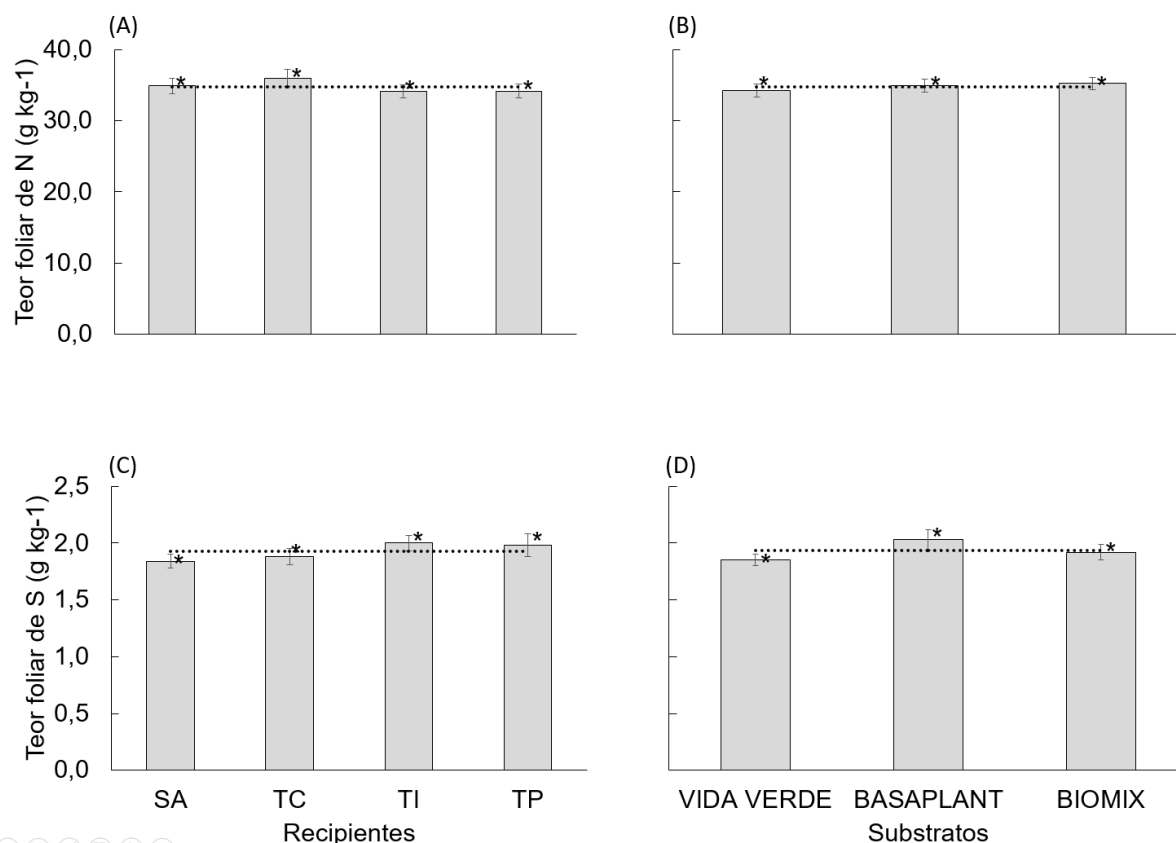


FIGURA 4. Médias da concentração foliar de N em cada recipiente (A) e em cada substrato (B). Médias da concentração foliar de S em cada recipiente (C) e em cada substrato (D). Ambas concentrações em mudas de café conilon.

*Médias não diferiram significativamente pelo teste F. SA: sacola de polietileno; TC: tubete cônico; TI: tubete invertido; TP: tubete plano.

O S é considerado pouco móvel na planta e se encontra nas plantas formando substâncias determinantes de qualidade e conferindo às plantas maior resistência contra as baixas temperaturas (TAIZ & ZEIGER, 2002). Para o teor foliar do S também não foi observado diferença significativa como pode-se observar na FIGURA 4C e 4D, ambos fatores obtiveram médias de $1,9 \text{ g kg}^{-1}$. Segundo Prezotti et al. (2007), os teores adequados de S para cafeeiros se encontram na faixa de $2,4 \text{ g kg}^{-1}$ para café conilon.

Pozza et al. (2001) obtiveram $1,2 \text{ g kg}^{-1}$ de S em mudas de cafeeiro produzidas em tubetes com substratos comerciais. Covre et al. (2013) estudando o conteúdo de nutrientes em mudas de café conilon da variedade Vitória encontraram $2,09 \text{ g kg}^{-1}$ de S para a parte aérea do clone V6. Menoncin et al. (2014) encontraram para o volume de tubete de 280mL o teor de $1,55 \text{ g kg}^{-1}$ de S para o cafeeiro conilon com quatro pares de folhas verdadeiras.

Para o teor foliar de P, as médias foram estatisticamente iguais diante do fator recipiente, mas com relação ao substrato, o substrato comercial Vida Verde® destacou-se com $2,0 \text{ g kg}^{-1}$ de P, não deferindo sua média do substrato Basaplant® (FIGURA 5: A e B). Contudo, todos os tratamentos se encontram acima do teor adequado proposto por Prezotti et al. (2007), pois os teores de P para cafeeiro conilon é de $1,2 \text{ g kg}^{-1}$.

A concentração adequada de P nas mudas estão correlacionadas a umidade do substrato, uma vez que o baixo teor de água no solo utilizado nas mudas poderia limitar sua absorção, pois a sua translocação para raízes é feita por difusão num mecanismo lento para absorção do P pela extensão do sistema radicular. Juntamente com S, o P é o macronutriente menos exigido, na fase adulta, em quantidade que o N e K, diferentemente da fase de formação, onde é altamente requerido, pois atua na estruturação das raízes e do lenho das mudas (MESQUITA ET AL., 2016).

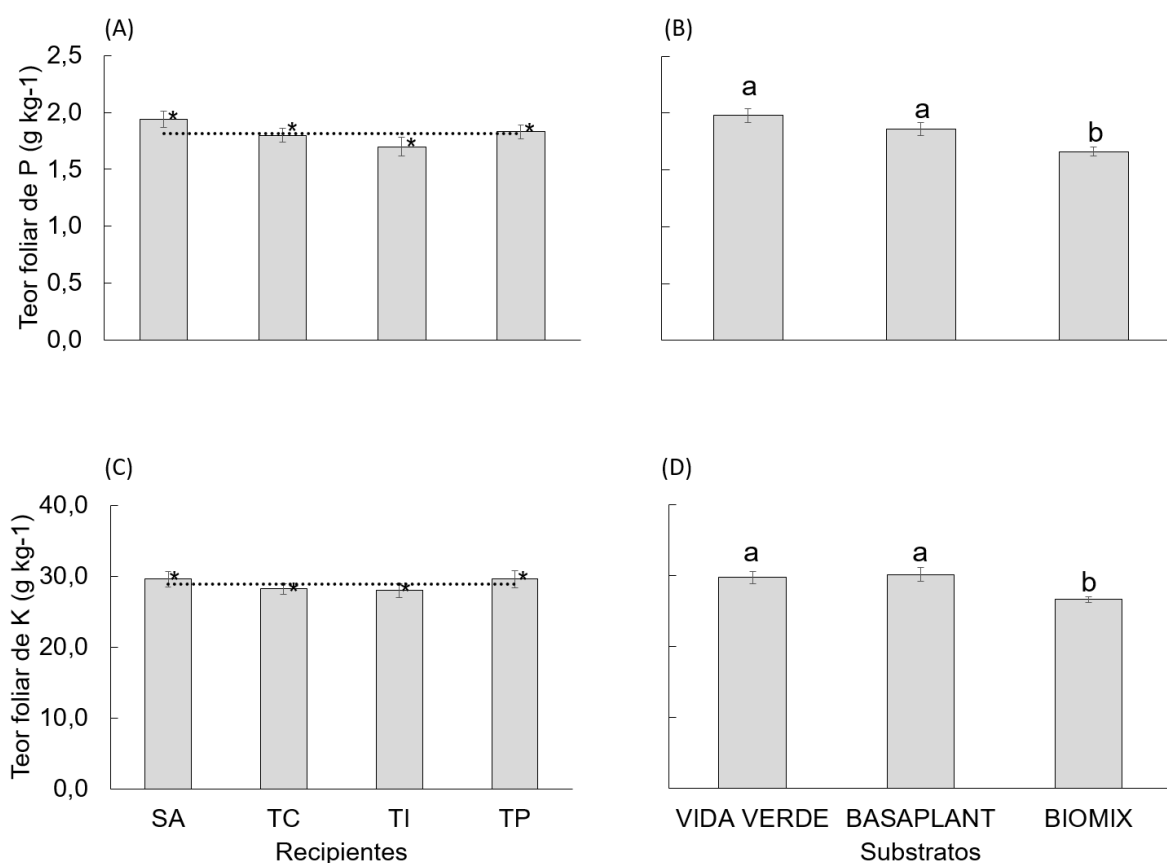


FIGURA 5. Médias da concentração foliar de P em cada recipiente (A) e em cada substrato (B). Médias da concentração foliar de K em cada recipiente (C) e em cada substrato (D). Ambas concentrações em mudas de café conilon.

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *Médias não diferiram significativamente pelo teste F. SA: sacola de polietileno; TC: tubete cônico; TI: tubete invertido; TP: tubete plano.

Pozza et al. (2001), semelhante ao trabalho em estudo, obtiveram teor médio de 2,5 g kg⁻¹ para os substratos com enriquecimento de fertilizante de liberação lenta. Menoncin et al. (2014) avaliando teores de nutrientes em mudas de *Coffea conephora* encontraram valores médios de 1,08 g kg⁻¹ e 1,73 g kg⁻¹ para tubetes de 280mL e sacolas de polietileno, respectivamente. Araújo et al. (2019) avaliando o teor nutricional de mudas de café conilon enriquecidos com lodo de curtume observaram que o tratamento convencional proporcionou maior média de concentração de P quando comparados aos outros tratamentos, ficando em torno de 3,2 g kg⁻¹ de P.

Os teores foliares de K (FIGURA 5C e 5D) apresentaram comportamento similar ao P foliar. Os valores médios para recipientes não diferiram estatisticamente e, para os substratos, o Basaplant® e o Vida Verde® se sobressaíram com 30,2 e 29,7 g kg⁻¹ de K, respectivamente. Entretanto, todos os substratos ficaram com valor médio superior ao proposto por Prezotti et al. (2007) os quais indicaram teor adequado de K de 21,0 g kg⁻¹. Ainda segundo estes autores o K é o segundo nutriente mais absorvido e exportado pelo cafeeiro, sendo superado apenas pela absorção de N, isto pois, o K exerce função na fotossíntese – permitindo o melhor uso da água através da regulação estomática –, respiração e circulação de seiva, síntese de enzimas, promove acúmulo de substâncias reservas e aumento da rigidez do caule quando ainda em formação.

Para os teores de K, Menoncin et al. (2014) encontraram valores de 34,5 e 32,16 g kg⁻¹ para tubetes (280mL) e sacolas de polietileno, respectivamente. Araújo et al. (2019) obtiveram médias de K maiores no tratamento testemunha com terra vermelha de barranco quando comparado aos demais tratamentos, apresentando 29,0 g kg⁻¹. Segundo Mesquita et al. (2016) doses excessivas de K podem acarretar deficiência induzida de Ca e Mg. A interação entre estes três macronutrientes, frequentemente, ocorre interação negativa.

Na FIGURA 6A e 6C, observa-se que os teores de Ca e Mg não diferiram suas médias em relação aos recipientes avaliados. Tratando da FIGURA 6B, pode-se observar que o substrato Biomix® se sobressaiu com teor foliar de Ca, 16,7 g kg⁻¹. Adversamente, os substratos Basaplant® e Vida Verde® apresentaram os menores teores foliares de Ca, visivelmente o efeito da interação negativa, ou seja, o excesso do K fez com que houvesse redução na absorção de Ca pelas mudas provenientes de ambos substratos. Mesmo sendo observado o efeito da interação negativa, estes substratos mantiveram bem próximos do teor adequado de Ca para cafeeiro proposto por Prezotti et al. (2007) de 14,0 g kg⁻¹.

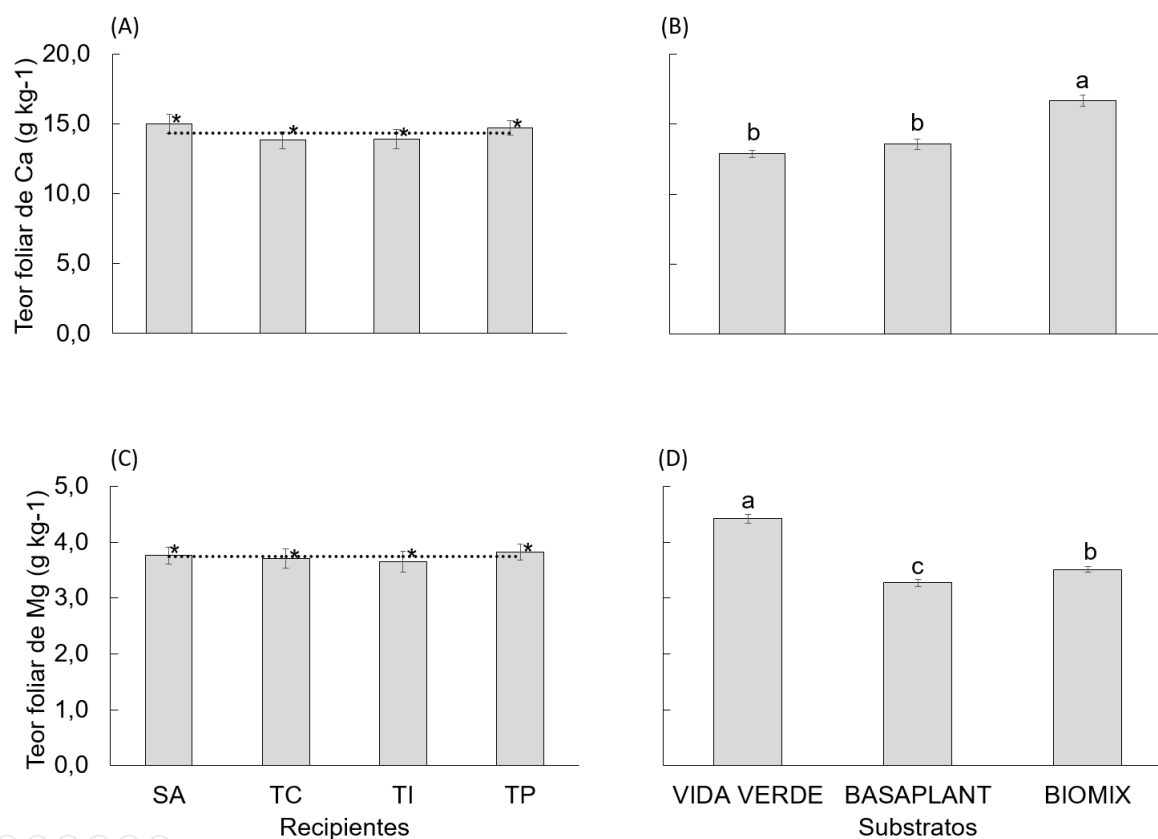


FIGURA 6. Médias da concentração foliar de Ca em cada recipiente (A) e em cada substrato (B). Médias da concentração foliar de Mg em cada recipiente (C) e em cada substrato (D). Ambas concentrações em mudas de café conilon.

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *Médias não diferiram significativamente pelo teste F. SA: sacola de polietileno; TC: tubete cônico; TI: tubete invertido; TP: tubete plano.

Covre et al. (2013), Menoncin et al. (2014) e Araújo et al. (2019) obtiveram teores foliares de 16,7, 12,2 e 14,0 g kg⁻¹ de Ca, respectivamente, utilizando substratos acrescidos de fertilizantes em sacolas de polietileno com mudas da cultivar clonal 'Vitória Incaper 8142'.

Para o Mg, pode ser observado na FIGURA 6D que o substrato Vida Verde[®] destacou-se com teor foliar de 4,4 g kg⁻¹ de Mg. Em contrapartida, o substrato Basaplant[®] obteve o menor teor foliar de Mg, constatando que as mudas derivadas da utilização deste substrato contenham o efeito da concentração de K nas folhas apresentando inibição competitiva por esse macronutriente. Segundo Raij (1991), o aumento da relação Ca:Mg prejudica a absorção do segundo macronutriente, a exemplo, o substrato Biomix[®] que se sobressaiu com teor de Ca, decaiu significativamente no teor de Mg.

Mesmo com a indução a deficiência, os menores teores de Mg permaneceram acima do teor considerado adequada de $3,2 \text{ g kg}^{-1}$ (Prezotti et al., 2007). Covre et al. (2013) obteve teor foliar de Mg de $5,4 \text{ g kg}^{-1}$ em mudas do genótipo V6 de *Coffea conephora* produzidas em sacolas de polietileno. Em contrapartida, Menoncin et al. (2014) obtiveram médias abaixo da faixa adequada em seu estudo de teores de nutrientes em mudas de café conilon, tanto para tubetes quanto para sacolas de polietileno, seu maior teor obtido foi $2,8 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg.

2.3.2. Micronutrientes

O teor foliar de Cu não deferiu estatisticamente entre os recipientes, e em relação aos substratos, o substrato Vida Verde® e o Basaplant® destacaram-se possuindo médias estatisticamente iguais, $8,5$ e $8,3 \text{ mg kg}^{-1}$ respectivamente (FIGURA 7A e 7B). Segundo a classificação de Prezotti et al. (2007), estes valores estão abaixo do teor adequado de $11,0 \text{ mg kg}^{-1}$ de Cu.

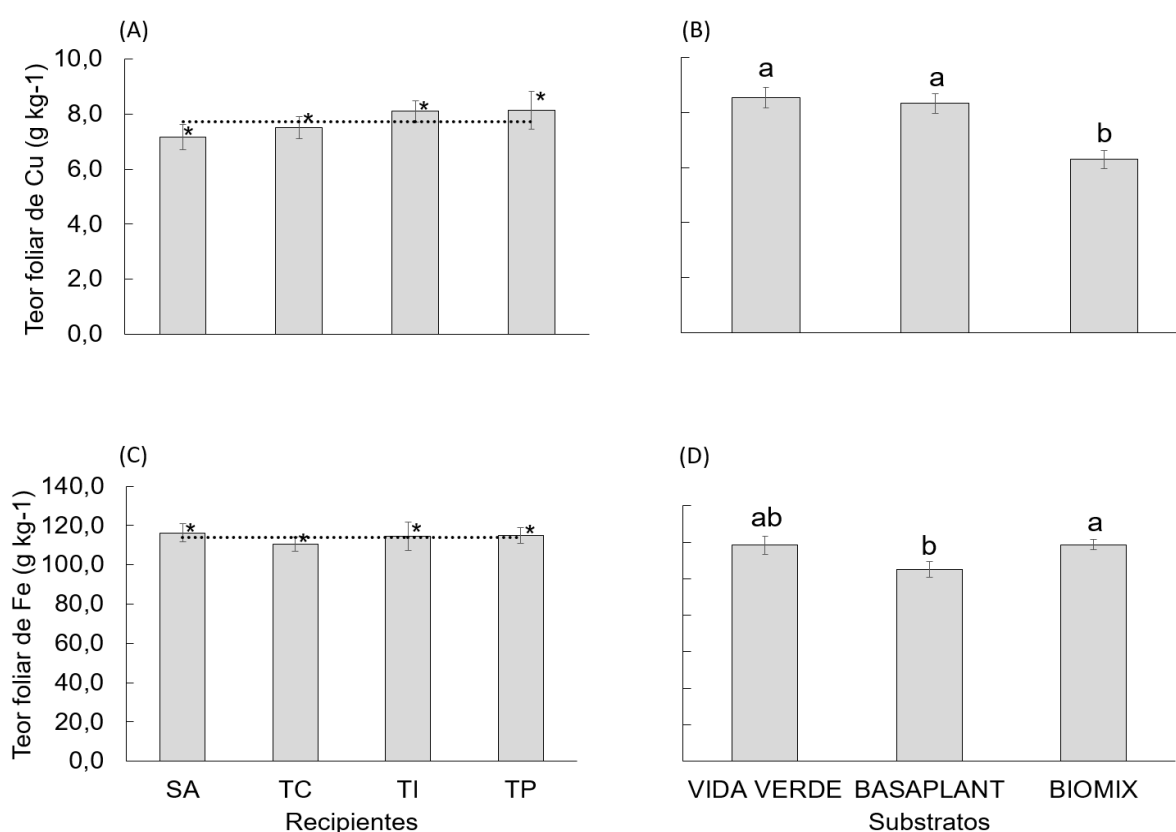


FIGURA 7. Médias da concentração foliar de Cu em cada recipiente (A) e em cada substrato (B). Médias da concentração foliar de Fe em cada recipiente (C) e em cada substrato (D). Ambas concentrações em mudas de café conilon.

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *Médias não diferiram significativamente pelo teste F. SA: sacola de polietileno; TC: tubete cônico; TI: tubete invertido; TP: tubete plano.

Corroborando com os resultados abaixo da faixa adequada tem-se o trabalho de Covre et al. (2013) que obteve $10,0 \text{ mg kg}^{-1}$ de Cu para as mudas de café conilon do genótipo V6. Contradizendo estes resultados, Partelli et al. (2006) avaliando o teor de nutrientes de lavouras de café conilon sob cultivo orgânico e convencional obteve médias superiores de $16,1$ e $12,0 \text{ mg kg}^{-1}$ de Cu, respectivamente. Fagundes et al. (2016) comparando fontes de fertilizantes de micronutrientes para cafeeiro também obtiveram no seu tratamento testemunha sem adubação foliar média de $12,0 \text{ mg kg}^{-1}$ de Cu.

Os resultados obtidos neste experimento podem está intimamente ligados ao fato do alto teor de N na composição foliar, pois altos níveis de N agravam a deficiência de Cu. Outra influência está ligada ao alto teor de matéria orgânica dos substratos, pois a forma iônica absorvida pelas plantas é Cu^{2+} e essa associação com o material orgânico é maior (DECHEN & NACHTIGALL, 2007).

O Cu é um micronutriente que, a exemplo do Zn, geralmente não é encontrado em quantidade suficiente no solo. Nas lavouras em cujo manejo se adota o controle de doenças fúngicas, mediante o emprego, via foliar, de fungicidas cúpricos, o suprimento desse nutriente é satisfatório para o atendimento das necessidades nutricionais do cafeeiro (MESQUITA et al., 2016).

Para o micronutriente Fe também não observou-se diferença nas médias em relação aos recipientes equivalendo a média geral de $114,1 \text{ mg kg}^{-1}$ de Fe nas concentrações foliares das mudas (FIGURA 7C). A diferença foi somente em relação aos substratos, cujo o substrato Biomix® e Vida Verde® se sobressaíram com média de $118,6$ e $118,3 \text{ mg kg}^{-1}$ de Fe respectivamente (FIGURA 7D). O substrato Basaplant® obteve a média de aproximadamente 11% inferior. Segundo Prezotti et al. (2007) o valor ideal de Fe para o café conilon seria de $131,0 \text{ mg kg}^{-1}$, ou seja, todos os tratamentos estão abaixo do teor de Fe adequado.

Covre et al. (2013) obteve em seu estudo de crescimento e desenvolvimento inicial de genótipos de café conilon a média de $310,1 \text{ mg kg}^{-1}$ de Fe para o genótipo V6. Diferentemente do obtido por Serrano et al. (2009) onde apresentou média de teor foliar de Fe em torno de 50% menor do que o adequado.

O Fe é um micronutriente pouco móvel na planta que participa do processo de respiração, geralmente é o mais acumulado, mas isto depende além da espécie e do genótipo, do local e época do ano, idade, órgãos e tecidos de uma mesma planta. Além disso, pode associar a carência de Fe nas mudas devido ao alto teor de matéria

orgânica dos substratos e a há possíveis encharcamentos ocasionadas pela irrigação constante. Nestas condições, a diminuição das regas e uma maior exposição ao sol seriam suficientes para restabelecer as condições normais de seu suprimento.

Assim como para outros nutrientes, o equilíbrio é um fator importante na determinação da disponibilidade de Fe, e os níveis excessivos de Mn, por antagonismo, diminuem a absorção de Fe pela planta.

Os teores foliares de Mn e Zn diferiram estatisticamente em relação aos recipientes e substratos utilizados. Na FIGURA 8A observa-se que todos os tubetes utilizados são estatisticamente iguais e se sobressaíram em relação a sacola de polietileno utilizada em torno de 30 e 15% superiores para o teor de Mn e Zn respectivamente. Na FIGURA 8B observa-se que os substratos Basaplant® e Vida Verde® foram estatisticamente iguais, diferindo suas médias do substrato Biomix® em torno de 25 e 7% para o teor de Mn e Zn, respectivamente.

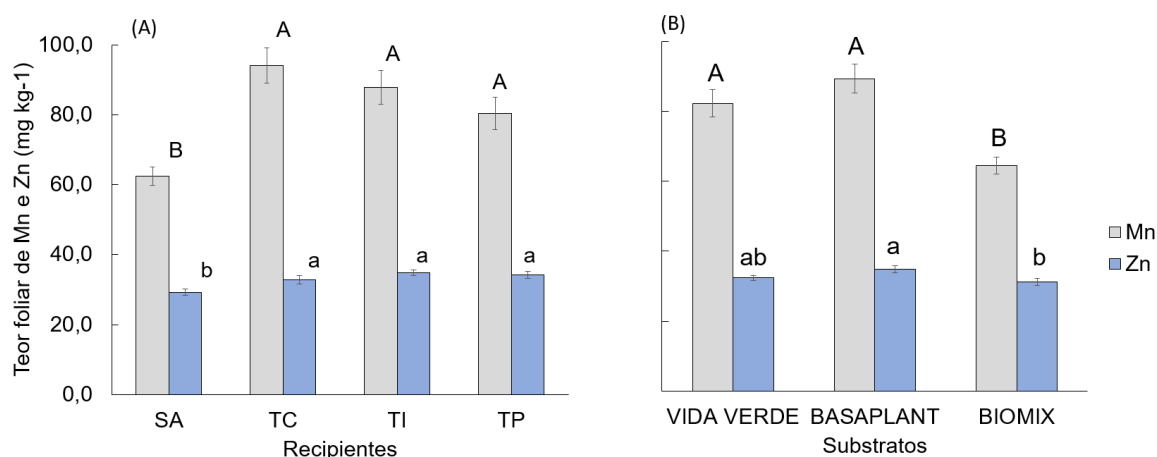


FIGURA 8. Médias da concentração foliar de Mn e Zn em cada recipiente (A) e em cada substrato (B) de mudas de café conilon.

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas para os teores foliares de Mn e minúsculas para os teores foliares de Zn, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). SA: sacola de polietileno; TC: tubete cônico; TI: tubete invertido; TP: tubete plano.

Os teores adequados de Mn e Zn recomendados por Prezotti (2004) são 69,0 e 12,0 mg kg⁻¹ nessa ordem. Cabe salientar que apenas a sacola de polietileno (62,5 mg kg⁻¹) e o substrato Biomix® (64,5 mg kg⁻¹) ficaram abaixo do valor adequado para o teor de Mn. Para o teor foliar de Zn, todos os tratamentos obtiveram valor ao menos 2,4 vezes maior que o teor adequado.

Pozza et al. (2001) e Bragança et al. (2007) obtiveram em seus experimentos valores acima de 300,0 mg kg⁻¹ de Mn. Segundo Malavolta (1993) a alta concentração

de Mn pode inibir por competição a absorção de Fe e sua translocação, pois este nutriente é responsável pela ativação de enzimas envolvidas na redução de nitrato, no metabolismo de carboidratos e na respiração. Nota-se então, que mesmo não obtendo médias iguais ou superiores de Mn encontrado por estes autores, é possível que em relação ao substrato Basaplant[®] possa ter ocorrido tal competição entre os micronutrientes.

Covre et al. (2013) e Venâncio (2016) apresentaram em seus trabalhos o percentual médio de micronutrientes em genótipos de *Coffea conephora* e observa-se valores opostos do teor de Mn: 46,1 e 171,7 mg kg⁻¹ respectivamente. O Mn é o micronutriente mais acumulado na muda depois do Fe e grande acúmulo não traduz uma exigência da planta, pois eventuais desequilíbrios em Mn se destacam mais pela sua deficiência que pelo excesso (MESQUITA ET AL., 2016).

Com relação ao teor foliar de Zn, encontra-se na literatura vários autores que encontraram em seus experimentos com café conilon valores superiores a 20 mg kg⁻¹ (POZZA et al., 2001; BRAGANÇA et al., 2007; COVRE et al., 2013). O Zn é essencial para muitos sistemas enzimáticos da planta. Ele controla a produção de importantes reguladores de crescimento que afetam o novo crescimento e o desenvolvimento. Se o Zn está deficiente ou é fornecido em pouca quantidade, conseqüentemente a utilização de outros nutrientes pela muda também diminuirá ocasionando o crescimento raquítico das plantas.

Juntamente com o Zn, o B é o micronutriente que mais limita a produção do cafeeiro. Neste experimento observa-se na FIGURA 9A que o Boro foi apenas significativo em relação aos recipientes utilizados, ou seja, de acordo com a análise estatística o recipiente exerce influência sobre a absorção foliar do B e os melhores resultados foram obtidos nos tubetes plano e invertido. Observou-se nas mudas cultivadas em sacola de polietileno as menores concentrações foliares de B, justificando que para o B, bem como para outros nutrientes analisados neste experimento (S, Cu, Mg e Zn), ocorreu o efeito de diluição, ou seja, a sacola de polietileno proporcionou taxa de crescimento relativo de matéria seca superior à taxa de absorção relativa do nutriente.

Na FIGURA 9B observa-se que suas médias foram iguais para todos os substratos, 62,0 mg kg⁻¹. Todos os tratamentos ficaram acima do teor foliar adequado de 48,0 mg kg⁻¹ de B prescrito por Prezotti et al. (2007).

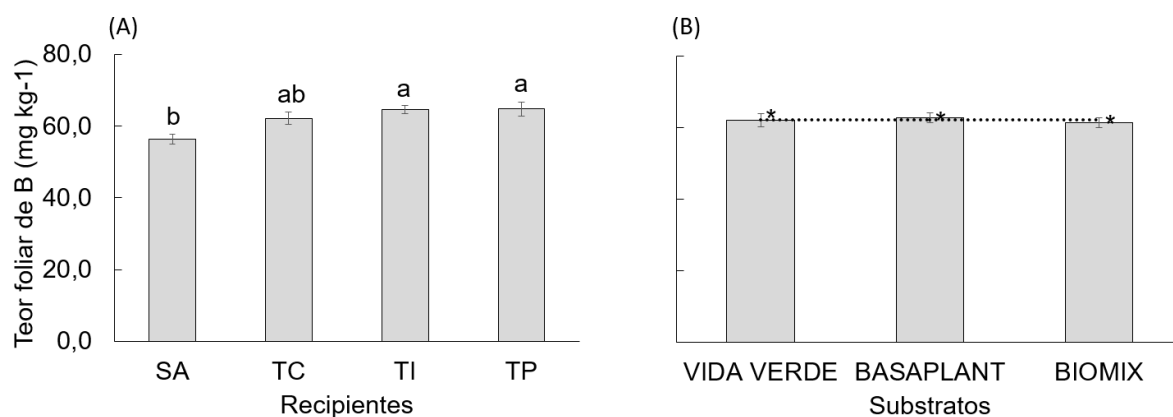


FIGURA 9. Médias da concentração foliar de B em cada recipiente (A) e em cada substrato (B) em mudas de café conilon.

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *Médias não diferiram significativamente pelo teste F. SA: sacola de polietileno; TC: tubete cônico; TI: tubete invertido; TP: tubete plano.

Corroborando com os resultados do presente trabalho Pozza et al. (2001) obtiveram $64,1 \text{ mg kg}^{-1}$ de B utilizando tubetes, mesmo que menores (120mL), com substrato comercial com fertilizante de liberação lenta. Covre et al. (2013) obtiveram teor médio de $139,3 \text{ mg kg}^{-1}$ de B para o mesmo genótipo utilizado neste experimento, o V6. Tomaz et al. (2011) foram beneficiados na produção de matéria seca e na eficiência de utilização de B e Zn utilizando sacolas plásticas com mudas enxertadas. Silva et al. (2019) obtiveram em 42 genótipos de *Coffea conephora* média da concentração foliar de B em torno de $63,3 \text{ mg kg}^{-1}$.

2.4. CONCLUSÕES

A absorção de N e S não foi influenciado pela utilização dos diferentes recipientes e substratos comerciais.

Em relação a micronutriente, os substratos não diferiram apenas na concentração de B.

A concentração foliar do Fe e Cu foram os únicos abaixo do teor adequado.

A utilização de tubetes destacaram na concentração dos micronutrientes Mn, Zn e B.

O substrato Biomix® proporcionou a maior concentração foliar de Ca e Fe.

Pela concentração foliar de nutrientes, recomenda-se a utilização de tubetes associados ao substrato Vida Verde® ou Basaplant®.

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorol Z.** 2013; 22:711-28.

ARAÚJO, T. C. et al. Teor nutricional de mudas de café conilon produzidas com substratos enriquecidos com lodo de curtume. In: X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil – ISSN: 1984-9249 8 a 11 de outubro de 2019, Vitória – ES.

BOTELHO, D. M. S. et al. Efeito do Silício na intensidade da Cercosporiose e na nutrição mineral de mudas de cafeeiro. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo – SP, v.78, n.1, p. 23-29, jan./mar. 2011.

BRAGANÇA, S. M. et al. Acúmulo de B, Cu, Fe, Mn e Zn pelo cafeeiro conilon. **Revista Ceres**, Viçosa – MG, v. 54, n. 314, p. 398-404, jan./fev. 2007.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira. **Safra 2021**.

COVRE, A. M. et al. Crescimento e desenvolvimento inicial de genótipos de café Conilon. **Revista Agro@mbiente On-line**, Centro de Ciências Agrárias – Boa Vista, RR, v.7, n.2, p.193-202, maio-agosto, 2013.

DECHEN, A. R. & NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F. et al. (Ed.) Fertilidade do solo. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. p.91-132.

FAGUNDES, A. V. et al. Comparação de fontes de fertilizantes de micro-nutrientes comerciais, com a recomendação tradicional de sais para o cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 42., 2016, Serra Negra. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2016. (1 CD-ROM), 2 p.

FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 77p, 2002.

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G. **Produção de mudas de cafeeiro**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 60p.

GONÇALVES, S. M. et al. Faixas críticas de teores foliares de macronutrientes em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) produzidas em tubetes. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 743-752, maio/jun., 2009.

MARANA, J. P. et al. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, Santa Maria - RS, v.38, n.1, p.39-45, jan./fev. 2008.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação do cafeeiro: colheitas máximas econômicas. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 1993. 210 p.

MENDES, A. M. S. **Introdução a fertilidade do solo**. Departamento de Solos da UFV no Curso de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas. Viçosa - MG, 2007, 64p.

MENONCIN, G. et al. Teores de nutrientes em mudas clonais de Coffea canephora BRS Ouro Preto em diferentes volumes de tubetes. In: REUNIÃO DE CIÊNCIA DO SOLO DA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 2., 2014, Porto Velho. **Anais...** Porto Velho: SBCS, 2014.

MESQUITA, C. M. et al. **Manual de café: manejo de cafezais em produção**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 72p. il.

PARTELLI, F.L. et al. Estabelecimento de normas DRIS em cafeeiro conilon orgânico ou convencional no estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 3, p. 443-451, 2006.

PREZOTTI, L. C. et al. **Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo** – 5ª aproximação. Vitória, ES, SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

POZZA, A. A. A. et al. Produção, nutrição e sanidade de mudas de cafeeiro em tubetes com diferentes substratos e adubações. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil (2. : 2001 : Vitória, ES). Resumos. Brasília, D.F. : Embrapa Café, 2001. 181p. : il.

SERRANO, L. A. L. Adubação orgânica na cova de plantio do cafeeiro conilon (Coffea canephora Pierre ex Froehner): II. efeitos nos teores foliares de nutrientes. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória. Inovação científica, competitividade e mudanças climáticas: **Anais...** Vitória: Consórcio Pesquisa Café, 2009. 6p.

SILVA, C. A. et al. Concentração foliar de nutrientes em 42 genótipos de Coffea canephora. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 10., 2019, Vitória. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2019, 5p.

TAIZ, L. E.; ZEIGER, E. Plant physiology. 3. ed. Sunderland, Massachusetts, **Sinauer Associates**, Inc., Publishers. (2002) 690 p.

TOMAZ, M. A. et al. Produção de mudas de qualidade: base para a sustentabilidade da lavoura cafeeira. In: TOMAZ, M. A. et al. (Org.). **Inovação, difusão e integração: bases para a sustentabilidade da cafeicultura**. Alegre: CAUFES, 2012. p.71-88.

VENÂNCIO, F. C. D. Acúmulo de micronutrientes em materiais genéticos de cafeeiro Conilon. 2016. 65p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alegre, 2016.

VILLAR, M. L. P. **Manual de interpretação de análise de plantas e solos e recomendação de adubação**. Cuiabá: EMPAER-MT, 2007. 182 p. (EMPAER-MT, Série Documentos, 35).

ANEXOS



FIGURA 1. Disposição dos blocos na área experimental no Viveiro Marinato localizado na cidade de Jaguaré – ES. (A) Dia 27 de outubro de 2020 início da montagem do experimento; (B) Dia 09 de dezembro de 2020 inserção dos clones aos substratos.

Fonte: autor próprio (2021).

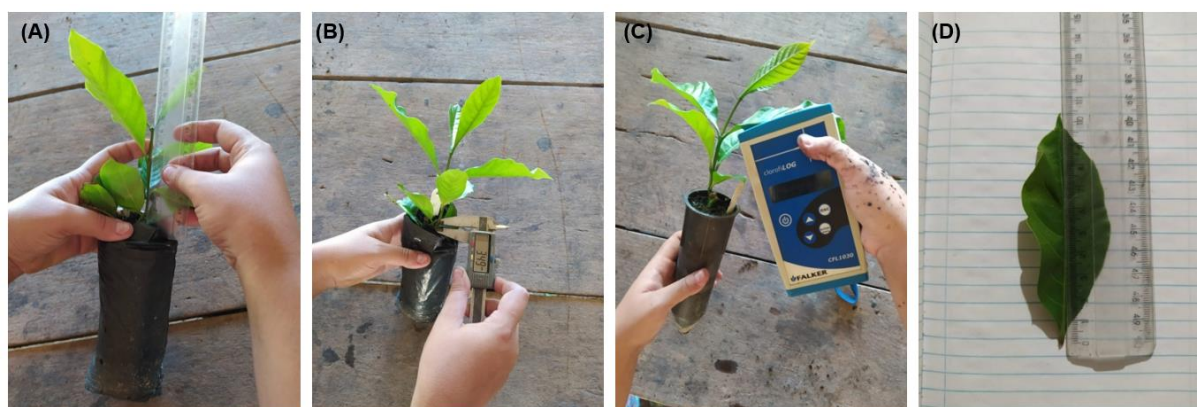


FIGURA 2. Imagens representativas das análises biométricas realizadas a campo: (A) Altura da planta em centímetros, medida do colo da muda até a gema apical, com auxílio da régua milimetrada; (B) Diâmetro do caule em milímetros, medida no colo da muda com auxílio do parquímetro digital; (C) Clorofila total, medida em um par de folha por muda com auxílio do clorofiLOG® da marca Falker; (D) Área foliar em centímetros, medidas de todas as folhas da muda de uma extremidade a outra para posteriormente obter a área foliar final da muda em cm^2 .

Fonte: autor próprio (2021).



FIGURA 3. Imagens representativas das mudas retiradas dos recipientes ao qual foram submetidas: (A) muda de sacola de polietileno; (B) muda de tubete cônico; (C) muda de tubete invertido; (D) muda de tubete plano.

Fonte: autor próprio (2021).



FIGURA 4. Representatividade das fases do experimento: (A) Dia 09 de dezembro de 2020 foi realizado a implantação dos clones nos recipientes; (B) Dia 29 de março de 2021 começou o desmanche do experimento e avaliações finais; (C) Separação das folhas, ramos e raízes para obtenção de matéria fresca e seca de parte aérea (folha + ramos) e da raiz; (D) Acondicionamento em sacos de papel da parte aérea e da raiz para realização da secagem na estufa em laboratório.

Fonte: autor próprio (2021).