

VOLUME E GRANULOMETRIA DO SUBSTRATO NA QUALIDADE DE MUDAS FORMADAS EM TUBETES

José Laércio FAVARIN¹; Júlio E. Tavares JUNIOR²; Paula Rodrigues SALGADO³, Marcos Silveira BERNARDES⁴, Fabiana Taveira CAMARGO⁵; Aurenny A. Pereira LUNZ⁶

¹ Professor Dr. Departamento de Produção Vegetal da ESALQ, USP, ² Bunge Fertilizantes S.A.; ³ Doutoranda na área de Fitotecnia da ESALQ, USP, ⁴ Professor Dr. Departamento de Produção Vegetal da ESALQ, USP, ⁵ Mestranda na área de Fitotecnia da ESALQ, USP, ⁶ Doutoranda na área de Fitotecnia da ESALQ, USP.

Resumo

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a influência do volume e da granulometria do substrato comercial, utilizado na produção de mudas em tubetes, sobre o crescimento vegetativo das plantas de café. O experimento foi conduzido no viveiro do Centro de Café do IAC, localizado na Fazenda Santa Elisa, Campinas, SP, utilizando a cultivar Catuaí Vermelho IAC 144 (*Coffea arabica* L.). Foram adotados nove tratamentos com quatro repetições, com delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial 3 x 3, formado pela combinação de três volumes de substrato (50, 120 e 200 cm³) e três granulometrias proporcionadas pelas seguintes composições granulométricas: 100 % de substrato comercial na granulometria original, 100 % de substrato comercial finamente moído e pela mistura, em volume, de 50% de substrato na granulometria comercial com 50 % de substrato moído. A influência das variáveis (volume e granulometria) do substrato no crescimento das mudas de café foi avaliada por meio das determinações dos parâmetros biométricos vegetativo da parte aérea e raízes como: altura da planta, diâmetro do caule, matéria seca da parte aérea, área foliar total, área do 1º par de folhas. O crescimento das plantas depende do volume e da granulometria do substrato, sendo maior com a utilização de 200 cm³ de substrato e a diminuição da granulometria pela mistura, em partes iguais, do substrato finamente moído com o substrato comercial na granulometria original. A área foliar do primeiro par de folhas do ramo ortotrópico, na base do caule, influencia a qualidade da muda, proporcionando aumento na altura da planta, diâmetro do caule e matéria seca total da parte aérea.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L., altura planta, diâmetro do caule, área foliar

SUBSTRATE VOLUME AND GRANULOMETER IN COFFEE SEEDLINGS PRODUCTION

Abstract

The purpose of this research were the evaluation of commercial substrate volume and granulometer influence - used in production of coffee seedlings in plastic tubes - on coffee plants growth, the time of seedlings development and also seedling-substrate handling stability. The project was carried out in a nursery at Coffee Experimental Center of IAC, SP, Brazil, with the cultivar Catuaí Vermelho IAC 144 (*Coffea arabica* L.). Nine treatments were tested with 4 replicates and the experimental design used was randomized blocks with 3x3 factorial composed by 3 substrates volumes (50, 120 and 200 cm³) and 3 granulometer substrates levels obtained by the following granulometer compositions: 100 % of commercial substrate on original granulometer, 100 % of crushed commercial substrate and the mix, in volume, of 50 % of substrate on original granulometer and 50 % of crushed substrate. The substrate volume and granulometer influence on coffee seedlings growth was evaluated by growth parameters of shoot and root determination, using: seedling height, stem diameter, shoot dry matter, total leaf area, first leaf area. In addition to these parameters, the time of seedlings development and seedling-substrate handling stability were also evaluated. The seedlings growth depend on substrate volume and granulometer, being higher when 200 cm³ of substrate volume were used keeping an equal proportion of the different substrate granulometers (original and crushed). The foliar area of the first pair of leaves of the branch, in the base of caule, influences the quality of the dumb one, providing increase in the height of the plant, diameter of caule and total dry substance of the aerial part.

Key words: *Coffea arabica* L., seedling height, stem diameter, leaf area

Introdução

Uma inovação técnica que vem sendo assimilada pelo setor cafeeiro na área de produção de mudas é a utilização de tubetes e substratos alternativos.

A maioria dos trabalhos realizados com substratos comerciais como o plantmax na formação de mudas de café enfoca, predominantemente, os atributos químicos do material (Oliveira et al., 1995; Favoreto et al., 1998; Guimarães et al., 1998; Ortolani et al., 1998; Mello et al., 1999).

Phipps (1974) estudou a influência do substrato na formação de mudas de essências florestais produzidas em tubetes e concluiu que a composição do substrato pode afetar tanto o crescimento quanto a sobrevivência das plantas, não sendo as diferenças atribuídas, exclusivamente, às características químicas do material. A partir da observação deste autor

pode se afirmar que os atributos físicos dos substratos são tão importantes quanto os atributos químicos. Entretanto, a maioria dos trabalhos prioriza a avaliação dos atributos químicos do substrato em detrimento das características físicas, a qual é fundamental à aeração das raízes, mas que não tem sido avaliada nos trabalhos dessa natureza.

No trabalho em que avaliaram o crescimento das plantas de café em tubetes com 50 cm³ e 120 cm³ de substrato Melo et al. (1999) não constataram diferença na formação da muda na fase de viveiro. Esta observação é surpreendente, considerando a grande diferença no volume de substrato, de espaço às raízes e nutrientes disponíveis às plantas.

Segundo Spurr & Barnes (1973) o substrato exerce influência significativa na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas. As principais alterações nas raízes são provocadas pela qualidade e quantidade do substrato, em particular, quando é utilizado recipiente de menor volume. Nestas condições, a elevada concentração de raízes no recipiente pode prejudicar o suprimento de oxigênio (O₂) e comprometer a formação da muda.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a influência do volume e da granulometria do substrato comercial (plantmax), utilizado na produção de mudas em tubetes, sobre o crescimento vegetativo das plantas de café, na fase de viveiro.

Material e Métodos

O experimento foi instalado no viveiro de mudas do Instituto Agronômico de Campinas, na Fazenda Santa Elisa, utilizando plântulas da cultivar Catuaí Vermelho IAC 144, as quais foram transplantadas para os tubetes no estádio de folhas cotiledonares expandidas - "orelha de onça".

Foi adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema fatorial 3x3, obtido pela combinação de três volumes de substrato (50 cm³, 120 cm³ e 200 cm³) e três granulometrias a partir do substrato comercial – plantmax na granulometria original, perfazendo nove tratamentos (Tabela 1) com quatro repetições.

O substrato comercial finamente moído (SCM) foi obtido pela moagem do substrato comercial em moinho de martelo, com o material macerado sendo pressionado numa peneira instalada na saída da máquina. As três composições granulométricas foram determinadas através de um conjunto de peneiras para a quantificação das diferentes frações de partículas.

A escolha dos diferentes volumes de substratos foi feita com base no recipiente padrão em uso na formação de mudas de café (120 cm³), acrescentando tubetes com capacidade inferior (50 cm³) e superior (200 cm³).

Para a fertilização do substrato comercial foram adotadas as recomendações de Paiva et al. (1998) e Melo et al. (1999) utilizando osmocote na dose de 18 g por kg de substrato. O fertilizante continha 15: 10: 10 (% de N, P₂O₅ e K₂O), além de 3,5% de Ca, 1,5% de Mg, 3,0% de S, 0,05% de Zn, 0,02% de B, 0,05% de Cu, 0,1% de Mn, 0,5% de Fe e 0,004% de Mo. O fertilizante osmocote tem como característica a liberação gradual dos nutrientes, que se dá no período de 5 a 6 meses após a sua aplicação, variando de acordo com a umidade e a temperatura do substrato.

Tabela 1. Tratamentos com base no volume e na granulometria do material em razão das composições granulométricas a partir do substrato comercial plantmax

Tratamentos	Volume (cm ³)	Composição granulométrica do substrato
V1G1		100% substrato comercial na granulometria original (SC)
V1G2	50	100% substrato comercial finamente moído (SCM)
V1G3		50% substrato comercial (SC)+50% substrato moído (SCM) ¹
V2G1		100% substrato comercial na granulometria original (SC)
V2G2	120	100% substrato comercial finamente moído (SCM)
V2G3		50% substrato comercial (SC)+50% substrato moído (SCM) ¹
V3G1		100% substrato comercial na granulometria original (SC)
V3G2	200	100% substrato comercial finamente moído (SCM)
V3G3		50% substrato comercial (SC)+50% substrato moído (SCM) ¹

¹ mistura granulométrica com base em volume

A avaliação da influência do volume e da granulometria do substrato foi efetuada por meio da determinação da (i) altura de planta, (ii) diâmetro do caule (iii) matéria seca da parte aérea, (iv) área foliar total e (v) área foliar do primeiro par de folhas. O primeiro par de folhas refere-se às folhas emitidas após as folhas cotiledonares, ou seja, são aquelas situadas na base do caule.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e ao ser constatada a significância pelo teste F, comparou-se a média dos tratamentos por meio do teste Tukey a 1 % e 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Para a altura de plantas constatou significância a 1 % de probabilidade para o volume de substrato (Tabela 2). As plantas mais altas foram formadas nos tubetes com maior quantidade de substrato (200 cm³: 20,9 cm), enquanto o menor porte foi verificado nas plantas do menor recipiente (50 cm³: 14,5 cm). A utilização de 120 cm³ de substrato proporcionou a formação de plantas com altura intermediária (17,1 cm) as quais diferem daquelas que se desenvolveram nos recipientes com 200 cm³ e 50 cm³ de substrato, respectivamente.

Os melhores resultados para a altura de plantas constatadas nas plantas que se desenvolveram com maior quantidade de substrato e à maior área foliar do primeiro par de folhas (Tabela 6). Pode-se admitir que as plantas que possuíam maior área do primeiro par de folhas (folhas da base do caule) dispunham desde o início da formação de maior quantidade de carboidratos que foram consumidos durante o crescimento vegetativo. Esta afirmação é aceitável uma vez que nas condições de viveiro as plantas não sofreram estresse hídrico (irrigação) e as condições de insolação e temperatura atmosférica (ambiente de viveiro) foram semelhantes às mudas e não limitaram a fotossíntese (síntese de carboidrato).

Para o diâmetro do caule verificou-se diferença estatística a 1% de probabilidade para volume e granulometria do substrato comercial (Tabela 3). Na interação entre as variáveis (volume e granulometria) também constatou efeito significativo ($p < 0,05$) para o diâmetro do caule (Tabela 3).

Tabela 2. Médias da altura (cm) das mudas de café em razão do volume (50, 120 e 200 cm³) de substrato

Variável	Volume de substrato		
	50 cm ³	120 cm ³	200 cm ³
Altura de plantas	14,5c	17,1b	20,9a

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 1% de probabilidade.

As plantas que se desenvolveram nos tubetes com 200 cm³ de substrato apresentaram maior diâmetro de caule (3,8 mm), seguidas das plantas dos recipientes com 120 cm³ (3,4 mm) e 50 cm³ de substrato (2,4 mm), respectivamente (Tabela 3).

O maior diâmetro do caule se deve, provavelmente, ao aumento na quantidade das reservas carregadas das folhas (fonte de carboidrato) até este órgão, estimulando a atividade do câmbio vascular, meristema secundário que nas dicotiledôneas, como o cafeeiro, é responsável pelo crescimento em espessura, por meio da formação e expansão de células em direção ao exterior do caule.

Tabela 3. Médias do diâmetro do caule (mm) das mudas de café em razão do volume (50, 120 e 200 cm³) e da granulometria do substrato (100% SC, 100% SCM e 50% SC+50% SCM)

Parâmetro	Volume de substrato			Granulometria do substrato		
	50 cm ³	120 cm ³	200 cm ³	SC	SCM	SC+SCM
Diâmetro caule	2,4c	3,4b	3,8a	3,1b	3,1b	3,4a

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 1% de probabilidade.

Pode-se admitir que as plantas nos tubetes com maior volume de substrato, por apresentarem maior diâmetro, terão à sua disposição uma quantidade superior de reservas (carboidratos) para ser metabolizado na fase de crescimento inicial no campo. Portanto, plantas com esta característica, maior diâmetro de caule, são desejáveis, uma vez que a taxa fotossintética é nula no período subsequente ao plantio, pois a respiração de carboidrato é superior a sua produção pela fotossíntese, devido ao estresse sofrido pelas mudas no plantio. Assim, as mudas com diâmetro mais espesso (maior reserva) há maior probabilidade de sobreviver, diminuindo a necessidade de replantio e, obviamente, o custo de implantação da lavoura.

Na interação entre volume e granulometria do substrato verificou-se que as plantas apresentaram o menor diâmetro ($p < 0,05$) na combinação entre o recipiente com 50 cm³ de substrato e o uso do material na granulometria comercial (50 cm³ e 100% SC: 2,1 mm), seguida pelas plantas obtidas com a mesma quantidade de substrato na granulometria finamente moída (50 cm³ e 100% SCM: 2,3 mm). O maior diâmetro foi obtido nas mudas formadas na mistura granulométrica (50 cm³ e 50% SC + 50% SCM: 2,9 mm) (Tabela 4). A mistura dos substratos (50% SC + 50% SCM) proporcionou, provavelmente, melhorias nas condições físicas, principalmente em relação à aeração no menor recipiente (50 cm³).

Destaca-se, também, que houve interação entre todos os volumes de substrato avaliados (50, 120 e 200 cm³) e o uso de substrato na granulometria comercial (100% SC) e na granulometria finamente moída (100% SCM). As plantas que foram conduzidas nas condições dos tratamentos V3G1 (200 cm³ e 100% SC: 3,8 mm) apresentaram maior diâmetro do

caule, seguidas das plantas dos tratamentos V2G1 (120 cm³ e 100% SC: 3,4 mm) e, finalmente, das plantas dos tratamentos V1G1 (50 cm³ e 100% SC: 2,1 mm). A mesma tendência foi observada nas plantas dos tratamentos V3G2 (200 cm³ e 100% SCM: 3,8 mm), as quais foram superiores às plantas dos tratamentos V2G2 (120 cm³ e 100% SCM: 3,3 mm) e V1G2 (50 cm³ e 100% SCM: 2,3 mm), respectivamente. Para a mistura entre as granulometrias (50% SC+50% SCM) verificou-se diferença somente nas plantas que cresceram no menor volume de substrato (50 cm³ e 50% SC + 50% SCM: 2,9 mm), com diâmetro do caule inferior às plantas dos tratamentos V2G3 (120 cm³ e 50% SC + 50% SCM: 3,5 mm) e V3G3 (200 cm³ e 50% SC + 50% SCM: 3,7 mm) as quais apresentaram comportamento semelhante.

Tabela 4. Médias do diâmetro do caule (mm) das mudas de café em razão da interação entre as variáveis volume e granulometria do substrato

Volume de substrato	Granulometria do substrato		
	100% SC	100% SCM	50% SC+50% SCM
50 cm ³	2,1cC	2,3cB	2,9bA
120 cm ³	3,4bA	3,3bA	3,5aA
200 cm ³	3,8aA	3,8aA	3,7aA

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação à granulometria (Tabela 5) verificou-se que as plantas conduzidas no substrato constituído pela mistura, a base de volume, de 50% do substrato comercial (SC, granulometria original) e 50% desse substrato finamente moído (SCM), apresentaram maior quantidade de matéria seca da parte aérea (1,70 g). Nas plantas desenvolvidas nas demais granulometrias (100% SC e 100% SCM) não se verificou influência na matéria seca da parte aérea.

As plantas estabelecidas nos recipientes com 200 cm³ de substrato apresentaram as maiores quantidades de matéria seca da parte aérea (folhas e caule) da ordem de 39,33% e 134,83% em relação aos resultados obtidos nas plantas formadas com 120 cm³ e 50 cm³ de substrato, respectivamente (Tabela 5). Assim como se deu com o volume do substrato, os resultados da matéria seca da parte aérea (folhas e caule) variam com a granulometria, tendo sido superior devido à influência nos parâmetros biométricos que afetam a mesma (MS parte aérea), conforme evidenciam os resultados encontrados para o diâmetro do caule (Tabela 4) e área foliar das plantas (Tabela 6).

Tabela 5. Médias da matéria seca da parte aérea (folhas e caule) das mudas de café em razão do volume (50, 120 e 200 cm³) e da granulometria do substrato (100% SC, 100% SCM e 50% SC+50% SCM)

Parâmetro	Volume de substrato			Granulometria do substrato		
	50 m ³	120cm ³	200cm ³	SC	SCM	SC+SCM
Mat. seca p. aérea	0,89c	1,50b	2,09a	1,37b	1,41b	1,70a

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 1% de probabilidade

Os resultados da área foliar total e área foliar do primeiro par de folhas a partir da base do caule, exceto as folhas cotiledonares, em razão do volume e granulometria do substrato estão apresentados na Tabela 6. De acordo com os resultados a utilização de 200 cm³ de substrato proporcionou a formação de mudas com maior área foliar total (233,19 cm²) e área do primeiro par de folhas (52,24 cm²). Na seqüência, esses parâmetros foram iguais a 178,52 cm² (área foliar total) e 46,69 cm² (área do 1º par de folhas), em plantas conduzidas em recipientes com 120 cm³ de substrato. Nas plantas formadas com 50 cm³ de substrato obtiveram-se os menores valores para estes parâmetros: área foliar total (114,70 cm²) e área do 1º par de folhas (34,46 cm²).

As variações observadas nos parâmetros biométricos relativos ao crescimento vegetativo como a altura das plantas (Tabela 2), diâmetro do caule (Tabela 3), matéria seca da parte aérea (Tabela 5) e da área foliar total (Tabela 6), podem ser atribuídas, inicialmente, a maior área do primeiro par de folhas. Este resultado corrobora os dados obtidos por Favarin et al. (2003) os quais verificaram maior diâmetro do caule em plantas de café que possuíam maior superfície das folhas cotiledonares, em razão da importância das mesmas para o processo fotossintético.

O aumento na disponibilidade de açúcar, fonte de energia logo na fase inicial da planta (1º par de folhas), favoreceu o crescimento das mesmas, inclusive da área foliar subsequente, como indicam os resultados da área foliar total (Tabela 6). Em consequência, os demais parâmetros, altura e diâmetro das plantas foram, também, beneficiados, conferindo às plantas crescimento vigoroso.

No presente experimento o fator que variou desde o início do crescimento das plantas foi o tamanho do sistema fotoassimilador, conforme indicam os valores verificados para a superfície foliar inicial (1º par de folhas) (Tabela 6). Assim, pode-se esperar que a absorção e a conversão da radiação em energia química pela fixação de CO₂ em carboidratos são superiores nas plantas com grande superfície foliar, explicando, dessa maneira, o maior crescimento vegetativo.

Tabela 6. Médias da área foliar total (cm²) e área foliar do 1º par de folhas (cm²) das mudas de café em razão do volume (50, 120 e 200 cm³) e da granulometria do substrato (100% SC, 100% SCM e 50% SC+50% SCM)

Parâmetros	Volume de substrato			Granulometria do substrato		
	50 cm ³	120 cm ³	200 cm ³	SC	SCM	SC+SCM
AF – total (planta)	114,70c	178,52b	233,19a	167,75b	171,58b	198,62a
AF – primeiro par folhas	34,46c	46,69b	52,24a	43,88b	45,07b	48,44a

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste Tukey a 1% de probabilidade.

Conclusões

O crescimento das plantas depende do volume e da granulometria do substrato, sendo maior com a utilização de 200 cm³ e a diminuição da granulometria pela mistura, em partes iguais, entre substrato finamente moído e o substrato comercial na granulometria comercial.

A área foliar do primeiro par de folhas do ramo ortotrópico, na base do caule, influencia a qualidade da muda na fase de viveiro, com aumento da altura de plantas, diâmetro de caule e matéria seca da parte aérea.

Referências Bibliográficas

- Andrade Neto, A.; Mendes, A.N.G.; Guimarães, P.T.G.; Paiva, C.P. Avaliação de substratos para produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 23., Manhauçú, 1997. **Anais**. Rio de Janeiro: IBG, GERCA, 1997. p.192-194.
- Favarin, J.L.; Costa, J.D.; Novembre, A.D.C.; Fazuoli, L.C.; Favarin, M.G.G.V. Características da semente em relação ao potencial fisiológico e a qualidade de mudas de café tipo Arábica. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, III., Porto Seguro, 2003. **Anais**. Brasília: Embrapa, CBPD, 2003. p. 281.
- Favoreto, A.J.; Gualberto, R.; Oliveira, P.S.R.; Resende, F.V. Uso de fontes orgânicas e fertilizantes de liberação lenta na formação de mudas de café em sacos de polietileno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 24., Poços de Caldas, 1998. **Anais**. Rio de Janeiro: IBG, GERCA, 1998. p.144-145.
- Guimarães, P.T.G.; Andrade Neto, A.; Bellini Junior, O.; Adão, W.A.; Silva, E.M. A produção de mudas de cafeeiros em tubetes. **Informe Agropecuário**, v.19, n.193, p.98-109, 1998.
- Melo, B.; Mendes, A.N.G.; Guimarães, P.T.G. Tamanhos de tubetes na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 25., Franca, 1999. **Anais**. Rio de Janeiro: IBG, GERCA, 1999c. p.177-178.
- Oliveira, P.R.S.; Gualberto, R.; Favoreto, A.J. Efeito do osmocote adicionado ao substrato plantmax na produção de mudas de café em tubetes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 21., Caxambú, 1995. **Anais**. Rio de Janeiro: IBG, GERCA, 1995. p.70-72.
- Ortolani, L. L. A.; Gonçalves, L.N.; Guimarães, A.M.; Oliveira, P.R.S.; Resende, F.V.; Silva, R.F.; Motta, C.F.; Balut, F.F.; Favoreto, A.J. Comparação entre diversos fertilizantes e adições do condicionador físico de solo terra cottom em mudas em tubetes com substrato plantmax-café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 24., Poços de Caldas, 1998. **Anais**. Rio de Janeiro: IBG, GERCA, 1998. p.131-132.
- Philips, H.M. Influence of media on growth on survive all of container – grown seedling. In: NORTH AMERICAN CONTAINERIZER FOREST TREE SEEDLING SYMPOSIUM, Denver, 1974. **Proceedings**. Denver: Great Plains Agricultural Council, 1974. p.398-400.
- Spurr, S.H.; Barnes, B.V. **Forest ecology**. New York: The Ronald Press, 1973. 571p.