

BENJAMIM DE MELO

ESTUDOS SOBRE PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEEIRO
(*Coffea arabica* L.) EM TUBETES

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador
Prof. Dr. Antônio Nazareno G. Mendes

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1999

Aos meus pais

Samuel e Izoleta,

À minha esposa

Mariza,

Às minhas filhas

Livia Carolina e Priscilla Cristina,

Aos meus irmãos e amigos

DEDICO

A todos que se dedicam

à cafeicultura

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Uberlândia-UFU, pela oportunidade concedida para a realização desse curso.

À Universidade Federal de Lavras-UFLA, através de seus dirigentes e professores, pela orientação e ensinamentos ministrados.

Ao Programa Institucional de Capacitação de Docentes e Técnicos - PICDT/CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Antônio Nazareno Guimarães Mendes, pela excelente orientação, incentivo e amizade.

Ao Professor Magno Antônio Patto Ramalho, pelo apoio e amizade.

Ao Professor Carlos Machado dos Santos, pelo incentivo e apoio na liberação junto ao Departamento de Agronomia da UFU.

Aos Doutores Rubens José Guimarães, Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Augusto Ramalho de Moraes e Francisco Dias Nogueira pela participação na banca de defesa da tese.

Ao Professor João Batista D. Corrêa, pelas valiosas sugestões.

Aos funcionários do Setor de Cafeicultura da UFLA, José Maurício, José Avelino e João Batista, pela colaboração na condução dos experimentos.

Aos acadêmicos de Agronomia, Leandro Carlos Paiva e Alexandre Shozu Morii, pela valiosa colaboração na instalação e condução dos experimentos.

Aos colegas Gabriel, Ailton, Artur, Elaine, Carlos, Gladyston, André, Ataulpa, Fábio, Lílian e Rodrigo, pela amizade e agradável convívio durante o curso.

Ao mano Berildo, pela colaboração, apoio e estímulo recebido.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

BENJAMIM DE MELO, filho de Samuel de Melo e Izoleta Rodrigues de Melo, nasceu em Monte Carmelo - MG, no dia 11 de fevereiro de 1950.

Concluiu os cursos de Mestre Agrícola e Técnico em Agropecuária, no Colégio Agrícola de Rio Verde, na cidade de Rio Verde, Estado de Goiás.

Graduou-se em Agronomia pela Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, em julho de 1978.

Realizou o curso de pós-graduação, Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, no período de agosto de 1978 a maio de 1980, na Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL.

Em maio de 1980 foi contratado pela Universidade do Amazonas, em Manaus - AM, para exercer a função de professor, permanecendo naquela Instituição até dezembro de 1989. A partir dessa data, foi transferido para a Universidade Federal de Uberlândia - UFU, onde leciona sobre a cultura do caféiro.

Em março de 1995 iniciou, na Universidade Federal de Lavras - UFPA, o curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, concluindo-o em fevereiro de 1999.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	iii
CAPÍTULO 1	01
1 <i>Introdução Geral</i>	01
2 Material e Métodos Gerais	02
3 Referências Bibliográficas	06
CAPÍTULO 2: Tamanhos de tubetes na produção de mudas de cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.)	08
1 Resumo	08
2 Abstract	08
3 Introdução	09
4 Referencial Teórico	10
5 Material e Métodos	11
6 Resultados e Discussão	13
7 Conclusões	25
8 Referências Bibliográficas	25
CAPÍTULO 3: Tipos de fertilização e diferentes substratos na produção de mudas de cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) em tubetes	28
1 Resumo	28
2 Abstract	29
3 Introdução	30
4 Referencial Teórico	31
5 Material e Métodos	36
6 Resultados e Discussão	38
7 Conclusões	47
8 Referências Bibliográficas	48
CAPÍTULO 4: Métodos de semeadura e classes de sementes na produção de mudas de cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) em tubetes	52
1 Resumo	52
2 Abstract	52
3 Introdução	53
4 Referencial Teórico	54
5 Material e Métodos	56
6 Resultados e Discussão	58
7 Conclusões	68
8 Referências Bibliográficas	68

CAPÍTULO 5: Doses de fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) em tubetes.....	70
1 Resumo.....	70
2 Abstract.....	70
3 Introdução.....	71
4 Referencial Teórico.....	72
5 Material e Métodos.....	73
6 Resultados e Discussão.....	74
7 Conclusões.....	84
8 Referências Bibliográficas.....	84
CAPÍTULO 6: Modos de aplicação do fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) em tubetes.....	86
1 Resumo.....	86
2 Abstract.....	86
3 Introdução.....	87
4 Referencial Teórico.....	88
5 Material e Métodos.....	89
6 Resultados e Discussão.....	91
7 Conclusões.....	95
8 Referências Bibliográficas.....	95
CAPITULO 7: Substratos, fontes e doses de fósforo na produção de mudas de cafeeiro (<i>Coffea arabica</i> L.) em tubetes.....	97
1 Resumo.....	97
2 Abstract.....	98
3 Introdução.....	98
4 Referencial Teórico.....	99
5 Material e Métodos.....	101
6 Resultados e Discussão.....	102
7 Conclusões.....	116
8 Referências Bibliográficas.....	116
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	118

RESUMO

MELO, Benjamim de. Estudos sobre produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. Lanas: UFLA, 1999. I 19 p. (Tese - Doutorado em Agronomia).

Com o objetivo de ampliar os conhecimentos e propor formas de manejo, substratos e adubações complementares com produtos de fácil acesso aos produtores de mudas de cafeeiro em tubetes, experimentos foram conduzidos no Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras, em Lavras - MG. No primeiro capítulo, são apresentadas informações a respeito da importância da cultura do cafeeiro e alguns procedimentos adotados nos capítulos subseqüentes. No segundo capítulo, o objetivo principal foi estudar a influência de dois tamanhos de tubetes em oito épocas de amostragem. Os resultados obtidos mostraram que os tubetes com capacidade volumétrica de 50 ml permitiram a produção de mudas de cafeeiro com desenvolvimento semelhante ao daquelas produzidas nos tubetes com capacidade de 120 ml e que as plantas apresentaram diferenças em relação às épocas de mostragem para todas as características consideradas. No terceiro capítulo, o objetivo foi avaliar os efeitos de dois tipos de fertilização e de diferentes substratos na produção de mudas de cafeeiro. Concluiu-se que o substrato formado por 80% de esterco bovino e 20% de terra de subsolo permitiu a produção de mudas com o mesmo padrão, independente do tipo de fertilização utilizado e que os substratos constituídos com 60% de composto orgânico, 20% de vermimlita, 20% de terra de subsolo e 60% de composto orgânico, 20% de casca de arroz carbonizada, 20% de terra de subsolo, fertilizados com osmocote, permitiram a obtenção de mudas de cafeeiro com desenvolvimento semelhante ao daquelas produzidas no substrato plantmax, adubado com osmocote. Verificou-se ainda que o substrato comercial plantmax, fertilizado com a mistura de fertilizantes, mostrou-se pouco eficiente na formação de mudas de cafeeiro em tubetes. No quarto capítulo, procurou-se estudar a influência dos métodos de semeadura direta e indireta e seis classes de sementes no desenvolvimento de mudas de cafeeiro em tubetes. Constatou-se que não existam diferenças entre as classes de sementes e que a semeadura direta nos recipientes permitiu maior desenvolvimento das mudas produzidas em tubetes. No quinto capítulo, o objetivo foi avaliar o efeito de doses crescentes de um fertilizante de liberação lenta dos nutrientes na produção de mudas de cafeeiro.

Orientador: Antônio Nazareno Guimarães Mendes - UFLA

Verificou-se um melhor desenvolvimento das plantas com a **adição** do **fertilizante** ao substrato, sendo que a dose mais adequada foi a de **450** gramas do fertilizante para cada **55** litros de substrato. No **sexto capítulo**, procurou-se avaliar **diferentes** modos de aplicação de um **fertilizante** de liberação lenta ao substrato. Os resultados mostraram que a aplicação localizada do fertilizante permitiu a produção de mudas de cafeeiro em tubetes com desenvolvimento semelhante ao daquelas produzidas com a mistura do fertilizante ao substrato. No sétimo capítulo, o objetivo foi avaliar o efeito de fontes e doses de fósforo em dois substratos na produção de mudas de cafeeiro. Constatou-se que o substrato formado por **60%** de **composto** orgânico, **20%** de vermiculita e **20%** de **tem de subsolo** foi mais eficiente na formação das mudas quando comparado ao substrato comercial plantmax; o uso do superfosfato simples, independente do substrato, proporcionou mudas mais desenvolvidas do que aquelas produzidas com o termofosfato magnesiano (yoorin) e doses de fósforo acima de **100 g** de P_2O_5 por **100** litros de substrato não apresentaram efeitos positivos no desenvolvimento das mudas de cafeeiro em tubetes.

ABSTRACT

MELO, Benjamim de. Studies on coffee tree seedlings production in containers. Lams: UFLA, 1999. 119 p. (Thesis - Doctoral in Agronomy).

With the purpose of widening the knowledge about coffee tree seedling production in small containers, and proposing management and substrate options as well as supplemental fertilization with products of easy access to seedling producers, experiments were conducted at the Coffee Culture Setor of the Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG. In chapter I, information on the importance of coffee tree culture and some procedures adopted in the subsequent chapters are presented. In chapter II, the main objective was to study the influence of two container sizes in eight sampling times. The results obtained showed that 50-ml containers allowed coffee tree seedlings development equivalent to those produced in 120 ml ones. Plants showed differences in relation to different sampling times for all characters considered. In chapter III, it were evaluated the effects of two types of fertilization and of different substrata upon tree seedling production. It was found that the substrate made up of 80% cattle manure and 20% of subsoil earth, allowed seedling production with standard types, regardless the kind of fertilization utilized. The substrate made up of 60% organic compound, 20% vermiculite and 20% subsoil earth fertilized with "osmocote" and the one made up of 60% organic compound, 20% carbonized rice husk and 20% subsoil earth fertilized with "osmocote", both allowed seedling development comparable to those obtained in "plantmax" substrate (also fertilized with "osmocote"). It was further found that commercial plantmax enriched with mixture of fertilizers presented little efficient in the formation of seedlings in containers. In chapter IV, the influence of both direct and indirect sowing methods, as well as six classes of seed size, upon the development of coffee tree seedlings in containers was studied. No marked differences were found among the seed classes and that direct sowing allowed greater development of the seedlings. In chapter V, it was evaluated the effect of increasing amounts of a slow-nutrient-releasing fertilizer on coffee tree seedling production. Improved development of plants was verified with addition of fertilizer to the substrate and the most suitable dose was 450g of the fertilizer for 55 l of substrate. In chapter VI different techniques of a slow-releasing fertilizer application to substrate were evaluated. Results showed that localized fertilizer application enabled seedling

Adviser: Antônio Nazareno Guimarães Mendes - UFLA

production with equivalent development to those produced with the mixture of fertilizer to the substrate. In chapter VII the objective was to evaluate the effect of sources and doses of phosphorus applied to two substrates upon seedling production. It was found that the substrate composed of 60% organic compounds, 20% vermiculite and 20% subsoil earth was more efficient for seedling formation when compared with commercial plantmax substrate. Simple superphosphate regardless type of substrate, provided better developed plants than those produced with magnesium-thermophosphate ("Yoorin"); doses above 100 g P_2O_5 per 100 liters of substrate, have not presented positive effects on the development of seedlings.

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do **cafeeiro** no Brasil sempre ocupou posição de destaque, não só pela sua **importância** econômica mas, **também**, por exercer importante **função** social, pois é geradora de grande número de empregos, **diretos** e indiretos, sendo responsável pela fixação de grande parte da população na **zona** rural.

O parque **cafeeiro** brasileiro teve um aumento de 16,88% no período de 1995/1996 a 1997/1998, passando de uma população de 3,08 para 3,60 bilhões de cafeeiros (Anuário Estatístico do Café, 1997). Deste total, **estima-se** que mais de 10% sejam de cafeeiros com mais de 20 anos de idade e que, provavelmente deverão ser **substituídos** nos próximos **mos**. Considerando-se **este aspecto** e que **novas áreas** estão sendo utilizadas para a **implantação** da lavoura cafeeira nas diferentes **regiões** do País, a produção de mudas **com qualidade** torna-se **cada vez** mais importante.

A **implantação** de cafezais tem sido **feita**, principalmente, por meio de mudas **produzidas** em sacos plásticos. **Para** a produção de mudas de meio ano **são** recomendados sacos de polietileno com 20 cm de **altura**, que quando cheios, apresentam cerca de 7 cm de **diâmetro** e para a produção de mudas de um ano, **são** recomendadas as **dimensões** de 30 cm de altura e 9 cm de **diâmetro**. Contudo, estes recipientes **geralmente** causam transtornos devidos aos grandes volume de substrato necessário para o seu enchimento, **dificuldades** nas operações de viveiro e de plantio, elevados custos **em** transporte e baixos rendimentos da mão-de-obra no plantio.

Assim, a produção de mudas **em** tubetes, à semelhança do que **anualmente** ocorre com **várias essências** florestais, surge como uma opção para se formar mudas de cafeeiro. **Alguns** trabalhos neste sentido já foram realizados e os resultados mostraram-se bastante promissores. Contudo, para o

aprimoramento da tecnologia de produção de mudas nesses recipientes, torna-se necessário desenvolver outros trabalhos de pesquisa. Dentre eles, destacam-se os que envolvem: tamanho adequado de tubetes, a composição do substrato a ser utilizado, o tipo de sementeira mais apropriado, a fertilização adequada do substrato e a frequência de irrigação.

O presente trabalho, envolvendo vários experimentos, foi desenvolvido com a finalidade de ampliar os conhecimentos e propor formas de manejo, substrato e adubações complementares com produtos de fácil acesso aos produtores de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes.

2 MATERIAL E MÉTODOS GERAIS

Os experimentos foram instalados e conduzidos no Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA. A cidade de Lavras está localizada no Estado de Minas Gerais, a 21°14'06" de latitude sul, 45°00'00" de longitude oeste e a uma altitude de 918 m. O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa, temperado úmido (com verão quente e inverno seco), caracterizado por um total de chuvas no mês mais seco de 23,4 mm e do mês mais chuvoso de 295,8 mm, uma temperatura média do mês mais quente de 22,1°C e a do mês mais frio de 15,8°C, sendo a temperatura média anual de 19,4°C, a precipitação total anual de 1529,7 mm e a umidade relativa média anual de 76,2% (Brasil, 1992).

A seguir, serão abordados os procedimentos comuns a todos os experimentos e as particularidades serão mencionadas em cada capítulo.

Foram utilizadas sementes de cafeeiro, (*Coffea arabica* L.), da cultivar Acaia Cerrado, linhagem MG-1474, colhidas no campo de produção de sementes da UFLA. Os frutos foram colhidos a dedo, no estágio de maturação cereja, como recomendado por Caixeta (1981). Após o despulpamento, as

sementes foram secas à sombra e passaram por um processo de seleção, eliminando-se aquelas mal formadas. A sementeira foi feita em julho de 1997 dentro de casa de vegetação, em sementeira, confeccionada com tábuas de madeira, de dimensão 1,2 m x 1,2 m x 0,3 m, usando-se areia lavada como substrato. Visando manter o substrato com a umidade adequada, foram feitas regas diárias durante toda o período de germinação da semente e emergência das plântulas. Realizou-se a repicagem no decorrer do mês de setembro de 1997, utilizando-se apenas plântulas normais e uniformes, no estágio de “palito de fósforo”.

A adubação padrão do substrato, em vários experimentos, foi realizada utilizando-se o fertilizante de liberação lenta, comercialmente denominado de osmocote, na formulação 15-10-10 + micronutrientes (Tabela 1). Esta formulação produzida pela firma Scotts (USA) apresenta liberação lenta dos nutrientes, com tempo de atuação de aproximadamente 5 a 6 meses, devido ao envolvimento dos grânulos de fertilizantes por uma película de resina orgânica. Após a sua aplicação, o vapor de água do substrato penetra através da camada de resina orgânica e dissolve os nutrientes contidos no seu interior, os quais vão sendo liberados para o substrato de forma gradativa, em função da temperatura do meio. Temperaturas mais elevadas favorecem a liberação dos nutrientes e, conseqüentemente, reduzem a longevidade do fertilizante.

Como recipientes foram utilizados tubetes de plástico rígido contendo oito estrias internas no sentido longitudinal e com dimensões de 14 cm de altura, 3,7 cm de diâmetro superior interno e capacidade volumétrica de 120 ml. Estes recipientes foram colocados em suporte confeccionado com tela de arame ondulado com aberturas quadradas de 1½”, arame de 3,5 mm de diâmetro e com 1,20 m de largura. A montagem da tela foi feita a 1 m de altura, em relação à superfície do solo, utilizando-se mourões de eucalipto tratados distanciados a 1,5 m de ambos os lados e barras de ferro de 3/8” no sentido transversal, a cada

TABELA 1. Composição química e níveis de garantia¹ do fertilizante de liberação lenta (osmocote) utilizado nos experimentos. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Elementos	Valores (%)
N	15
P	10
K	10
Ca	3,5
Mg	1,5
S	3
B	0,02
Cu	0,05
Fe	0,5
Mn	0,1
Mo	0,004
Zn	0,05

¹Dados fornecidos pelo fabricante.

1,5 m e 3 barras de $\frac{1}{2}$ " no sentido longitudinal, distanciadas a 0,60 m.

Procurou-se manter a umidade dos substratos, realizando-se três irrigações ao dia, durante cerca de 15 minutos cada uma, utilizando-se um sistema de irrigação por micro aspersão, com micro aspersores NANN, com vazão nominal de 60 l/h e diâmetro molhado de 7 m. Os aspersores foram instalados a uma altura de 1 m acima da tela e distanciados de 3 m um do outro.

Para evitar o excesso de insolação, utilizou-se tela de cobertura tipo sombrite, com passagem de 50% de luz, a qual foi disposta no sentido longitudinal do suporte dos recipientes, a cerca de 1,2 m acima dos tubetes.

Quando constatada a ocorrência do pulgão preto, o seu controle foi feito através de pulverizações com produto fosforado. Não ocorreu doença durante o período de condução dos experimentos.

Para a avaliação do efeito dos tratamentos, nos diferentes experimentos, sobre a produção de mudas de cafeeiro, foram consideradas as seguintes características:

- a) Número de pares de folhas verdadeiras - procedeu-se à contagem dos pares de folhas verdadeiras de cada planta, obtendo-se o número médio de cada parcela;
- b) Diâmetro do caule - medido na altura do colo das plantas, em milímetros, com o auxílio de paquímetro, obtendo-se o diâmetro médio correspondente às plantas da área útil da parcela;
- c) Altura da planta - foi efetuada a medição da região compreendida entre o colo e a gema terminal do ramo ortotrópico, em centímetros, obtendo-se a média de cada parcela;
- d) Área foliar - medida em centímetros quadrados, foi estimada pela fórmula proposta por Huerta (1962) e Barros et al. (1973) confirmada por Gornide et al. (1977), que consiste em medir o comprimento e a maior largura de uma folha de cada par, em todos os pares de folhas da planta, multiplicar a largura pelo comprimento e pelo valor 2, correspondente ao par, e pela constante 0,667. Em

seguida, somaram-se os valores calculados dos pares, obtendo-se a área foliar da muda. Também neste caso, foi considerado o valor médio para representar a parcela;

e) Pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea - após as mudas serem destorroadas e lavadas em água corrente, separou-se o sistema radicular da parte aérea na altura do colo. Em seguida, acondicionou-se, separadamente, o sistema radicular e a parte aérea em sacos de papel, que foram submetidos à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 60^oC até peso constante. Os resultados foram expressas em gramas/planta.

Os dados obtidos foram submetidos a análises estatísticas apropriadas ao delineamento experimental adotado em cada experimento. Na análise de variância dos dados, para a avaliação da significância do efeito dos tratamentos, foi utilizado o teste F considerando a significância nos níveis tradicionais de 5 e 1% de probabilidade. Nos casos de detectar diferenças significativas entre os tratamentos, consideraram-se os seguintes casos: para os fatores qualitativos, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, enquanto, para os fatores quantitativos, procedeu-se a análises de regressão, sendo as equações selecionadas pelo teste F quando apresentassem um nível de significância de 5% de probabilidade pelo menos (Banzatto e Kronka, 1992).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFÉ - 1997. (s. l.), Rio de Janeiro: Coffee Business, v. 3, 1997. 107p.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. Experimentação agrícola. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 247p.

BARROS, R. S.; MAESTRI, M. ; VIEIRA, M. ; BRAGA FILHO, L. J.

Determinação da área de folhas do café (*Coffea arabica* L. cv. Bourbon Amarelo). *Revista Ceres, Viçosa*, v. 20, n. 107, p. 44-52, jan. 1973.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Normais climatológicas (1961-1990). Brasília: MA/SNI/DNMET, 1992. 84p.

CAIXETA, I. F. **Maturação fisiológica da semente do cafeeiro cv. Mundo Novo**. Lavras: ESAL, 1981. 48p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

GOMIDE, M. B.; LEMOS, O. V.; TOURINO, D.; CARVALHO, M. M. de; CARVALHO, J. G. de; DUARTE, G. de S. **Comparação entre métodos de determinação de área foliar em cafeeiros Mundo Novo e Catuaí**. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 1, n. 2, p. 118-123, jul./dez. 1977.

HUERTA, S. A. **Comparación de métodos de laboratorio y de campo, para medir el área foliar del cafeto**. *Cenicafé, Caldas*, v. 13, n. 1, p. 33-42, ene./mar. 1962.

CAPÍTULO 2

TAMANHOS DE TUBETES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.)

1 RESUMO

Com o objetivo de estudar a influência de tamanhos de tubetes e épocas de amostragem na produção de mudas de cafeeiro, conduziu-se um experimento em condições de casa de vegetação do Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras-UFLA, no período de setembro de 1997 a fevereiro de 1998. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2×8 , com 8 repetições, sendo os fatores: dois tamanhos de tubetes e oito épocas de amostragem. As parcelas foram constituídas por um recipiente contendo uma planta. O tubete de tamanho menor apresentava dimensões de 12,5 cm de altura, 2,7 cm de diâmetro superior interno e capacidade volumétrica de 50 ml enquanto que o de tamanho maior possuía 14 cm de altura, 3,7 cm de diâmetro superior interno e capacidade de 120 ml. As épocas de amostragem foram definidas com intervalos de 14 em 14 dias, tomando-se como base para a primeira amostragem, o aparecimento do segundo par de folhas verdadeiras. Para a avaliação do desenvolvimento das mudas foram determinados o número de pares de folhas verdadeiras, diâmetro do caule, altura da planta, área foliar e pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea. Os resultados obtidos mostraram que os tubetes com capacidade volumétrica de 50 ml permitiram a produção de mudas de cafeeiro com desenvolvimento semelhante ao daquelas produzidas nos tubetes com capacidade de 120 ml e que as plantas do cafeeiro apresentaram diferenças em relação às épocas de amostragem para todas as características consideradas.

2 ABSTRACT

With the objective of studying the influence of different container sizes and sampling times on coffee tree seedling production, an experiment was conducted under greenhouse conditions at the Coffee Culture Setor of the Universidade Federal de Lavras - UFLA, from September 1997 to February 1998. An eight-replicate complete randomized experimental design, with a 2×8 factorial arrangement of treatments was utilized. The factors studied were: two container sizes and eight sampling times. Plots were made up of one container

holding one plant. The smaller container presented the following dimensions: 12.5 cm height, 2.7 cm internal upper diameter and 50 ml volume, while the larger one was 14 cm height, 3.7 cm internal upper diameter and 120 ml capacity. Sampling times were defined in 14-day intervals, basing for the first sampling, the exhibition of the second pair of true leaves. For the evaluation seedling development the following variables were taken: number of pairs of true leaves, stem diameter, plant height, leaf area and root and shoot dry matter weights. Results obtained showed that 50-ml containers enabled production of coffee tree seedlings with development similar to those produced in 120 ml ones, and that coffee plants presented differences relative to sampling times for all characteristics considered.

3 INTRODUÇÃO

A propagação do cafeeiro passa pela produção de mudas que constitui um dos meios para a exploração técnica e racional da espécie. Trata-se de uma cultura perene e os erros cometidos no processo de produção de mudas, certamente poderão proporcionar conseqüências maléficas por todo o período de exploração da cultura.

Na tecnologia de produção de mudas de cafeeiro, os sacos plásticos, com dimensões de 20 cm de altura por 11 cm de largura, têm sido recomendados para mudas de meio ano que são as mais utilizadas na atualidade. Estes recipientes comportam um volume de substrato que permite a obtenção de mudas vigorosas e de qualidade adequada para o plantio. Por outro lado, contribuem marcadamente para o aumento da área requerida para o viveiro e a elevação do custo de produção, de transporte e de plantio da muda. Aliada a estes aspectos desfavoráveis, há também maior possibilidade de contaminação das mudas por nematóides, em decorrência do substrato que normalmente é utilizado para o seu enchimento. Como conseqüência, tem mentado o interesse em produzir mudas de cafeeiro em recipientes de plástico rígido (tubetes) com características comparáveis às mudas padrões formadas através do sistema tradicional.

Este trabalho teve como objetivo avahar o efeito do tamanho de tubetes

e obter padrões de desenvolvimento em diferentes épocas de amostragem na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.).

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Em condições naturais de clima e solo, a maioria dos plantios de cafezais, Matiello e Almeida (1980) e de espécies florestais, Sturion (1981a), têm sido feitos mediante a utilização de mudas produzidas em recipientes individuais, os quais possibilitam maior taxa de sobrevivência e maior crescimento inicial das plantas.

Vários tipos e tamanhos de recipientes podem ser utilizados para a produção de mudas de diversas espécies. Porém, o critério de escolha deve se basear na eficiência técnica associada ao aspecto econômico de cada caso (Ponce e Grijpma, 1970; Sturion, 1980a e Gomes et al., 1981).

Os sacos plásticos têm sido preferidos como recipientes para produção de mudas de cafeeiro e de muitas espécies florestais, pela facilidade de aquisição e pelo menor custo. Estes recipientes também proporcionam a obtenção de mudas vigorosas, de boa qualidade, com alta taxa de sobrevivência e elevado crescimento após o transplante para o local definitivo (Vianna, 1964; Godoy Júnior, 1965; Ponce e Grijpma, 1970; Simões, 1970; Aguiar e Mello, 1974; Gomes et al., 1977; Barros et al., 1978; Matiello e Almeida, 1980 e Sturion, 1980b e 1981b).

Trabalhos realizados por vários pesquisadores com a cultura do cafeeiro, têm evidenciado que os recipientes com maior volume de substrato apresentam uma tendência de produzir mudas mais vigorosas e de melhor qualidade (Vianna, 1964; Godoy Júnior, 1965; Silveira, Santana e Pereira, 1973 e Besagoitia, 1980).

Atualmente, no entanto, grande número de viveiristas e cafeicultores vêm utilizando tubetes, com capacidade volumétrica inferior à dos sacos plásticos

recomendados, como recipientes para produção de mudas de *cafeeiro*. Segundo Gomes *et al.* (1981) a diminuição no tamanho do recipiente está diretamente relacionada com o custo de produção, quantidade de substrato para enchimento, transporte para o local de plantio, dimensões do viveiro e outros aspectos importantes para a produção técnica e econômica das mudas.

Utilizando-se o sistema tradicional de produção de mudas, Guimarães (1994) estudou o crescimento das plantas do *cafeeiro* durante sua permanência no viveiro. Foram considerados oito estádios de desenvolvimento, baseando-se no número de pares de folhas verdadeiras, sendo o primeiro estádio quando as plantas apresentaram o primeiro par de folhas verdadeiras, iniciando a emissão do segundo e assim sucessivamente, até que no oitavo estádio, as plantas apresentavam oito pares de folhas, iniciando a emissão do nono pat. Foram constatadas diferenças altamente significativas entre os estádios de desenvolvimento das plantas para todas as características avaliadas, dados esses que poderão ser comparados com outros obtidos em trabalhos de pesquisa com substratos, já que foram extraídos de mudas produzidas em substrato padrão.

Levando-se em conta estes aspectos, acredita-se que deva existir um tamanho adequado de tubete que permita a obtenção de mudas de *cafeeiro* com qualidade semelhante àquelas conseguidas através do sistema tradicional de produção. Dai, a necessidade de realizar estudos no sentido de se reduzir o tamanho do recipiente e, conseqüentemente a sua capacidade, sem prejudicar o crescimento e a qualidade das mudas, o que certamente contribuirá para a redução do custo de produção da muda, bem como, do custo de implantação do cafezal.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido no período de setembro de

1997 a fevereiro de 1998, em casa de vegetação localizada no Setor de Cafeicultura da UFLA.

Para o enchimento dos recipientes foi utilizado o substrato comercial constituído de vermiculita e casca de pinus moída, compostada e enriquecida com nutrientes. Este substrato foi complementado utilizando o fertilizante de liberação lenta (Tabela 1), aplicado em mistura homogênea, na quantidade de 0,65 grama/recipiente. A mistura do substrato com o fertilizante foi feita utilizando-se saco plástico com capacidade de 60 litros. Após a colocação dos ingredientes no saco, promoveu-se a mistura por meio de movimentos do mesmo até obter uma mistura uniforme. Para o enchimento dos recipientes, a mistura foi umedecida com o equivalente a 6 litros de água/55 litros de substrato. Após o enchimento dos recipientes realizou-se o transplântio das plântulas no estágio de “palito de fósforo” obtidas a partir de sementes germinadas em germinador de areia.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com oito repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial 2 x 8 e constituídos pelas combinações dos fatores (2 tamanhos de tubetes e 8 épocas de amostragem). As parcelas foram constituídas por um recipiente, contendo uma planta. Como recipientes foram utilizados tubetes de polietileno de forma cônica e perfurados na extremidade inferior. O tubete de tamanho menor, possuía 6 estrias internas e dimensões de 12,5 cm de altura, 2,7 cm de diâmetro superior interno e capacidade volumétrica de 50 ml. O maior, possuía 8 estrias internas e dimensões de 14 cm de altura, 3,7 cm de diâmetro superior interno e capacidade volumétrica de 120 ml. Os estádios de desenvolvimento das mudas em que foram feitas as amostragens foram definidos por intervalos de 14 em 14 dias (2 semanas), tomando-se como base para a primeira amostragem, o aparecimento do segundo par de folhas verdadeiras.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O **r e m o** das análises de variância e o coeficiente de variação obtidos para o número de pares de folhas verdadeiras, **diâmetro do caule**, **altura da planta**, **área foliar** e **pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea** das mudas *encontram-se* apresentados na Tabela 2.

Observa-se que o **efeito** dos tamanhos de tubetes foi significativo apenas para o número de pares de folhas verdadeiras. Entretanto, **com relação** ao efeito das épocas de amostragem, **constataram-se** diferenças altamente significativas para **todas as características** consideradas. O **mesmo** não foi verificado para a interação entre o tamanho de tubete e a época de amostragem, constatando-se diferença **significativamente** para a altura das plantas. Considerando que cada parcela era constituída por uma única planta, a precisão com que foram estimadas estas características pode ser considerada boa, **como pode ser observado** pelos coeficientes de variação para a maioria das características que variaram de 8,18% para o número de pares de folhas verdadeiras até 45,76% para o peso da matéria seca do sistema radicular, **sendo que** a variabilidade maior desta última é uma característica própria desta variável em relação a outras de mesma variabilidade.

Os resultados médios para o número de pares de folhas verdadeiras e a equação de regressão para **tamanho de tubetes** em função das épocas de amostragem, encontram-se **apresentados**, respectivamente, na Tabela 3 e Figura 1. Independente da época de **amostragem**, o número médio de pares de folhas verdadeiras nos tubetes com capacidade volumétrica de 120 ml foi estatisticamente superior ao número médio de pares de folhas produzido nos tubetes com **capacidade** de 50 ml (Tabela 3). Este **resultado** provavelmente foi devido ao maior volume de **substrato** colocado à disposição das plantas naqueles recipientes. **As épocas** de amostragem **influenciaram** positivamente o número de

TABELA 2. Resumo das análises de variância para o número de pares de folhas verdadeiras, diâmetro do caule, altura da planta, área foliar e pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea obtidas no experimento sobre tamanho de tubetes e épocas de amostragem na produção de mudas de cafeeiro, (*Coffea arabica* L.). UFLA, Lavras, MG, 1999.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios					
		Nº de pares de folhas verdadeiras	Diâmetro do caule (mm)	Altura da planta (cm)	Área foliar (cm ²)	Matérias secas	
						Sist. radicular (g)	Parte aérea (g)
Tamanho de tubete (T)	1	1,1250**	0,0413	3,8846	2012,7451	0,0038	0,0042
Época mostragem (E)	7	49,9241**	2,2413**	902,4875**	154203,7852**	0,4190**	5,0954**
Interação T x E	7	0,1964	0,0015	6,2566**	1169,9643	0,0005	0,0266
Resíduo	112	0,1518	0,0397	1,7411	917,0848	0,0062	0,0339
Coef. de variação (%)		8,18	8,56	9,20	22,68	45,76	25,02

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 3. Resultados médios¹ do número de pares de folhas verdadeiras obtidos no experimento sobre tamanhos de tubetes e épocas de amostragem na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). UFLA, Lavras, MG, 1999.

Épocas de amostragem (Semanas após transplântio)	Capacidade dos tubetes (ml)		Média
	50	120	
7	2,00	2,00	2,00
9	2,88	3,00	2,94
11	4,00	4,00	4,00
13	4,24	4,62	4,44
15	5,12	5,25	5,19
17	5,88	6,12	6,00
19	6,38	6,38	6,38
21	6,88	7,50	7,19
Média	4,67 b	4,86 a	

¹ Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

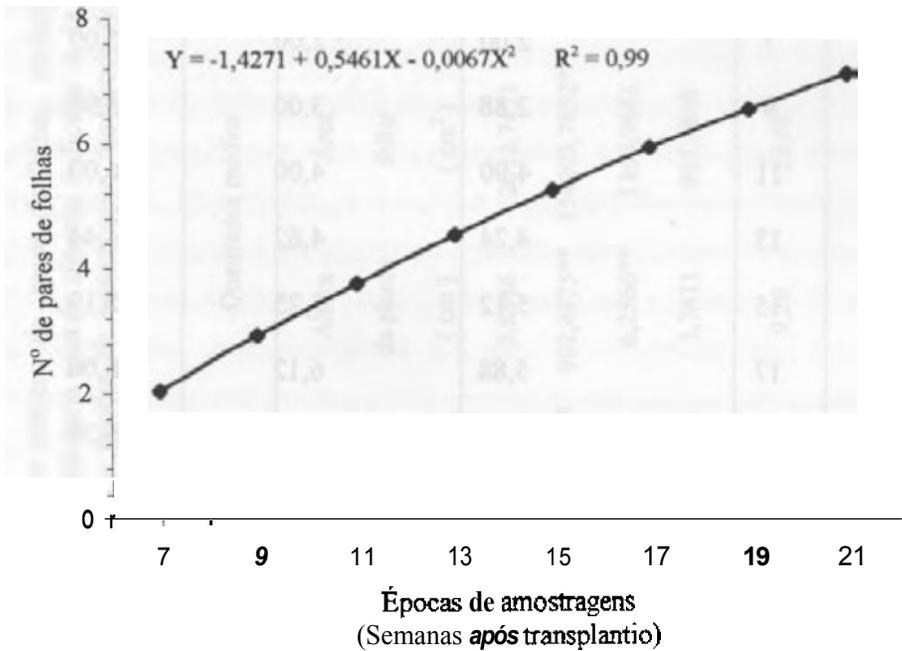


FIGURA 1. Representação gráfica e equação de regressão para o número de pares de folhas verdadeiras de mudas de cafeeiro, (*Coffea arabica* L.), para tamanho de tubetes em função das épocas de amostragem. UFLA, Lavras, MG, 1999.

pares de folhas verdadeiras, seguindo uma **tendência quadrática** para tamanho dos tubetes (Figura 1).

Para o diâmetro do caule observou-se que os valores médios para os dois tamanhos de tubetes, independente da época de **amostragem**, foram bastante semelhantes. Nos tubetes com **capacidade** de 50 ml foi obtido o valor de 2,31 mm, ao passo que no recipiente de 120 ml, o resultado foi de apenas 2,34 mm. Por outro lado, para as épocas de **amostragem**, nos dois tamanhos de tubetes, constatou-se incremento no diâmetro do caule, com uma **variação** de 1,91 mm na 7ª semana a 2,98 mm na 21ª semana após o transplântio. Esta característica seguiu uma **tendência quadrática em função** das épocas de amostragem para tamanho de tubetes (Figura 2).

Os resultados médios para a altura da planta encontram-se na Tabela 4. Observa-se que no período compreendido entre a 7ª e 19ª semanas após o transplântio não se constatou diferença marcante na altura das plantas em decorrência da capacidade dos tubetes. No entanto, na 21ª semana depois do **transplântio**, verifica-se uma **diferença significativa** de 2,98 cm na altura média das plantas, sendo de 26,84 cm nos tubetes com capacidade de 120 ml e de 23,86 cm nos tubetes com capacidade de 50 ml. Esta superioridade constatada na altura média das mudas desenvolvidas nos tubetes com capacidade de 120 ml apresenta pouca importância prática, tendo em vista que as mudas desenvolvidas nos recipientes com capacidade de 50 ml e de 120 ml apresentaram quatro pares de **folhas verdadeiras** aos 77 dias (11 semanas) após o **transplântio**, sendo este o estágio de desenvolvimento das mudas considerado ideal para o plantio no local definitivo. Provavelmente, esta **diferença** tenha sido devida à **limitação** do volume do substrato e a maior **lixiviação** de nutrientes ocorrida nos recipientes menores. A altura das plantas **em função** das épocas de amostragem apresentou um **comportamento quadrático** para os dois tamanhos de recipientes (Figura 3).

Os valores médios da **área foliar**, independente da época de amostragem,

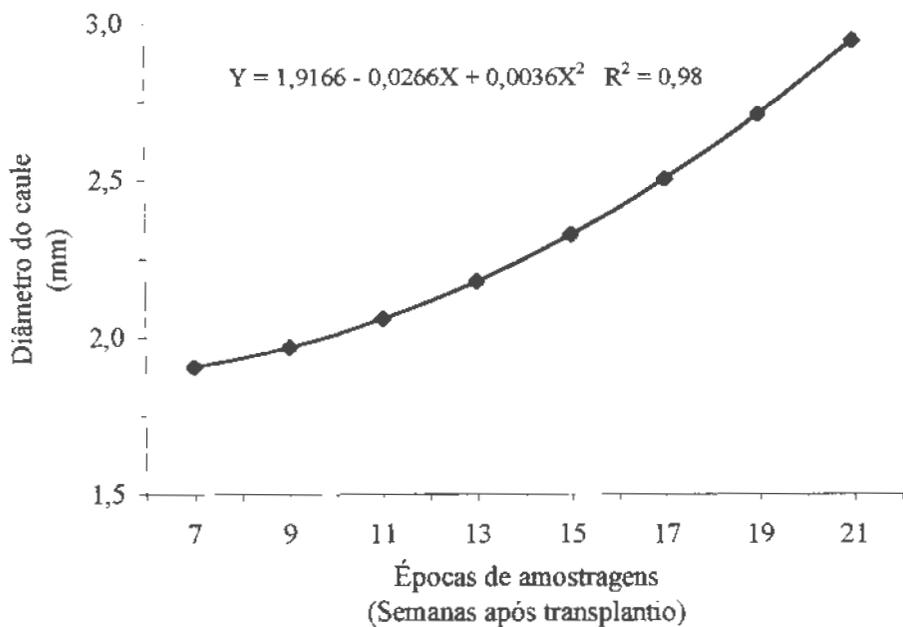


FIGURA 2. Representação gráfica e equação de regressão para o diâmetro do caule de mudas de cafeeiro, (*Coffea arabica* L.), para tamanho de tubetes em função das épocas de amostragem. UFLA, Lavras, MG, 1999.

TABELA 4. Resultados médios¹ da altura da planta obtidos no experimento sobre tamanhos de tubetes e épocas de amostragem na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). UFLA, Lavras, MG, 1999.

Épocas de amostragem (Semanas após transplante)	Capacidade dos tubetes (ml)		Média
	50	120	
7	5,64 a	5,56 a	5,60
9	7,15 a	7,00 a	7,08
11	9,35 a	9,15 a	9,25
13	10,49 a	11,61 a	11,05
15	13,81 a	13,30 a	13,56
17	20,26 a	19,24 a	19,75
19	22,84 a	23,49 a	23,16
21	23,86 b	26,84 a	25,35
Média	14,18	14,52	

¹ Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 4. Resultados médios da altura das plantas obtidos no experimento sobre tamanhos de tubetes e épocas de amostragem na produção de mudas de caféiro (*Coffea arabica* L.). UFLA, Lavras, MG, 1999.

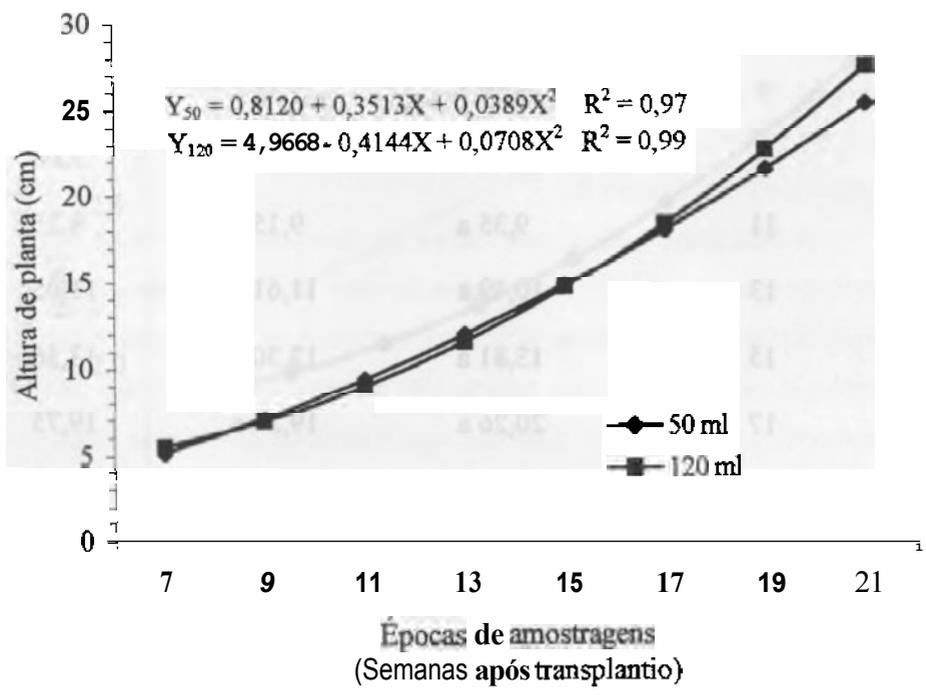


FIGURA 3. Representação gráfica e equações de regressão para altura das mudas de caféiro, (*Coffea arabica* L.), para os dois tamanhos de tubetes em função das épocas de amostragem. UFLA, Lavras, MG, 1999.

variaram de 129,53 cm² a 137,46 cm² para os tubetes com capacidade de 50 ml e 120 ml, respectivamente. Entretanto, independente do tamanho do tubete, variou de 12,88 cm², na 7^a Semana após o transplântio, até alcançar 272,36 cm², na 21^a semana. Esta característica, em função das épocas de amostragem, apresentou uma tendência de aumento quadrático para o tamanho de recipientes (Figura 4).

Para o peso da matéria seca do sistema radicular observou-se que a amplitude total, independente da época de amostragem, foi Pouco expressiva ao comparar os dois tamanhos de tubetes. O menor valor (0,17 g), para o tubete com capacidade volumétrica de 50 ml foi muito semelhante ao maior (0,18 g) para o recipiente com 120 ml de capacidade volumétrica. Para o tamanho de recipientes constatou-se uma tendência quadrática em função das épocas de amostragem (Figura 5). Observa-se que até aos 77 dias após o transplântio (11^a maná) a produção de matéria seca do sistema radicular manteve-se estável porém, a partir desta época, verifica-se uma tendência crescente de maior produção de matéria seca do sistema radicular. Este maior incremento na produção de matéria seca do sistema radicular após a 11^a semana do transplântio provavelmente permitirá maior índice de pegamento e desenvolvimento das mudas no campo, sendo esta a época em que as mudas encontram-se no estágio de desenvolvimento considerado adequado (quatro pares de folhas verdadeiras) para o plantio no local definitivo.

A produção de matéria seca da parte aérea apresentou uma tendência quadrática, para tamanho de tubetes em função das épocas de amostragem (Figura 6). A variação desta característica, independente da época de amostragem, foi muito pequena, sendo os valores médios observados de 0,75 g por planta para o tubete com capacidade de 50 ml e de 0,74 g/planta para o de 120 ml. Provavelmente, este menor incremento na produção de matéria seca da parte aérea seja devido, principalmente, aos aumentos no número de pares de folhas verdadeiras e altura das plantas, os quais também, estão relacionados com o

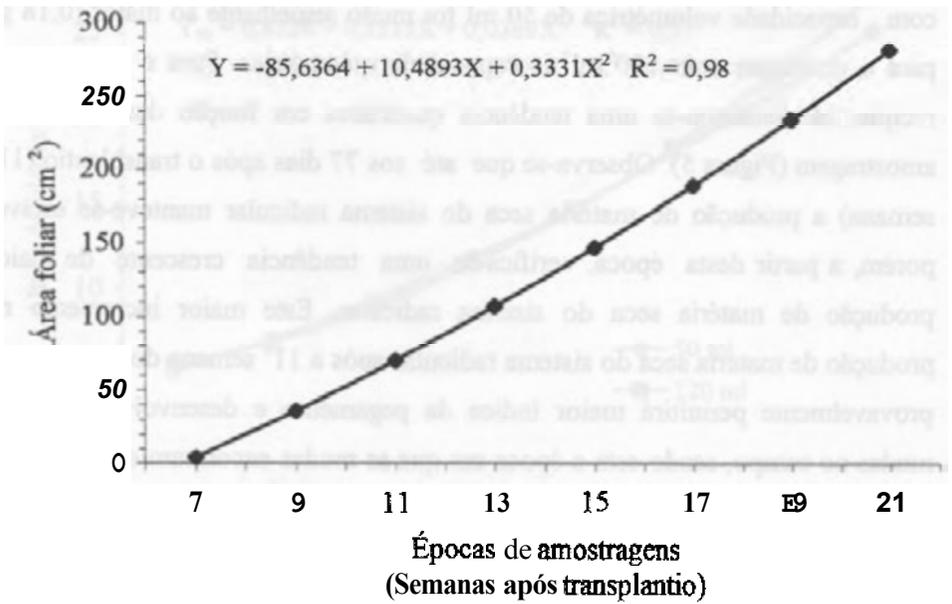


FIGURA 4. Representação gráfica e equação de regressão para Área foliar das mudas de caféiro, (*Coffea arabica* L.), para tamanho de tubetes em função das épocas de amostragem. UFLA, Lavras, MG, 1999.

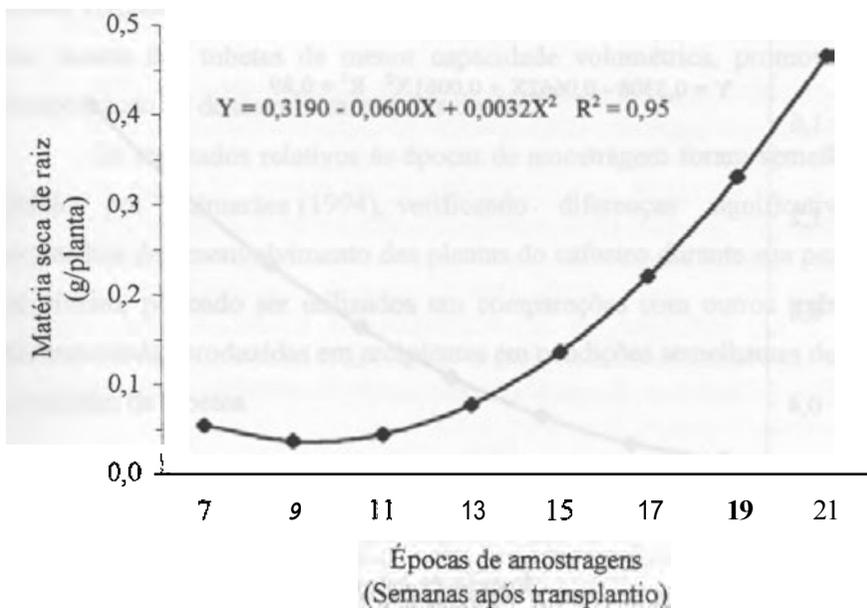


FIGURA 5. Representação gráfica e equação de regressão para peso da matéria seca do sistema radicular das mudas de café, (*Coffea arabica* L.), para tamanho de tubetes em função das épocas de amostragem. UFLA, Lavras, MG, 1999.

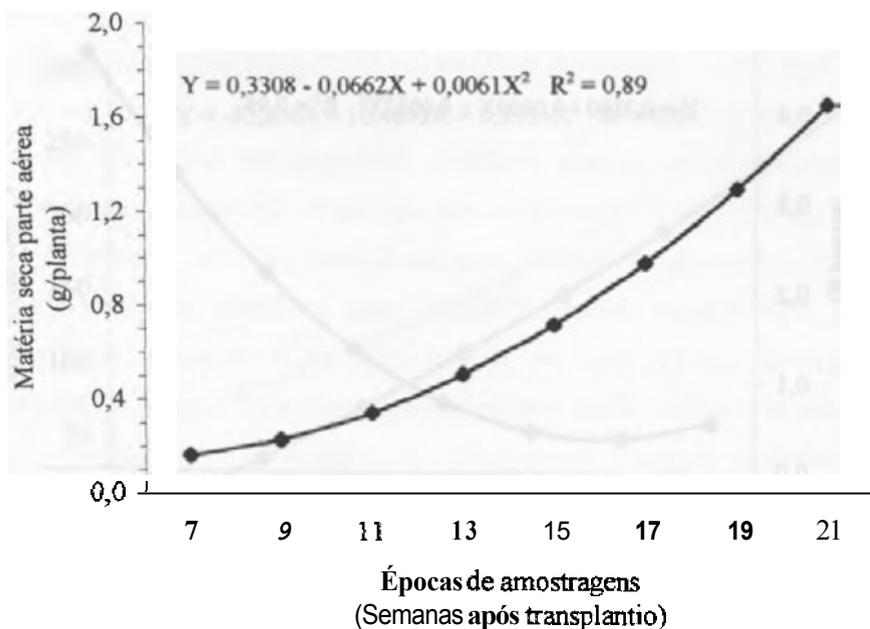


FIGURA 6. Representação gráfica e equação de regressão para peso da matéria seca da parte aérea das mudas de caféiro, (*Coffea arabica* L.), para tamanho de tubetes em função das épocas de amostragem. UFLA, Lavras, MG, 1999.

aumento da área foliar da planta.

Os resultados obtidos para tamanho de tubetes estão de acordo com os apresentados por Vianna (1964), Godoy Júnior (1965), Silveira, Santana e Pereira (1973) e Besagoitia (1980), onde recipientes com maior volume de substrato apresentaram tendência a produzir mudas mais vigorosas. Provavelmente, neste experimento, não se tenha constatado diferenças maiores para as características avaliadas, com exceção do número de pares de folhas verdadeiras, em razão da maior concentração de nutrientes à disposição das plantas nos tubetes de menor capacidade volumétrica, promovendo uma compensação no desenvolvimento das mudas.

Os resultados relativos às épocas de amostragem foram semelhantes aos obtidos por Guimarães (1994), verificando diferenças significativas entre os estádios de desenvolvimento das plantas do cafeeiro durante sua permanência no viveiro, podendo ser utilizados em comparações com outros trabalhos que avaliem mudas produzidas em recipientes em condições semelhantes de substrato e tamanho de tubetes.

7 CONCLUSÕES

- Os tubetes com capacidade volumétrica de 50 ml permitem a produção de mudas de cafeeiro com desenvolvimento semelhante àquelas produzidas em tubetes com capacidade de 120 ml.
- As plantas do cafeeiro apresentam diferenças em relação às épocas de amostragem para todas as características consideradas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, J. B.; MELLO, A. A. Influência do recipiente na produção de mudas e no desenvolvimento inicial após o plantio no campo, de *Eucalyptus*

grandis Hill ex Maiden e *Eucalyptus saligna* Smith. IPEF, Piracicaba, v. 8, p. 19-40, 1974.

BARROS, N. F.; BRANDL, R. M.; COUTO, L.; REZENDE, G. C. de. Efeitos de recipientes na sobrevivência e no crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, no viveiro e no campo. *Revista Árvore*, v. 2, n. 2, p. 141-151, 1978.

BESAGOITIA, M. C. R. Efecto del tamaño de la bolsa en el desarrollo del cafetos culturales 'Bourbon' y 'Pacas' en vivero. *Resúmenes de Investigaciones en café - 1979/1980*, Nueva San Salvador, v. 3 p. 71-72, nov. 1980.

GODOY JUNIOR, C. Café, mudas em recipientes de polietileno. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v. 40 n. 1, p. 161-166, 1965.

GOMES, J. M.; BRANDI, R. M.; COUTO, L.; BARROS, N. F. de. Efeitos de recipientes e substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 1 n. 2 p. 167-172, 1977.

GOMES, J. M.; PEREIRA, A. R.; REZENDE, G. C. de; MACIEL, L. A. F. Efeito do tamanho de recipientes plásticos na formação de florestas de eucaliptos. *Boletim Técnico da Sociedade Brasileira de Investigações Florestais*, Viçosa, v. 4, p. 1-12, 1981.

GUIMARÃES, R. J. Análise do crescimento e da quantificação de nutrientes em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) durante sem estádios de desenvolvimento em substrato padrão. Lavras: UFLA, 1994. 113p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. Sistemas de plantio de café com diferentes tipos de mudas. h: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEJEIRAS, 8, Campos do Jordão, 1980. Anais ... Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1980. p.160-161.

PONCE, S. A.; GRUJMA, P. Ensayo comparativo de cuatro tipos de recipientes para production de plantas forestales. *Turrialba*, Turrialba, v. 20, n. 3, p. 333 - 343, jul./sep. 1970.

SILVEIRA, A. J. da.; SANTANA, D. P.; PEREIRA M. L. Efeito do tamanho do saco plástico e do método de semeadura no desenvolvimento de mudas de café. *Seiva*, Viçosa, v. 33, n. 77, p. 14-18, 1973.

- SIMÕES, J. W. Métodos de produção de mudas de eucalipto. IPEF, Piracicaba, v. 1, p. 101-116, 1970.
- STURION, J. A. Influência do recipiente e do método de semeadura na formação de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vellozo) Blake - fase de viveiro. Boletim de Pesquisa Florestal, Curitiba, v. 1 p. 89-100, dez. 1980a.
- STURION, J. A. Influência do recipiente e do método de semeadura na formação de mudas de *Prunus brasiliensis* Schott ex. Spreng - fase de viveiro. Boletim de Pesquisa Florestal, Curitiba, v. 1, p. 76-88, dez. 1980b.
- STURION, J. A. Métodos de produção e técnicas de manejo que influenciam o padrão de qualidade de mudas de essências florestais, Curitiba: EMBRAPA - URPFCs, 1981a. 18p. (EMBRAPA - URPFCs. Documento 3).
- STURION, J. A. Influência do recipiente e do método de semeadura na formação de mudas de *Mimosa scabrella* Benth. Boletim de Pesquisa Florestal, Curitiba, v. 2, p. 69-78, jun. 1981b.
- VIANNA, A. C. C. Desenvolvimento de mudas de café em bolsas de polietileno. Ciência e Cultura, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 142-143, 1964.

CAPÍTULO 3

TIPOS DE FERTILIZAÇÃO E DIFERENTES SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFFEEIRO (*Coffea arabica* L.) EM TUBETES

1 RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos de dois tipos de fertilização e de diferentes substratos na produção de mudas de café em tubetes, foram instalados dois experimentos no Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA, em casa de vegetação, no período de setembro de 1997 a janeiro de 1998. Os experimentos foram dados segundo o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por 17 tubetes, considerando-se como área útil os 5 recipientes centrais. Em ambos os experimentos os substratos tiveram a seguinte composição: 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo (S₁); 60% de esterco bovino, 20% de casca de arroz carbonizada e 20% de terra de subsolo (S₂); 60% de esterco bovino, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo (S₃); 60% de composto orgânico, 20% de casca de arroz carbonizada e 20% de terra de subsolo (S₄); 60% de esterco bovino, 20% de vermiculita e 20% casca de arroz carbonizada (S₅); 80% de esterco bovino e 20% de terra de subsolo (S₆) e 100% do substrato comercial constituído de vermiculita e casca de pinus moída compostada e enriquecida (S_f). Em um dos experimentos a fertilização dos substratos foi feita utilizando-se o fertilizante osmocote, na formulação 15-10-10 + micronutrientes, na dose de 300 g/55 litros de substrato, aplicado em mistura uniforme ao substrato. No outro, a fertilização básica dos substratos foi realizada por meio da mistura de fertilizantes constituída de 1,0 kg de superfosfato simples, 0,2 kg de sulfato de amônio, 0,05 kg de cloreto de potássio e 0,05 kg de FTE BR-9, para cada 100 litros de substrato, suplementada com adubações em cobertura com 25 g de sulfato de amônio e 60 g de cloreto de potássio, dissolvidos em 10 litros d'água e aplicados em 3 m² de área do experimento. Como recipientes foram usados tubetes de plástico rígido com capacidade volumétrica de 120 ml. Para a avaliação do desenvolvimento das mudas de café foram determinados o número de pares de folhas verdadeiras, diâmetro do caule, altura da planta, área foliar e pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea. Os resultados da análise conjunta dos experimentos mostraram que a casca de arroz carbonizada em substituição à vermiculita apresentou o mesmo efeito na produção de mudas de café, nos dois tipos de fertilização; o substrato formado por 80% de esterco

bovino e 20% de terra de subsolo permitiu a produção de mudas com o mesmo padrão, independente do tipo de fertilização; os substratos constituídos com 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita, 20% de terra de subsolo e 60% de composto orgânico, 20% de casca de arroz carbonizada, 20% de terra de subsolo, fertilizados com osmocote, permitiram a obtenção de mudas de *cafeeiro* com desenvolvimento comparado aquelas produzidas no substrato plantmax, adubado com osmocote e o substrato plantmax, fertilizado com a mistura de fertilizantes, mostrou pouca eficiência na formação de mudas de *cafeeiro* em tubetes.

2 ABSTRACT

With the aim of evaluating the effects of two types of fertilization and different substrates on coffee tree seedling production in containers, two experiments were set up in the Coffee Culture Setor of the Universidade Federal de Lavras-UFLA under greenhouse conditions, from September 1997 to January 1998. The experiments were set up according to a four-replicate randomized complete-block design. Plots comprised of 1.7 containers, the five central ones considered as the useful experimental area. In both experiments substrates had the following composition: 60% organic compound, 20% vermiculite and 20% subsoil earth (S₁); 60% bovine manure, 20% carbonized rice husk and 20% subsoil earth (S₂); 60% bovine manure, 20% vermiculite and 20% subsoil earth (S₃); 60% organic compound, 20% carbonized rice husk and 20% subsoil earth (S₄); 60% bovine manure, 20% vermiculite and 20% carbonized rice husk (S₅); 80% bovine manure and 20% subsoil earth (S₆) and 100% commercial substrate constituted of vermiculite and ground pinus bark compounded and enriched (S₇). In one of the experiments fertilization of substrates was done by utilizing the "osmocote" fertilizer (15-10-10 + micronutrients) at the dose of 300 g / 55 liters of substrate, applied uniformly mixed to it. In the other, the basic fertilization was done by means of the following mixture of fertilizers: 1.0 kg simple superphosphate, 0.2 kg ammonium sulfate, 0.05 kg potassium chloride and 0.05 kg FTE BR-9, applied to 100 liters of substrate and further supplemented with sidedressing fertilization (25 g ammonium sulfate plus 60 g potassium chloride dissolved in 10 liters of water) applied to 3 m² of the experimental unit. Stiff plastic 120-ml containers were employed. For development evaluation of tree seedlings, number of pairs of true leaves, stem diameter, plant height, leaf area and dry matters of shoot and root were determined. Results of the combined analysis of both experiments showed that the carbonized rice husk in place of vermiculite presented the same effect upon seedling production under both types of fertilization; substrate S₆ allowed seedling production with the same standard, regardless fertilization type; substrates S₁ and S₄ enabled to obtain coffee tree

seedlings with development comparable with those produced in the plantmax substrate fertilized with osmocote. Plantmax substrate fertilized with the mixture of fertilizers showed little efficiency in the formation of coffee tree seedlings.

3 INTRODUÇÃO

O sucesso na implantação de um cafezal depende em grande parte da utilização de mudas de qualidade, que proporcionem alto índice de pegamento e desenvolvimento no campo. Quando se comete alguma falha na produção das mudas, esta se refletirá por toda a vida da planta.

Ha muito tempo, a forma usual de produção de mudas de cafeeiro tem sido através da utilização de saco plástico e do substrato constituído por 70% de terra de subsolo e 30% de esterco bovino, complementado com fertilizantes químicos. Porém, recentemente, tem-se utilizado também recipientes de menor tamanho, a exemplo dos tubetes de plástico rígido. Esta alternativa apresenta algumas vantagens quando comparada ao sistema tradicional de formação de mudas, tais como: facilidade no manuseio e transporte das mudas, redução da área necessária para o viveiro e menor volume de substrato para enchimento dos tubetes. Nestes recipientes, no entanto, há necessidade de utilizar substratos com características físico-químicas adequadas e com quantidades suficientes de elementos essenciais para o crescimento e desenvolvimento das mudas. Neste sentido, deve-se encontrar um substrato que seja uniforme em sua composição, rico em nutrientes, apresentando elevada capacidade de retenção de água e troca catiônica, ser isento de pragas, patógenos e sementes de plantas daninhas e ainda, ser viável economicamente.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a influência de diferentes composições de substratos enriquecidos de dois tipos de fertilização complementares na produção de mudas de cafeeiro em tubetes.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

O substrato exerce influência significativa no desenvolvimento e na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas, Spurr e Barnes (1973); assim como na translocação de água no sistema solo-planta-atmosfera (Orlander e Due, 1986).

Independente da espécie, do método de cultivo e do manejo das adubações, um substrato deve satisfazer as exigências físicas e químicas e conter proporções suficientes de elementos essenciais (ar, água, nutrientes minerais) ao crescimento e desenvolvimento das plantas. O substrato ideal deve ser uniforme em sua composição, ter baixa densidade, ser poroso, ter elevada capacidade de troca catiônica, boa capacidade de retenção de água, ser isento de pragas, de organismos patogênicos e de sementes de plantas daninhas, além de apresentar boa coesão entre as partículas ou aderência junto as raízes; também deve ser de fácil manuseio a qualquer tempo, ser abundante e economicamente viável (Campinhos Jr., Ikemori e Martins, 1984). Outra característica importante do substrato quando utiliza-se tubetes de plástico rígido, é a facilidade de retirada da muda do recipiente.

Vários são os materiais que podem ser usados para a composição do substrato. Dentre eles destacam-se a vermiculita, composto orgânico, esterco bovino, moinha de carvão, terra de subsolo, serragem, bagaço de cana, acícula de pinus e turfa (Fonseca, 1988). Atualmente, encontram-se disponíveis no mercado vários substratos preparados e recomendados para a produção de plantas de diferentes espécies. Para a produção de mudas de cafeeiro em tubetes tem-se recomendado o produto comercial denominado de plantmax-café, constituído de vermiculita e casca de pinus moída, compostada e enriquecida com nutrientes.

A escolha do material a ser utilizado na composição do substrato deve ser feita em função da sua disponibilidade, de suas características físicas e

químicas e do seu peso e custo (Toledo, 1992).

As propriedades físicas dos solos usados nas misturas para formação dos substratos são bastante diversas, mas podem ser alteradas de forma racional através da utilização de componentes que proporcionem maior aeração, maior retenção de umidade, além de proporcionar uma estrutura mais estável (Rac, 1985). Os solos possuem propriedades e plasticidade dadas pela fração argila, que em conjunto com a matéria orgânica, proporciona a fração dinâmica do meio de crescimento, apresentando alta capacidade de absorção de água, gases e elementos minerais e cedendo às plantas parte da água e dos nutrientes (Moniz, 1972).

A vermiculita é um excelente condicionador do solo, podendo melhorar as suas propriedades físico-químicas e hídricas (Minami, 1984). Este material é uma argila formada por lâminas justapostas que se expandem quando submetidas a determinadas temperaturas, ocorrendo considerável aumento entre suas camadas (Moniz, 1975). Caracteriza-se por ser um aluminossilicato básico hidratado de magnésio, ferro e alumínio, do grupo das micas (Branco, 1987). Possui alta capacidade de troca catiônica, pH levemente alcalino, teor elevado de magnésio e silício e razoável de cálcio e potássio, que são extraídos pelas plantas em crescimento, além de apresentar elevada capacidade de retenção de água e de ar (Boodley e Sheldrake Jr., 1969; Minami, 1986).

Como a vermiculita é comercializada por valor relativamente alto e nem sempre é encontrada com facilidade no mercado, estudos têm sido realizados na tentativa de substituí-la por materiais de preços mais acessíveis. Neste sentido, Gomes, Couto e Pereira (1985) verificaram a possibilidade de substituí-la por outras fontes de fácil aquisição e de menor preço, quando estudaram o uso de diferentes substratos para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis*, por meadura direta em tubetes. Sugeriram que a vermiculita pura não deve ser usada para a produção de mudas em decorrência do seu alto custo, por necessitar

de adubações repetidas, principalmente de micronutrientes e pur não permitir a formação de um sistema radicular bem agregado ao substrato. A vermiculita quando adicionada a outros componentes do substrato poderia facilitar a retirada das mudas dos recipientes (Fernandes, Coutinho e Baena, 1983).

A casca de arroz carbonizada é outro material que pode fazer parte da composição de substratos para produção de mudas por apresentar características que permitem a penetração e a troca de ar na base das raízes, apresentando também forma floculada, leve, de fácil manuseio, com grande capacidade de drenagem, pH levemente alcalino, baixa capacidade de retenção de água, rica em cálcio e potássio, volume constante tanto seca quanto úmida, isenta de sementes de plantas daninhas viáveis, nematóides e patógenos, além de não necessitar de tratamento químico para esterilização, em função da carbonização (Souza, 1993; Minami, 1995).

Materiais orgânicos de várias origens têm sido utilizados na composição de substratos tanto como fonte de nitrogênio e de outros elementos essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas, quanto pelo seu efeito na aeração, estrutura e na capacidade de retenção de água (Pons, 1983). Entre os materiais orgânicos, o esterco de animal tem sido amplamente usado na composição de substratos. Costa et al. (1989) utilizaram o esterco bovino na composição do substrato quando avaliaram o efeito de diferentes recipientes na produção de mudas de cafeeiro, na fase de viveiro e no campo. O substrato utilizado em bandejas de isopor era constituído por 50% de terra, 30% de esterco bovino e 20% de vermiculita, enriquecido com 5 kg de superfosfato simples e 1 kg de cloreto de potássio por m³ de mistura. Nos sacos plásticos, o substrato foi constituído pela mistura e fertilização tradicionais. Assim, na fase de viveiro, observaram que as mudas produzidas nas bandejas apresentaram menores valores quanto aos pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea, área foliar e, um número de pares de folhas verdadeiras semelhante às produzidas pelo

5 MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar o efeito de fertilizações complementares e da composição de diferentes substratos na produção de mudas de *cafeeiro* foram conduzidos dois experimentos em condições de casa de vegetação, coberta com plástico, do Setor de Cafeicultura da UFLA, no período de setembro de 1997 a janeiro de 1998.

Como recipientes foram usados tubetes de forma cônica, de material plástico rígido, com oito estrias internamente, perfurados na extremidade inferior e com capacidade volumétrica de 120 ml.

Os experimentos foram instalados segundo o delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por 17 tubetes, sendo considerado como área útil apenas os 5 tubetes centrais.

Em ambos os experimentos, os substratos tiveram a seguinte composição: S₁ - 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo; S₂ - 60% de esterco bovino, 20% de casca de arroz carbonizada e 20% de terra de subsolo; S₃ - 60% de esterco bovino, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo; S₄ - 60% de composto orgânico, 20% de casca de arroz carbonizada e 20% de terra de subsolo; S₅ - 60% de esterco bovino, 20% de vermiculita e 20% casca de arroz carbonizada; S₆ - 80% de esterco bovino e 20% de terra de subsolo; S₇ - 100% do substrato comercial (plantmax) constituído de vermiculita e casca de pinus moída, compostada e enriquecida com nutrientes.

A composição do substrato, nas porcentagens em volume, foi realizada utilizando-se um recipiente graduado, sendo os ingredientes colocados em saco plástico com capacidade de 60 litros e, em movimentos regulares, fazendo com que os mesmos se movimentassem de modo a homogeneizar a mistura. Em seguida, adicionaram-se o(s) fertilizante(s), em suas respectivas doses, homogeneizando a mistura, pelo mesmo processo, por cerca de 3 minutos.

A complementação mineral dos substratos, em um dos experimentos, foi

realizada utilizando-se o fertilizante de liberação lenta (osmocote), na formulação 15-10-10 + micronutrientes (Tabela 1), na dose de 300 gramas do fertilizante/55 litros de substrato, aplicado em mistura homogênea ao substrato. No outro experimento, a adubação complementar dos substratos foi feita por meio da mistura de fertilizantes¹ constituída, para cada 100 litros de substrato, de 1,0 kg de superfosfato simples com 19,95% de P₂O₅ solúvel em citrato neutro de amônio e água (CNA) e 10,11% de Ca; 0,2 kg de sulfato de amônio com 21% de N; 0,05 kg de cloreto de potássio com 62% de K₂O e 0,05 kg de FTE BR-9 com 0,99% de Cu, 4,03% de Mn, 1,48% de Zn, 6,74% de Fe e 2,12% de B. Após o aparecimento do 2º par de folhas verdadeiras procedeu-se às adubações em cobertura de 14 em 14 dias, com 25 g de sulfato de amônio e 60 g de cloreto de potássio, dissolvidos em 10 litros de água, aplicados em 3 m² de área do experimento utilizando-se regador de crivos finos. Após cada adubação em cobertura, realizou-se a lavagem da parte aérea das plantas através de uma irrigação de rotina. Foram feitas seis adubações em cobertura durante o período de condução do experimento. Estas adubações (adubação complementar ao substrato e em cobertura) têm proporcionado bom desenvolvimento à maioria das mudas de espécies florestais testadas no viveiro florestal do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras-UFLA (Davide, Faria e Botelho, 1995).

Após o enchimento dos recipientes e umedecimento do substrato por meio de uma irrigação, realizou-se o transplântio utilizando-se plântulas no estágio de "palito de fósforo", obtidas em germinador de areia

Com a finalidade, também, de comparar os tipos de fertilização e verificar a existência de interação de fertilizações e substratos, usou-se a análise de variância conjunta envolvendo os dois experimentos (Banzatto e Konkra, 1992).

¹ Análises realizadas no Laboratório de Química da UFLA.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância para as características número de pares de folhas verdadeiras, diâmetro do caule, altura da planta, área foliar e matérias secas do sistema radicular e da parte aérea encontra-se na Tabela 5.

Para as fertilizações dos substratos, observa-se efeito altamente significativo para as características número de pares de folhas verdadeiras, altura da planta, área foliar e peso da matéria seca da parte aérea e efeito não significativo para o diâmetro do caule e peso da matéria seca do sistema radicular. Enquanto para substratos, não foi constatado efeito significativo para os pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea, ao passo que para as demais características observam-se diferenças significativas. A interação entre fertilização x substrato não revelou significância apenas para o peso da matéria seca do sistema radicular, sendo significativa para as demais características avaliadas (Tabela 5), indicando que, para estas, os substratos possuem um comportamento diferente quando na presença das diferentes fertilizações.

As médias do número de pares de folhas verdadeiras para os dois tipos de fertilização e diferentes substratos estão apresentadas na Tabela 6. Verifica-se que o número de pares de folhas verdadeiras das mudas de cafeeiro variou entre os diferentes substratos fertilizados com o fertilizante de liberação lenta (osmocote). O substrato 7 (plantmax) foi o que apresentou o maior número médio de pares de folhas verdadeiras embora não tenha sido diferente dos valores obtidos nos substratos 1 e 4 sendo estes, estatisticamente iguais aos demais substratos. Na fertilização com a mistura de fertilizantes, suplementada com adubações em cobertura, não se constatou diferenças entre os valores obtidos nos diferentes substratos estudados. Entre as fertilizações, verifica-se superioridade do número de pares de folhas verdadeiras para a fertilização com osmocote nos substratos 1, 4, 5 e 7 enquanto nos substratos 2, 3 e 6 não houve

TABELA 5. Resumo das análises de variância conjunta para o número de pares de folhas verdadeiras, diâmetro do caule, altura de planta, área foliar e pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea obtidas nos experimentos sobre diferentes fertilizações e substratos na produção de mudas de cafeeiro, (*Coffea arabica* L.) em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Causas de variação	G.L.	Nº de pares de folhas verdadeiras	Quadrados médios				
			Diâmetro de caule (mm)	Altura de planta (cm)	Área foliar (cm ²)	Sist. radicular (g)	Matérias secas Parte aérea (g)
Fertilizações (F)	1	1,6457**	0,0412	180,3616**	37521,3438**	0,0060	1,6594**
Blocos/Fertilizações	6	0,0414	0,0921**	8,5775**	3217,6440**	0,0135**	0,0606*
Substratos (S)	6	0,1324*	0,0853**	5,7581**	1092,4450*	0,0048	0,0461
Interação F x S	6	0,1490*	0,0758**	9,5410**	4001,7690**	0,0067	0,0953**
Resíduo	36	0,0486	0,0178	1,2816	431,1643	0,0029	0,0214
Coef. de variação (%)		3,69	5,18	5,85	10,38	18,13	13,51

*, ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

TABELA 6. Resultados médios¹ do número de pares de folhas verdadeiras obtidos nos experimentos sobre diferentes fertilizações e substratos na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Substratos	Fertilizações		Média
	Osmocote	Mistura	
S ₁	A 6,25 ab	B 5,80 a	6,02
S ₂	A 5,95 b	A 5,70 a	5,82
S ₃	A 6,00 b	A 5,95 a	5,98
S ₄	A 6,20 ab	B 5,80 a	6,00
S ₅	A 6,05 b	B 5,60 a	5,82
S ₆	A 6,00 b	A 6,00 a	6,00
S ₇	A 6,60 a	E 5,80 a	6,20
Média	A 6,15	B 5,81	

¹ Médias precedidas de mesma letra maiúscula na horizontal e seguidas de mesma letra minúscula na vertical, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Substratos:

- 1 - 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo;
- 2 - 60% de esterco bovino, 20% de casca de arroz carbonizada e 20% de terra de subsolo;
- 3 - 60% de esterco bovino, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo;
- 4 - 60% de composto orgânico, 20% de casca de arroz carbonizada e 20% de terra de subsolo;
- 5 - 60% de esterco bovino, 20% de vermiculita e 20% de casca de arroz carbonizada;
- 6 - 80% de esterco bovino e 20% de terra de subsolo;
- 7 - 100% de plantmax.

diferença significativa entre os dois tipos de **fertilização considerados**. Em geral, a **fertilização com osmocote propiciou** um maior número de pares de folhas verdadeiras (6,15) do que na mistura (5,81).

Os resultados médios do diâmetro do caule encontram-se na Tabela 7. Esta característica apresentou comportamento semelhante nos substratos fertilizados com *osmocote*. A amplitude de variação foi de apenas 0,27 mm, sendo o maior valor (2,72 mm) constatado no substrato 1 e o menor valor (2,45 mm) para o substrato 5. Por outro lado, o diâmetro do caule teve maior variação entre os substratos quando fertilizados com a mistura de **fertilizantes**. O substrato 6 apresentou o maior diâmetro médio do caule (2,79 mm), sendo estatisticamente igual aos valores observados nos substratos 3 (2,68 mm), 1 (2,64 mm) e 2 (2,60 mm). Neste tipo de fertilização, o substrato 7 apresentou o menor diâmetro do caule (2,28 mm) sendo estatisticamente igual aos valores obtidos nos substratos 4 (2,39 mm) e 5 (2,47 mm). Entre os tipos de fertilização verifica-se que o diâmetro do caule nos substratos 4 e 7 foi superior na fertilização com o fertilizante de liberação lenta. Para os demais substratos não se constatou diferença significativa para esta característica.

Verifica-se na Tabela 8, as médias de altura de plantas do **cafeeiro**. Constata-se ampla variação dentro de cada tipo de fertilização do substrato. Na fertilização com *osmocote*, a maior altura média das plantas (22,72 cm) foi observada no substrato 1, não diferindo estatisticamente das alturas de plantas verificadas nos substratos 3, 4, 6 e 7 e o menor valor (19,03 cm) no substrato 5. Na fertilização com mistura de fertilizantes, o substrato 6 apresentou valor médio (20,09 cm) estatisticamente igual aos valores dos substratos 1 e 3, com médias de 17,60 cm e 18,00 cm, respectivamente. Utilizando-se esta fertilização, o substrato 7 foi o que proporcionou a menor altura de planta (15,21 cm) embora não tenha sido estatisticamente diferente dos valores médios observados nos substratos 1 (17,60 cm), 2 (17,22 cm), 4 (17,48 cm) e 5 (17,40 mm). Entre os dois tipos de fertilização, apenas o substrato 6 não apresenta

TABELA 7. Resultados médios¹ do diâmetro de caule obtidos nos experimentos sobre diferentes fertilizações e substratos na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Substratos	Fertilizações		Média
	Osmocote	Mistura	
S ₁	A 2,72 a	A 2,64 ab	2,68
S ₂	A 2,64 a	A 2,60 ab	2,62
S ₃	A 2,54 a	A 2,68 ab	2,60
S ₄	A 2,68 a	B 2,39 bc	2,54
S ₅	A 2,45 a	A 2,47 bc	2,46
S ₆	A 2,60 a	A 2,79 a	2,70
S ₇	A 2,58 a	B 2,28 c	2,43
Média	A 2,60	A 2,55	

¹ Médias precedidas de mesma letra maiúscula na horizontal e seguidas de mesma letra minúscula na vertical, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Substratos:

- 1 - 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra / subsolo;
- 2 - 60% de esterco bovino, 20% de casca de arroz carbonizada e 20% de terra de subsolo;
- 3 - 60% de esterco bovino, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo;
- 4 - 60% de composto orgânico, 20% de casca de arroz carbonizada e 20% de terra de subsolo;
- 5 - 60% de esterco bovino, 20% de vermiculita e 20% de casca de arroz carbonizada;
- 6 - 80% de esterco bovino e 20% de terra de subsolo;
- 7 - 100% de plantmax.

TABELA 8. Resultados médios¹ da altura de planta obtidos nos experimentos sobre diferentes fertilizações e substratos na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Substratos	Fertilizações		Média
	Osmocote	Mistura	
	----- cm -----		
S ₁	A 22,72 a	B 17,60 abc	20,16
S ₂	A 20,20 bc	B 17,22 bc	18,71
S ₃	A 20,94 abc	B 18,00 ab	19,46
S ₄	A 22,46 ab	B 17,48 bc	19,96
S ₅	A 19,03 c	B 17,40 bc	18,22
S ₆	A 20,69 abc	A 20,09 a	20,39
S ₇	A 22,08 ab	B 15,21 c	18,64
Média	A 21,16	B 17,57	

¹ Médias precedidas de mesma letra maiúscula na horizontal e seguidas de mesma letra minúscula na vertical, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Substratos:

- 1 - 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo;
- 2 - 60% de esterco bovino, 20% de casca de arroz carbonizada e 20% de terra de subsolo;
- 3 - 60% de esterco bovino, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo;
- 4 - 60% de composto orgânico, 20% de casca de arroz carbonizada e 20% de terra de subsolo;
- 5 - 60% de esterco bovino, 20% de vermiculita e 20% de casca de arroz carbonizada;
- 6 - 80% de esterco bovino e 20% de terra de subsolo;
- 7 - 100% de plantmax.

diferença significativa para esta característica. Nos demais, constata-se superioridade na altura das plantas desenvolvidas nos substratos fertilizados com o fertilizante de liberação lenta.

Na Tabela 9 estão apresentados os resultados médios para área foliar. Observa-se que na fertilização com osmocote, o substrato 1 revelou o maior valor médio (251,88 cm^2), diferindo apenas da área foliar das plantas desenvolvidas no substrato 2 (199,99 cm^2). Nos substratos 3, 4, 5, 6 e 7 não se observa diferença significativa na área foliar. Na fertilização com a mistura de fertilizantes a variação na área foliar das plantas foi menos acentuada. Observa-se que o maior valor (207,97 cm^2) constatado no substrato 6 foi estatisticamente igual aos valores verificados nos substratos 1, 2, 3, 4 e 5. Apenas o substrato 7 apresenta área foliar média (114,72 cm^2) inferior aos valores obtidos nos demais substratos. A fertilização com osmocote mostrou superioridade de área foliar nos substratos 1, 4 e 7, sendo que nos substratos 2, 3, 5 e 6 não constata-se variação significativa para esta característica.

Para a matéria seca do sistema radicular não foi observado efeito significativo entre os tipos de fertilização e os substratos estudados. Constatou-se uma tendência das plantas apresentarem maior produção de matéria seca do sistema radicular nos substratos fertilizados com o fertilizante de liberação lenta. Independente do substrato, a produção de matéria seca do sistema radicular na fertilização com osmocote foi de 0,31 g enquanto que na fertilização com a mistura de fertilizantes foi de 0,29 g. Entre os substratos, a amplitude de variação foi de 0,07 g. O maior valor (0,33 g) foi constatado no substrato 4 e o menor valor (0,26 g) obtido no substrato 7.

Para a matéria seca da parte aérea, não houve diferença significativa entre os substratos quando a fertilização foi realizada por meio do fertilizante de liberação lenta dos nutrientes (Tabela 10). No entanto, quando a fertilização foi feita com a mistura de fertilizantes, os substratos 2, 3, 5 e 6 apresentaram os maiores valores médios porém, não diferindo dos valores obtidos nos substratos

TABELA 9. Resultados médios' da área foliar obtidos nos experimentos sobre diferentes fertilizações e substratos na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Substratos	Fertilizações		Média
	Osmocote	Mistura	
	cm ²		
S ₁	A 251,88 a	B 172,95 a	212,42
S ₂	A 199,99 b	A 184,81 a	192,40
S ₃	A 213,70 ab	A 186,41 a	200,05
S ₄	A 244,80 ab	B 170,38 a	207,59
S ₅	A 209,27 ab	A 181,55 a	195,41
S ₆	A 215,70 ab	A 207,97 a	211,84
S ₇	A 245,85 ab	B 114,72 b	180,29
Média	A 225,88	B 174,11	

¹ Médias precedidas de mesma letra maiúscula na horizontal e seguidas de mesma letra minúscula na vertical, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Substratos:

- 1 - 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo;
- 2 - 60% de esterco bovino, 20% de casca de arroz carbonizada e 20% de terra de subsolo;
- 3 - 60% de esterco bovino, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo;
- 4 - 60% de composto orgânico, 20% de casca de arroz carbonizada e 20% de terra de subsolo;
- 5 - 60% de esterco bovino, 20% de vermiculita e 20% de casca de arroz carbonizada;
- 6 - 80% de esterco bovino e 20% de terra de subsolo;
- 7 - 100% de plantmax.

TABELA 10. Resultados médios¹ do peso da matéria seca da parte aérea obtidos nos experimentos sobre diferentes fertilizações e substratos na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Substratos	Fertilizações		Média
	Osmocote	Mistura	
	g/planta		
S ₁	A 1,22 a	B 0,91 ab	1,06
S ₂	A 1,18 a	B 0,97 a	1,07
S ₃	A 1,29 a	B 0,97 a	1,13
S ₄	A 1,21 a	B 0,84 ab	1,02
S ₅	A 1,19 a	B 0,94 a	1,07
S ₆	A 1,29 a	A 1,16 a	1,22
S ₇	A 1,40 a	B 0,59 b	0,99
Média	A 1,25	B 0,91	

¹ Médias precedidas de mesma letra maiúscula na horizontal e seguidas de mesma letra minúscula na vertical, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Substratos;

- 1 - 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo;
- 2 - 60% de esterco bovino, 20% de casca de arroz carbonizada e 20% de terra de subsolo;
- 3 - 60% de esterco bovino, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo;
- 4 - 60% de composto orgânico, 20% de casca de arroz carbonizada e 20% de terra de subsolo;
- 5 - 60% de esterco bovino, 20% de vermiculita e 20% de casca de arroz carbonizada;
- 6 - 80% de esterco bovino e 20% de terra de subsolo;
- 7 - 100% de plantmax.

1 e 4. O substrato 7 apresentou o menor valor médio (0,59 g) para esta característica embora não tenha diferido estatisticamente dos valores observados nos substratos 1 (0,91g) e 4 (0,84 g).

Para todas as características, nos dois tipos de fertilização dos substratos, constata-se diferenças não significativas quando compara-se os substratos 1 com 4 e 2 com 3, evidenciando que a vermiculita pode ser substituída pela casca de arroz carbonizada na composição dos substratos; obtendo-se o mesmo desempenho das mudas de cafeeiro, com a vantagem de ser um componente de menor custo e com características favoráveis para composição de substrato (Souza, 1993; Minami, 1995).

O substrato 6, constituído por 80% de esterco bovino e 20% de terra de subsolo, proporcionou o meio de crescimento mais adequado ao desenvolvimento das mudas de cafeeiro, nos dois tipos de fertilização. Andrade Neto (1998) encontrou maiores valores para as características altura da planta, área foliar e matérias secas do sistema radicular e da parte aérea quando utilizou o esterco de curral na dose de 80%, adubado com osmocote.

7 CONCLUSÕES

- A casca de arroz carbonizada em relação à vermiculita, para substituição desta fonte, apresenta efeito semelhante na produção de mudas de cafeeiro nos dois tipos de fertilização.
- O substrato formado por 80% de esterco bovino e 20% de terra de subsolo permite a produção de mudas com o mesmo padrão, independente do tipo de fertilização.
- Os substratos constituídos com 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita, 20% de terra de subsolo e 60% de composto orgânico, 20% de casca de arroz carbonizada, 20% de terra de subsolo permitem a produção de

mudas de cafeeiro com desenvolvimento comparado àquelas produzidas no substrato plantmax, quando adubados com osmocote.

- O substrato plantmax, fertilizado com a mistura de fertilizantes, mostra-se pouco eficiente na formação de mudas de cafeeiro.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE NETO, A. de. **Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabia* L.) em tubetes.** Lavras: UFLA, 1998. 65 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola.** Jaboticabal: FUNEP, 1992. 247p.

BRANCO, P. M. **Dicionário de mineralogia.** Porto Alegre: Sagra, 1987. 362 p.

BOODLEY, J. W.; SHELDRAKE Jr., R. Carnation production in vermiculite amended media. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Ithaca, v. 94, n. 5, p. 512-514, Sept. 1969.

CAMARGO, I. P. de. **Efeitos de doses, fontes de fósforo e de fungos micorrízicos sobre o limoeiro 'cravo' até a repicagem.** Lavras: ESAL, 1989.104 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

CAMARGO, I. P. de. **Estudos sobre a propagação da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.).** Lavras: UFLA, 1997. 120 p. (Tese-Doutorado em Fitotecnia).

CAMPINHOS Jr., E.; IKEMORI, Y. K.; MARTINS, F. C. G. Determinação do meio de crescimento mais adequado à formação de mudas de *Eucalyptus* sp. e *Pinus* sp. em recipientes plásticos rígidos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, Curitiba, 1984. **Simpósio ...** Curitiba: UFPR, 1984, p. 350-365.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Café. In: _____. **Recomendações para o uso de corretivos e**

- fertilizantes em Minas Gerais. 4ª aproximação. Lavras, 1989. p. 112-115.
- COSTA, P. C.; SANTINATO, R.; GROHMANN, F.; MATTIELLO, J. B. Dados preliminares de uma nova tecnologia para produção de mudas de café. *Cafeicultura Moderna*, Rio de Janeiro, v. 2, n. 5, p. 50-54, jan./fev. 1989.
- DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; BÓTELHO, S. A. Propagação de espécies florestais. Belo Horizonte: CEMIG; Lavras: UFLA, 1995. 41p.
- FERNANDES, P. S.; COUTINHO, C. J.; BAENA, E. de S. Produção de mudas de *Eucalyptus saligna* em bandejas de isopor. *Silvicultura*, São Paulo, v. 8, n. 28, p. 285-286, 1983.
- FONSECA, E. P. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em "Win Strip". Viçosa: UFV, 1988, 81 p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal).
- GODOY, O. P.; GODOY Jr., C. Influência da adubação no desenvolvimento de mudas de café, *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v. 40, n. 3, p. 125-129, set. 1965.
- GOMES, J. M.; COUTO, L.; PEREIRA, A. R. Uso de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em tubetes e em bandejas de isopor. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 9, n. 1, p. 58-86, jan./jul. 1985.
- LIRA, L. M. Efeito de substratos e do superfosfato simples no limoeiro (*Citrus limonia* OSBECK cv. cravo) até a repicagem. Lavras: ESAL, 1990. 86 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotemia).
- LOPES, P. S. N. Propagação sexuada do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. flavicarpa Deg.) em tubetes: efeito da adubação nitrogenada e substratos. Lavras: UFLA, 1996. 52 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnica).
- MINAMI, K. Vermiculita na horticultura. Piracicaba: ESALQ/USP, 1984. 20 p.
- MINAMI, K. Utilização de vermiculita na floricultura e paisagismo. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 3., Salvador, 1982. Anais ... São Paulo. Instituto de Botânica, 1986. p. 259-267.
- MINAMI, K. Produção de mudas de alta qualidade em horticultura. São

Paulo: T. A. Queiroz, 1995. 128 p.

MONIZ, A. C. Composição química e estrutura dos minerais de argila. In: Moniz, A. C., (Coord.). **Elementos de Pedologia**. São Paulo: Polígono/EDUSP, 1972. p. 29-44.

MONIZ, A. C. **Elementos de pedologia**. Rio de Janeiro, 1975. 459 p.

OLIVEIRA, P. S. R.; 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 CAFEEIRAS, 21, Caxambu, 1995. Anais ... Caxambu: PROCAFE-DENAC, 1995. p. 70-72.

OLIVEIRA, R. P. de; SCIVITTARO, W. B.; VASCONCELLOS, L. A. B. C. de. Avaliação de mudas de maracujazeiro em função do substrato e do tipo de bandeja *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 50, n. 2, p. 261-266, jun./set. 1993.

ORLANDER, G.; DUE, K. Location of hydraulic resistance in the soil-plant pathway in seedling of *Pinus sylvestris* L. grown in peat. *Canadian Journal of Forest Research*, Ottawa, v. 16, n. 1, p. 115-123. 1986.

PONS, A. L. Fontes e usos da matéria orgânica **IPAGRO informa**. Porto Alegre, v. 26, p. 111-147. 1983.

RAC, D. P. Disponibilite en eau des substrats horicoles. *Revue Suisse de Viticulture Arboriculture Horticultural*, v. 17, n. 3, p. 117-118, May/June. 1985.

SANTOS, L. P. Efeito de doses de nitrato de potássio e esterco de curral na composição do substrato para formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Lavras: ESAL, 1993, 72 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotemia).

SILVA JÚNIOR, A. A.; MACEDO, S. G.; STUKER, H. Utilização de esterco de peru na produção de mudas de tomateiro. Florianópolis: EPAGRI, 1995. 28 p. (Boletim Técnico, 73).

SILVA, J. G. da, **Volumes de substratos, níveis e mitodos de aplicação de fertilizantes sobre a produção de porta-enxertos de seringueira**. Viçosa: UFV, 1986. 35 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotemia).

SOUZA, F. X. de. **Casca de arroz carbonizada: um substrato para propagação de plantas.** *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v. 46, n. 406, p. 11, jan./fev. 1993.

SOUZA M _____ mudas frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 102, p. 40-43, jun. 1983.

SPURR, S. H.; BARNES, B. Y, **Forest ecology.** New York, The Ronald Press, 1973. 571 p.

TOLEDO, A. R. M. **Efeito de substratos na produção de mudas de laranjeira (*Citrus sinensis* (L.) OSBECK cv. "Pera Rio") em vaso.** Lavras: ESAL, 1992. 88p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

CAPÍTULO 4

MÉTODOS DE SEMEADURA E CLASSES DE SEMENTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) EM TUBETES

I RESUMO

Com o objetivo de estudar a influência de métodos de sementeira e classes de sementes na produção de mudas de cafeeiro em tubetes, um experimento foi conduzido no viveiro de cobertura alta do Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA, no período de julho de 1997 a janeiro de 1998. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com os tratamentos distribuídos em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As unidades experimentais foram constituídas por cinco tubetes com capacidade volumétrica de 120 ml. Nas parcelas aplicou-se os métodos de sementeira (direta e indireta) e nas subparcelas, as diferentes classes de sementes (sementes classificadas em peneiras de furos oblongos 9,10, 11, 12, sementes moça e mistura da sementes). Na sementeira direta foram colocadas duas sementes por tubete e na indireta, as plântulas foram obtidas em germinador de areia e repicadas para os recipientes no estágio de “palito de fósforo”, colocando uma plântula por tubete. Por ocasião da repicagem, procedeu-se o desbaste das plântulas da sementeira direta, deixando-se apenas uma por recipiente. Após o transplante e o desbaste, nos métodos de sementeira indireta e direta, respectivamente, realizou-se a abubação colocando-se 1 g do fertilizante de liberação lenta (osmocote), formulação 15 -10 -10 + micronutrientes, por tubete. A aplicação do fertilizante foi feita abrindo-se um furo de aproximadamente 0,5 cm de diâmetro e 1 cm de profundidade, ao lado da plântula. Para avaliação do desenvolvimento das mudas de cafeeiro foram determinados o número de pares de folhas verdadeiras, diâmetro do caule, altura da planta, Área foliar e pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea. Os resultados obtidos mostraram que não há diferença no uso das diferentes classes de sementes e que a sementeira direta nos recipientes permitiu um maior desenvolvimento das mudas produzidas em tubetes.

2 ABSTRACT

With the purpose of studying the influence of sowing methods and seed size classes in the production of coffee tree seedlings in containers, an experiment was conducted in the high-covered nursery of the Coffee Culture

Setor of the Universidade Federal de Lavras-UFLA, from July 1997 to January 1998. The experimental design utilized was a four-replicate randomized complete-block with treatments allocated in a split-plot scheme. Experimental units were made up of five 120ml containers. Within plots, sowing methods direct versus indirect (by transplanting) were applied and as to the subplots, different classes of seed size (seeds classified in oblong-holed sieve numbers 9, 10, 11, 12, hollow seeds and a mixture of seeds). For the direct sowing treatment, two seeds were placed per container and for the transplanting treatment, seedlings were obtained on a sand bed and transplanted into the container at "match-stick" stage, at a rate of one seedling per container. By the time of the transplanting, thinning of seedlings was done on the direct-sowing treatment and it was let one plant per container. Right after transplanting for the indirect sowing, and right after thinning for the direct planting, fertilization was done, by placing 1 g per container of the slow-releasing fertilizer (osmocote), formulation 15-10-10 + micronutrients, into a hole about 0.5 cm diameter and 1 cm deep beside the seedling. For the evaluation of seedling development, number of pairs of true leaves, stem diameter, plant height, leaf area and dry matters of the root and shoot part were determined. The results obtained showed that there were no significant differences among seed classes for the traits evaluated, and that the direct sowing treatment allowed better development of the seedlings.

3 INTRODUÇÃO

A utilização de técnicas adequadas para a produção de mudas constitui um dos fatores básicos para a formação de novas lavouras cafeeiras. Uma das principais inovações introduzidas na obtenção de mudas de cafeeiro em sacos plásticos foi a utilização da meadura direta nos recipientes. Este procedimento dispensa a confecção de canteiros para sementeira, elimina a operação de repicagem e evita a má conformação do sistema radicular das mudas. Por outro lado, no sistema de produção de mudas de cafeeiro em tubetes, tem-se utilizado a meadura indireta com posterior repicagem das plântulas. Neste sistema a área a ser irrigada é menor nos dois primeiros meses, ocorre menor gasto de sementes e permite selecionar plântulas mais uniformes na repicagem. Entretanto, há maior possibilidade de se obter mudas com sistema radicular defeituoso em

conseqüência da operação de repicagem das plântulas.

Para diversas espécies vegetais já foi encontrada uma relação direta entre tamanho das sementes, a porcentagem de germinação e o desenvolvimento inicial das plantas. No entanto, para o cafeeiro, a literatura não menciona a influência do tamanho das sementes usadas, no desenvolvimento das mudas no viveiro.

No presente trabalho estudou-se o efeito de diferentes classes de sementes de cafeeiro no desenvolvimento das mudas produzidas através dos métodos de semeadura direta e indireta, em tubetes.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

A implantação da lavoura cafeeira é feita mediante a utilização de mudas produzidas em viveiros. Estes apresentam a vantagem de permitir grande número de plantas em espaço reduzido e facilitar sobremaneira os tratos culturais (Machado, 1960).

A semeadura dá-se, basicamente, segundo três processos: por semeadura direta, em pré-germinadores e em germinadores de areia (Gonçalves e Thomaziello, 1970). Na semeadura direta as sementes são colocadas nos recipientes com o substrato, em número de duas, à profundidade de 1 cm (Gonçalves, 1969). Este processo permite a manutenção de um sistema radicular intacto, dispensa mão-de-obra especializada, sendo o mais econômico. Entretanto, este método favorece a uma certa desuniformidade das mudas, além de maior gasto de sementes ou a um aumento na área a ser irrigada durante o período de germinação (Gonçalves e Thomaziello, 1970).

Na semeadura em pré-germinadores as sementes são germinadas entre dois sacos de aniagem ou simplesmente na areia e, quando ocorre a emissão da radícula (estádio de “esporinha”), são levadas para os recipientes com substrato

(Instituto Brasileiro do Café, 1974). Na semeadura em germinadores de areia, as sementes são colocadas à razão de 1 a 2 kg por metro quadrado e cobertas com camada de 1 a 2 cm de areia (Gonçalves e Thomaziello, 1970). Neste processo consegue-se obter mudas mais uniformes, redução da área a ser irrigada no início da formação das mudas e maior espaço de tempo para enchimento dos recipientes (Instituto Brasileiro do Café, 1974). O principal inconveniente do processo é o enovelamento da raiz principal em virtude da falta de habilidade do operador na repicagem (Almeida, 1974).

Poucos são os trabalhos encontrados na literatura sobre a influência dos métodos de semeadura e tamanhos de sementes na produção de mudas de cafeeiro. Alguns experimentos foram conduzidos principalmente com espécies de essências florestais. Assim, Bertolani et al. (1975), trabalhando com a espécie *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis*, estudaram quatro tipos de recipientes e os métodos de semeadura direta e indireta. Verificaram que a altura das mudas e o diâmetro do caule não foram afetados pelo método de semeadura. No entanto, Sturion (1980), trabalhando com pessegueiro bravo (*Prunus brasiliensis* Schott ex Spreng) constatou que a altura das plantas foi favorecida pelo processo de semeadura indireta. Porém, em relação às características diâmetro do caule e pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea, não observou efeito significativo do método de semeadura.

Em outro experimento conduzido por Sturion (1981), utilizando-se a bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham), observou, aos doze meses após a semeadura, que o diâmetro do caule, altura da planta, o peso da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea e a relação entre o sistema radicular e parte aérea foram afetados significativamente pelo método de semeadura, sendo favorecidas aquelas plantas obtidas por semeadura direta nos recipientes.

Para o cafeeiro, Silveira, Santana e Pereira (1973) estudaram o desenvolvimento de mudas obtidas em três tamanhos de recipientes e pelos

métodos de semeadura direta ou em germinador de areia. Não constataram diferença significativa entre os métodos de semeadura utilizados para as características altura da muda, número de pares de folhas verdadeiras e pesos da matéria seca do sistema radicular, parte aérea e total.

Na produção de mudas de cafeeiro tem-se dado pouca ênfase ao tamanho das sementes utilizadas. De maneira geral, apenas elimina-se, mediante catação manual, aquelas quebradas e/ou mal formadas. Entretanto, para outras espécies vegetais de importância econômica, trabalhos realizados mostram que sementes de maior tamanho, em relação às menores, produzem mudas mais vigorosas e com melhor desenvolvimento (Cozzo, 1964; Cândido, 1970; Pereira e Garrido, 1975; Mendes et al., 1979; Aguiar e Nakane, 1983).

Dada a baixa capacidade de germinação de sementes de menor tamanho e por produzirem mudas anormais e de baixo desenvolvimento Cândido (1970) e Pereira e Garrido (1975) recomendam que essas sementes sejam descartadas. As sementes de maior tamanho devem ser as preferidas por existir uma relação direta entre o tamanho da semente e o da planta dela proveniente (Osório e Castilho, 1969).

5 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas de cafeeiro do Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA, no período de julho de 1997 a janeiro de 1998.

Como recipientes foram utilizados tubetes de polietileno, de forma cônica, com oito estrias no seu interior, perfurados em sua extremidade inferior e com capacidade volumétrica de 120 ml. Para o enchimento dos recipientes foi usado o substrato comercial (plantmax) constituído de vermiculita e casca de pinus moída, compostada e enriquecida com nutrientes.

O fertilizante utilizado neste experimento foi o de liberação lenta, formulação 15-10-10 + micronutrientes (Tabela 1), na dose de 1 grama do fertilizante por recipiente.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com os tratamentos distribuídos em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas aplicaram-se os métodos de semeadura (semeaduras direta e indireta) e nas subparcelas, as diferentes classes de sementes (sementes classificadas nas peneiras 9/64, 10/64, 11/64, 12/64 de polegadas, sementes moça e mistura de sementes). As unidades experimentais foram constituídas por cinco recipientes.

Para a obtenção das plântulas utilizaram-se sementes sem endocarpo (pergaminho), procedendo-se no mesmo dia, às duas semeaduras (direta e indireta). Na semeadura direta foram colocadas duas sementes por tubete, à cerca de 0,5 cm de profundidade. Na semeadura indireta, as sementes foram distribuídas em sementeira confeccionada com tábuas de madeira, nas dimensões de 1,2 m x 1,2 m x 0,3 m, contendo areia lavada. Após a semeadura, as sementes foram cobertas com uma camada de 0,5 a 1 cm de areia.

Por ocasião da repicagem na semeadura indireta, as plântulas provenientes da semeadura direta também encontravam-se no mesmo estágio de desenvolvimento de “palito de fósforo”, quando foi realizado o desbaste, deixando-se apenas uma plântula por recipiente.

Após estas operações (transplântio na semeadura indireta e desbaste na semeadura direta), abriu-se um furo de aproximadamente, 0,5 cm de diâmetro e 1 cm de profundidade, ao lado da plântula, onde foi aplicado o fertilizante na dosagem mencionada anteriormente. Em seguida, com o substrato do próprio recipiente, cobriu-se o fertilizante.

As classes de sementes de peneiras 9/64, 10/64, 11/64 e 12/64 de polegadas foram obtidas utilizando-se um jogo de peneiras de furos oblongos.

Para a classe de sementes moça, realizou-se a catação manual e para a classe de mistura de sementes, retirou-se uma amostra representativa do lote de sementes de mesma origem.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 11 apresenta a análise de variância, com os quadrados médios e os coeficientes de variação obtidos para número de pares de folhas verdadeiras, diâmetro do caule, altura da planta, área foliar e pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea de mudas de cafeeiro. Observa-se efeito significativo para métodos de semeadura para as características consideradas, exceto para o número de pares de folhas verdadeiras onde o efeito foi não significativo. No entanto, com relação às classes de sementes, constataram-se diferenças significativas para o número de pares de folhas verdadeiras e área foliar. Para as demais características, não foi verificado efeito significativo. Observa-se ainda que a interação entre o método de semeadura e classe de sementes foi significativa somente para a altura de planta.

Os resultados médios do número de pares de folhas verdadeiras, em função dos métodos de semeadura e das classes de sementes, encontram-se na Tabela 12. Verifica-se que as mudas produzidas a partir de sementes classificadas nas peneiras de maior tamanho tendem a apresentar maior número de pares de folhas verdadeiras. A diferença para esta característica só foi significativa entre as plantas produzidas a partir de sementes moça e no menor tamanho de peneira.

Os valores médios para o diâmetro do caule, em função dos métodos de semeadura e classes de sementes, estão apresentados na Tabela 13. Independente do método de semeadura, a amplitude de variação foi de apenas 0,25 mm; o maior valor (2,94 mm) observado nas mudas provenientes de sementes classificadas como peneira 10 e o menor valor (2,69 mm) obtido nas mudas

TABELA 11. Resumo das análises de variância para o número de pares de folhas verdadeiras, diâmetro do caule, altura de planta, área foliar e pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea obtidas no experimento sobre métodos de semeadura e classes de sementes na produção de mudas de cafeeiro, (*Coffea arabica* L.) em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Causas de variação	G.L.	Nº de pares de folhas verdadeiras	Diâmetro do caule (mm)	Altura da planta (cm)	Quadrados médios		Matérias secas	
					Área foliar (cm ²)	Área (cm ²)	Sist. radicular (g)	Parte aérea (g)
Blocos	3	0,5462	0,2807	49,3282	8591,8827	0,0150	0,3277	
Método de semeadura (M)	1	4,8578	3,4454**	246,2055*	60216,1215*	0,4622**	4,2602*	
Resíduo (a)	3	0,6339	0,1019	18,2753	5968,5234	0,0065	0,1959	
Classe de sementes (C)	5	0,2569*	0,0643	4,9798	2066,1868*	0,0121	0,0780	
Interação M x C	5	0,2179	0,0313	6,8683*	1448,7839	0,0008	0,0307	
Resíduo (b)	30	0,0945	0,0474	2,5386	689,2384	0,0079	0,0411	
Coef. variação Parcelas (%)		13,93	11,31	20,89	35,82	24,28	32,08	
Coef. variação Subparcelas (%)		5,38	7,71	7,79	12,17	26,68	14,71	

* , ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

TABELA 12. Resultados médios¹ do número de pares de folhas verdadeira obtidos no experimento sobre métodos de semeadura e classes de sementes na produção de mudas de café (Coffea arabica L.) em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Classes de sementes	Métodos de semeadura		Média
	Direta	Indireta	
Peneira 9	6,10	4,95	5,52 b
Peneira 10	6,00	5,65	5,82 ab
Peneira 11	5,80	5,55	5,68 ab
Peneira 12	6,05	5,30	5,68 ab
sementes moca	6,28	5,75	6,01 a
Mistura de sementes	5,97	5,18	5,57 ab
Média	6,03	5,40	

¹ Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 13. Resultados médios¹ do diâmetro de caule obtidos no experimento sobre métodos de semeadura e classes de sementes na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Classes de sementes	Métodos de semeadura		Média
	Direta	Indireta	
	----- mm -----		
Peneira 9	3,06	2,47	2,77
Peneira 10	3,20	2,68	2,94
Peneira 11	3,08	2,54	2,81
Peneira 12	3,07	2,59	2,83
sementes moça	3,08	2,72	2,90
Mistura de sementes	3,06	2,32	2,69
Média	A 3,09	B 2,56	

¹ Médias precedidas de mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

oriundas da mistura de sementes. Com relação ao método de semeadura, independente da classe de sementes, constata-se superioridade no diâmetro do caule das mudas de café produzido por meio do método de semeadura direta. Neste método de semeadura, as plantas apresentaram valor médio de 3,09 mm enquanto, no método de semeadura indireta, as mudas mostraram diâmetro de 2,56 mm.

Os resultados médios obtidos para a altura da planta encontram-se apresentados na Tabela 14. Observa-se que a variação na altura média das plantas, no método de semeadura direta, foi menos marcante do que no método indireto. No método de semeadura direta não se observa diferença significativa entre as classes de sementes para altura das mudas. A amplitude de variação foi de apenas 1,76 cm, sendo o maior valor (23,92 cm) observado nas mudas obtidas a partir de sementes classificadas em peneira 11 e o menor, (22,16 cm) nas plantas formadas com sementes moça. No método de semeadura indireta, a diferença de crescimento só foi significativa entre as plantas oriundas de sementes moça e mistura de sementes. A altura média da planta não revelou diferença significativa entre os métodos de semeadura direta e indireta para as classes de sementes de peneira 10, 12 e sementes moça, no entanto, para as classes de peneira 9, 11 e mistura de sementes, constata-se superioridade na altura das plantas obtidas a partir da semeadura direta. De maneira geral, as mudas formadas por meio do método da semeadura direta apresentaram tendência a produzir mudas mais desenvolvidas.

Os valores médios observados para a área foliar estão mostrados na Tabela 15. Independente do método de semeadura, a diferença para esta característica foi significativa apenas entre as plantas desenvolvidas a partir de sementes moça (233,20 cm²) e mistura de sementes (188,09 cm²). Entretanto, para os métodos de semeadura, independente da classe de sementes, verifica-se superioridade na área foliar das mudas de café provenientes do método de semeadura direta. Neste método, a área foliar média da planta foi de 251,09 cm²,

TABELA 14. Resultados médios¹ da altura de planta obtidos no experimento sobre métodos de semeadura e classes de sementes na produção de mudas de *cafeeiro* (*Coffea arabica* L.) em tubetes. UFLA, Lanas, MG, 1999,

Classes de sementes	Métodos de semeadura		Média
	Direta	Indireta	
	cm		
Peneira 9	A 23,24 a	B 17,46 ab	20,34
Peneira 10	A 22,29 a	A 18,60 ab	20,44
Peneira 11	A 23,92 a	B 18,10 ab	21,00
Peneira 12	A 22,48 a	A 18,32 ab	20,40
Sementes moca	A 22,16 a	A 20,76 a	21,46
Mistura de sementes	A 22,29 a	B 15,95 b	19,12
Média	22,73	18,20	

¹ Médias precedidas de mesma letra **maiúscula** na horizontal e seguidas de mesma letra **minúscula** na vertical, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 15. Resultados médios¹ da área foliar obtidos no experimento sobre métodos de semeadura e classes de sementes na produção de mudas de *cafeeiro* (*Coffea arabica* L.) em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Classes de sementes	Métodos de semeadura		Média
	Direta	Indireta	
		cm ²	
Peneira 9	261,27	160,79	211,03 ab
Peneira 10	250,92	196,01	223,47 ab
Peneira 11	253,64	169,28	211,46 ab
Peneira 12	254,93	198,63	226,78 ab
Sementes moca	249,58	216,83	233,20 a
Mistura de sementes	236,21	139,98	188,09 b
Média	A 251,09	E 180,25	

¹ Médias precedidas de mesma letra maiúscula na horizontal e seguidas de mesma letra minúscula na vertical, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

ao passo que na semeadura indireta, o valor observado foi de apenas 180,25 cm².

Os resultados médios obtidos para os pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea estão apresentados nas Tabelas 16 e 17, respectivamente. Consta-se que os valores, embora de magnitude diferente, apresentam resultados semelhantes para as duas características. Tanto para o peso da matéria seca do sistema radicular quanto para o peso da matéria seca da parte aérea, verifica-se superioridade do método de semeadura direta.

Os valores apresentados para as diferentes características consideradas mostram que as mudas provenientes do método de semeadura direta nos recipientes têm desenvolvimento superior àquelas procedentes da semeadura indireta, as quais provavelmente sentem os efeitos causados no sistema radicular por ocasião da repicagem. Estes resultados estão de acordo com os apresentados por Sturion (1981) que ao estudar métodos de semeadura para a bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham), constatou superioridade do método de semeadura direta nos recipientes para as características diâmetro do caule, altura da planta e matérias secas do sistema radicular e da parte aérea. Por outro lado, Bertolani et al. (1975) trabalhando com a espécie *Pinus caribaea* Morelet var. *Hondurensis*, observaram que a altura das plantas e o diâmetro do caule não foram afetados pelos métodos de semeadura direta e indireta. Silveira, Santana e Pereira (1973) também não verificaram diferença significativa para altura de mudas, número de pares de folhas verdadeiras e os pesos da matéria seca do sistema radicular, da parte aérea e total ao estudarem os métodos de semeadura direta e indireta na formação de mudas de cafeeiro.

Com relação às classes de sementes verificou-se superioridade das sementes moca para as características número de pares de folhas verdadeiras e área foliar, independente do método de semeadura e, altura da planta, no método de semeadura indireta. Porém, acredita-se que tais resultados em termos práticos possam ser desprezados, uma vez que o número de sementes moca no lote de

TABELA 16. Resultados médios¹ do peso da matéria seca do sistema radicular obtidos no experimento sobre métodos de semeadura e classes de sementes na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Classes de sementes	Métodos de semeadura		Média
	Direta	Indireta	
	----- g/planta -----		
Peneira 9	0,41	0,22	0,31
Peneira 10	0,50	0,28	0,39
Peneira 11	0,46	0,24	0,34
Peneira 12	0,41	0,24	0,32
Sementes moca	0,44	0,26	0,35
Mistura de sementes	0,37	0,18	0,28
Média	A 0,43	B 0,24	

¹ Médias precedidas de mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 17. Resultados médios¹ do peso da matéria seca da parte aérea obtidos no experimento sobre métodos de semeadura e classes de Sementes na produção de mudas de *cafeeiro* (*Coffea arabica* L.) em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Classes de sementes	Métodos de semeadura		Média
	Direta	Indireta	
	g /planta		
Peneira 9	1,68	0,95	1,32
Peneira 10	1,75	1,22	1,49
Peneira 11	1,73	1,07	1,40
Peneira 12	1,66	1,11	1,38
Sementes moca	1,67	1,26	1,47
Mistura de sementes	1,58	0,87	1,22
Média	A 1,68	B 1,08	

¹ Médias precedidas de mesma letra maiúscula na horizontal não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

sementes geralmente é bastante reduzido. Salienta-se ainda que a separação de sementes desta espécie por meio de peneiras de furos oblongos, por espessura da semente, não seja o procedimento mais adequado para se classificar sementes para produção de mudas de cafeeiro.

7 CONCLUSÕES

- A semeadura direta nos recipientes promove um maior desenvolvimento das mudas produzidas em tubetes.
- Não há diferença no uso das diferentes classes de sementes.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, I. B.; NAKANE, J. T. Tamanho de sementes de *Eucalyptus citriodora* Hook: influência sobre a germinação e o vigor. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 53, p. 25-28. 1983.
- ALMEIDA, S. R. Sistema radicular deficiente, problema sério em cafezais em formação no Sul de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 2, Poços de Caldas, 1974. **Resumos ... Poços de Caldas: IBC/EMBRAPA**, 1974. p. 317-318.
- BERTOLANI, F.; VILLELA FILHO, A.; NICOLELO, N.; SIMÕES, J. W.; BRASIL, U. M. Influência dos recipientes e dos métodos de semeadura na formação de mudas de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis*. **IPEF**, Piracicaba, v. 11, p. 71-77, out. 1975.
- CÂNDIDO, J. F. Efeito do tamanho de sementes e do meio sobre a germinação de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 17, n. 91, p. 77-85. 1970.
- COZZO, D. Ensayo de relación entre tamaños de semillas y alturas de plantas de *Eucalyptus viminalis*. **Revista Forestal Argentina**, Buenos Aires, v. 7, n. 4, p. 101-105. 1963/1964.
- GONÇALVES, J. C. Muda é o ponto chave do plantio de café. **FIR**, São Paulo,

v. 11, n. 7, p. 58-60, mar. 1969.

GONÇALVES, J. C.; THOMAZIELLO, R. A. **Produção de mudas de café.** Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1970. 25 p. (Boletim Técnico nº 63).

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Cultura de café no Brasil: manual de recomendações.** Rio de Janeiro, 1974. 261 p.

MACHADO, S. A. El transplante del cafeto. **Cenicafé**, Chinchina, v. 11, n. 1, p. 5-13, jan. 1960.

MENDES, C. J.; CÂNDIDO, J. F.; REZENDE, G. C.; SUITER FILHO, N. Tamanho de sementes de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden e seu efeito sobre a germinação e qualidade de mudas. **Silvicultura**, São Paulo, v. 14, p. 343-346. 1979.

OSÓRIO, B. J.; CASTILHO, Z. J. Influência del tamaño de la semilla en el crecimiento de las plantulas de café. **Cenicafé**, Chinchina, v. 20, n. 1, p. 29-39, jan. 1969.

PEREIRA, J. C. D.; GARRIDO, M. A. O. Influência do tamanho das sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, sobre a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas. **Silvicultura**, São Paulo, v. 9, p. 117-124. 1975.

SILVEIRA, A. J. da; SANTANA, D. P.; PEREIRA, M. L. Efeito do tamanho do saco plástico e do método de semeadura no desenvolvimento de mudas de café. *Seiva*, Viçosa, v. 33, a 77, p. 14-18. 1973.

STURION, J. A. Influência do recipiente e do método de semeadura na formação de mudas de *Prunus brasiliensis* Schott ex Spreng - Fase de viveiro. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, v. 1, p. 89-100, dez, 1980,

STURION, J. A. Influência do recipiente e do método de meadura na formação de mudas de *Mimosa scabrella* Bentham. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, v. 2, p. 69-78, jun. 1981.

CAPÍTULO 5

DOSES DE FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) EM TUBETES

1 RESUMO

Com o objetivo de avaliar o efeito de doses crescentes de fertilizante de liberação lenta dos nutrientes na produção de mudas de cafeeiro em tubetes, um experimento foi conduzido no viveiro de cobertura alta do Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA, no período de setembro de 1997 a janeiro de 1998. Usou-se como substrato a mistura comercial constituída de vermiculita e casca de pinus moída, compostada e enriquecida com nutrientes. A fertilização do substrato foi feita adicionando-se o fertilizante de liberação lenta, formulação 15-10-10 de NPK + micronutrientes, nas doses de zero (testemunha), 150, 300, 450 e 600 g do fertilizante por 55 litros do substrato. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por vinte tubetes de plástico rígido, com capacidade volumétrica de 120 ml, considerando-se como área útil, os oito recipientes centrais. Na avaliação foram consideradas as seguintes características: número de pares de folhas verdadeiras, diâmetro do caule, altura da planta, área foliar e pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea. Os resultados mostraram melhor desenvolvimento das mudas de cafeeiro com a adição do adubo ao substrato e a dose mais adequada foi com a aplicação de 450 gramas do fertilizante em 55 litros do substrato comercial (plantmax).

2 ABSTRACT

With the objective of evaluating the effect of increasing doses of slow-releasing fertilizer upon coffee tree seedling production in containers, an experiment was conducted in the high-cover nursery of the Universidade Federal de Lavras-UFLA Coffee Culture Setor, from September 1997 to January 1998. A commercial mixture made up of vermiculite and ground pinus bark composed and nutrient-enriched was used as substrate. Fertilization was performed through the addition of slow-releasing fertilizer as the formulation 15-10-10 of N-P-K plus micronutrients, at the doses of zero (check), 150, 300, 450 and 600 g per 55 liters of substrate. The experimental design utilized was a randomized complete-

block with four replications. Plots consisted on twenty stiff plastic containers, with 120-ml capacity, considering as useful area, the eight central containers. For the evaluation, the following characteristics were considered: number of pairs of true leaves, stem diameter, plant height, leaf area and root and shoot dry weights. Results showed better development of seedlings under the addition of fertilizer to the substrate. The most suitable dose was obtained with 450 g of the fertilizer to 55 liters of the commercial substrate (“plantmax”).

3 INTRODUÇÃO

O plantio de mudas com elevado padrão de qualidade é um importante fator de sucesso na implantação de lavouras cafeeiras. Além da semente proveniente de linhagem reconhecidamente mais produtiva, devem adotar-se cuidados no preparo do substrato. Com a utilização de viveiros artificiais para produção de mudas de cafeeiro, deu-se início às pesquisas, onde procurou-se estudar os detalhes para a obtenção de mudas sadias e bem desenvolvidas, inclusive a fertilização do substrato.

O sistema tradicional de produção de mudas em sacos plásticos, o substrato constituído de 70% de terra de subsolo e 30% de esterco de bovino curtido, enriquecido com superfosfato simples e cloreto de potássio proporciona a obtenção de mudas com qualidade adequada para o plantio. Por outro lado, sabe-se que existem no mercado algumas formulações de fertilizante de liberação lenta dos nutrientes (osmocote) que poderão ser utilizadas na fertilização de substratos para formação de mudas de diferentes espécies. Por tratar-se de um produto recentemente lançado no comércio, tem-se pouca informação sobre a sua eficiência no desenvolvimento de mudas de cafeeiro.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito de doses crescentes de fertilizante de liberação lenta, na produção de mudas de cafeeiro em tubetes.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

A fertilidade do substrato é um dos fatores que influencia o desenvolvimento de plantas em recipientes (Keever, Cobb e Reed, 1985; Keever e Cobb, 1987).

Os substratos para recipientes são escolhidos em função da disponibilidade e de suas propriedades físicas e químicas. Muitas vezes, substratos com baixos teores de nutrientes são usados, necessitando assim de uma suplementação com fertilizantes (Souza, 1983).

No sistema tradicional de produção de mudas de café em saco plástico, a fertilização do substrato tem sido bastante estudada. Diversos trabalhos têm evidenciado a importância da adição do esterco de bovino ao substrato (Souza, 1966; Gonçalves e Thomaziello, 1970; Carvalho, Duarte e Ramalho, 1978a). Entretanto, a adição do nitrato de potássio ao substrato possibilita a substituição parcial do esterco de curral (Santos, 1993).

Godoy Jr., Godoy e Gramer (1964) estudaram o efeito da calagem no substrato para produção de mudas de café, desaconselhando esta prática. Resultados desfavoráveis desta prática também foram encontrados por Carvalho, Duarte e Ramalho (1978a e 1978b) quando utilizaram calcário adicionado ao substrato.

Trabalhando com vários substratos, Caixeta, Souza e Gontijo (1972) concluíram que a adubação com N, P_2O_5 e K_2O proporcionou os melhores resultados na formação de mudas de café. Resultados favoráveis à utilização de P_2O_5 também foram obtidos por Carvalho, Duarte e Ramalho (1978a e 1978b) trabalhando com substratos em sacos plásticos, constituídos de solo em mistura com esterco de curral ou esterco de galinheiro em diferentes doses de P_2O_5 e K_2O . Por outro lado, os autores encontraram ausência de efeito para K_2O . A adubação fosfatada, a potássica e mesmo a orgânica, com adição de esterco de

curral, foram indispensáveis na formação de mudas de cafeeiro, quando utilizaram um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico húmico, textura argilosa (Oliveira e Pereira, 1984).

Diante dos trabalhos de pesquisa realizados, a fertilização usada no substrato tradicional para formação de mudas de cafeeiro em saco plástico é de 1 kg de P_2O_5 e 0,6 kg de K_2O adicionados a um metro cúbico da mistura de 700 litros de terra de subsolo e 300 litros de esterco de curral. A utilização de fertilizante de liberação lenta (osmocote) na fertilização de substrato para produção de mudas de cafeeiro em tubetes é bastante recente e poucos são os trabalhos encontrados na literatura. Oliveira, Gualberto e Favoreto (1995), estudando o efeito de doses deste fertilizante, formulação 17-9-13 de NPK, adicionado ao substrato plantmax, concluíram que a adição do fertilizante proporcionou mudas de melhor qualidade, com altura superior, alto vigor e melhor sanidade. Andrade Neto (1998) também encontrou superioridade do fertilizante de liberação lenta, formulação 15-10-10 de NPK + micronutrientes, comparado à mistura de cloreto de potássio e superfosfato simples.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no viveiro de cobertura alta do Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA, no período de setembro de 1997 a janeiro de 1998.

O meio de desenvolvimento das plantas utilizado foi um substrato comercial (plantmax) constituído de vermiculita e casca de pinus moída, compostada e enriquecida com nutrientes. Como recipientes foram usados tubetes de plástico rígido, de forma cônica, com oito estrias internamente, no sentido longitudinal, perfurados na extremidade inferior e com capacidade volumétrica de 120 ml.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por vinte tubetes, considerando-se como área útil, os oito recipientes centrais. Os tratamentos estudados foram cinco doses: 0, 150, 300, 450 e 600 g do fertilizante de liberação lenta (Tabela 1), por 55 litros do substrato.

A mistura do substrato com o fertilizante foi feita usando-se saco plástico com capacidade de 60 litros. Após a colocação do substrato e do fertilizante, conforme o tratamento no saco plástico, procedeu-se à mistura por meio de movimentos regulares até obter uma mistura uniforme. Para o enchimento dos tubetes, a mistura foi umedecida com o equivalente a 6 litros de água/55 litros de substrato. Após o enchimento dos recipientes realizou-se o transplante das plântulas no estádio de "palito de fósforo" obtidas a partir de sementes germinadas em germinador de areia.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância e os coeficientes de variação para as características número de pares de folhas verdadeiras, diâmetro do caule, altura da planta, área foliar e matérias secas do sistema radicular e da parte aérea encontram-se na Tabela 18. Observa-se que as doses do fertilizante utilizadas mostraram efeito altamente significativo para todas as características estudadas. Entretanto, com relação ao controle local, constata-se diferença significativa apenas para o número de pares de folhas verdadeiras. A precisão com que foram estimadas estas características pode ser considerada boa, como pode ser observado pelos valores dos coeficientes de variação.

Houve influência positiva do uso do fertilizante de liberação lenta para as diversas características consideradas.

O número mais elevado de pares de folhas verdadeiras estimado (6,90 pares) correspondeu à aplicação de 473,33 g do fertilizante por 55 litros de

TABELA 18. Resumo das análises de variância para o número de pares de folhas verdadeiras, diâmetro de caule, altura de planta, área foliar e pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea obtidas no experimento de doses crescentes de fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de cafeeiro, (*Coffea arabica* L.) em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios					
		Nº de pares de folhas verdadeiras	Diâmetro do caule (mm)	Altura da planta (cm)	Área foliar (cm ²)	Matérias secas	
						Sist. radicular (g)	Parte aérea (g)
Blocos	3	0,1088*	0,0417	2,6578	915,2132	0,0032	0,0049
Doses de fertilizante	4	4,4211**	1,0923**	239,4209**	68726,7952**	0,0640**	2,6131**
Resíduo	12	0,0257	0,0229	0,8787	362,8752	0,0026	0,0143
Coef. de variação (%)		2,64	5,31	4,41	8,74	12,41	8,16

*, ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

substrato (Figura 7). As mudas neste caso, apresentaram cerca de 2,47 pares de folhas a mais que as pertencentes à testemunha.

O diâmetro do caule mostrou incremento pouco expressivo com o aumento das doses do fertilizante aplicado acima de 150 g por 55 litros de substrato (Figura 8). O maior valor (3,25 mm) foi estimado com a aplicação de 446,51 g do fertilizante por 55 litros de substrato, correspondendo ao incremento de 1,20 mm em relação à ausência do fertilizante.

O valor máximo para a altura das mudas (27,54 cm) foi o correspondente a 489,98 g do fertilizante por 55 litros de substrato (Figura 9). Esta dose equivale a um aumento da altura das mudas em 18,58 cm em relação à testemunha.

Com relação a área foliar, a dose que correspondeu ao maior valor estimado (351,87 cm²) foi a de 683,09 g do fertilizante por 55 litros de substrato (Figura 10). Esta dose possibilitou um aumento da área foliar de 325,95 cm², em relação à testemunha.

O peso da matéria seca do sistema radicular apresentou valor máximo (0,51 g) para as mudas de cafeeiro com a adição de 386,54 g do fertilizante por 55 litros de substrato (Figura 11). A diferença na produção de matéria seca do sistema radicular entre esta dose do fertilizante e a testemunha foi de 0,29 g.

Com relação ao peso da matéria seca da parte aérea, a dose de 627,25 g do fertilizante por 55 litros de substrato, foi a que correspondeu ao valor máximo (2,22 g) (Figura 12). Com esta dose as mudas apresentaram um aumento correspondente a 1,95 g em comparação com a testemunha.

Verifica-se que as doses que propiciam os valores máximos da área foliar (683,09 g) e da matéria seca da parte aérea (627,25 g) encontram-se fora do intervalo estudado (0 a 600 g), sugerindo que para estas variáveis, em estudos vindouros, deve-se usar doses maiores do que 600 g. Nestes casos, não se deve inferir que a área foliar e a matéria seca máximas foram obtidas com as doses de 683,09 g e 627,25 g respectivamente, mas que até na dose de 600 g do

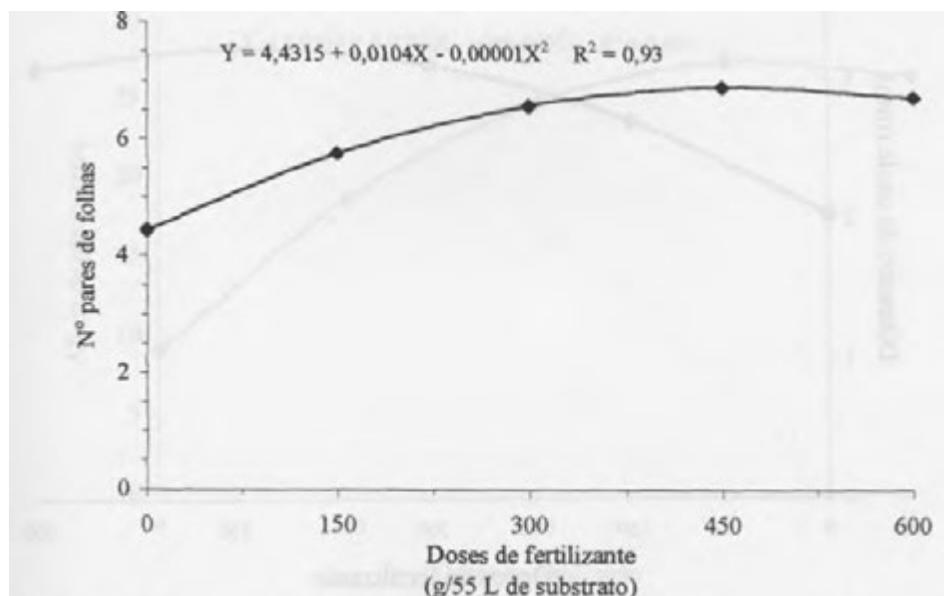


FIGURA 7. Representação gráfica e equação de regressão para número de pares de folhas verdadeiras de mudas de cafeeiro, (*Coffea arabica* L.), em função da aplicação de doses crescentes de fertilizante de liberação lenta. UFLA, Lavras, MG, 1999.

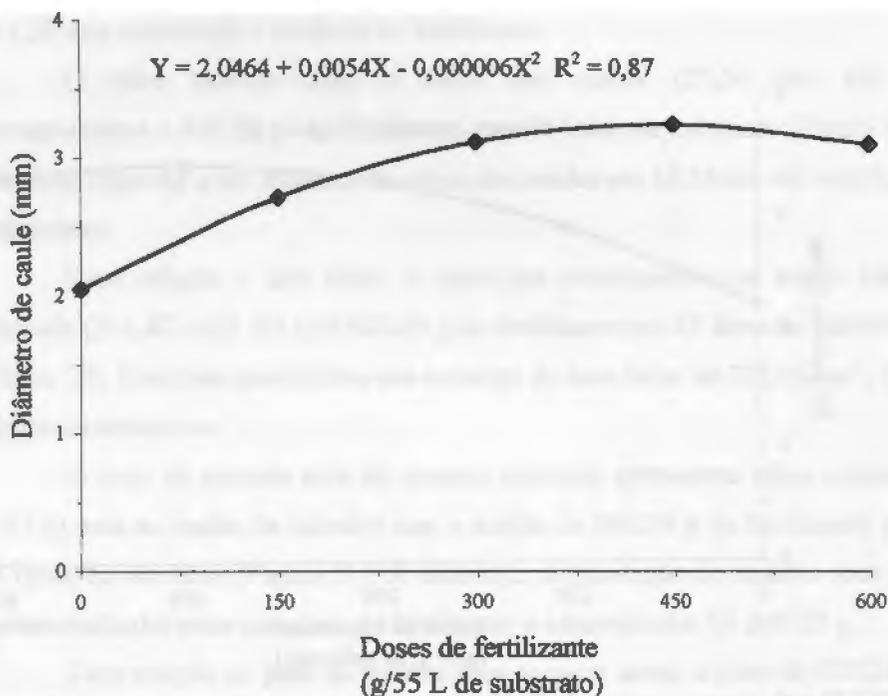


FIGURA 8. Representação gráfica e equação de regressão para diâmetro do caule de mudas de cafeeiro, (*Coffea arabica* L.), em função da aplicação de doses crescentes de fertilizante de liberação lenta. UFLA, Lavras, MG, 1999.

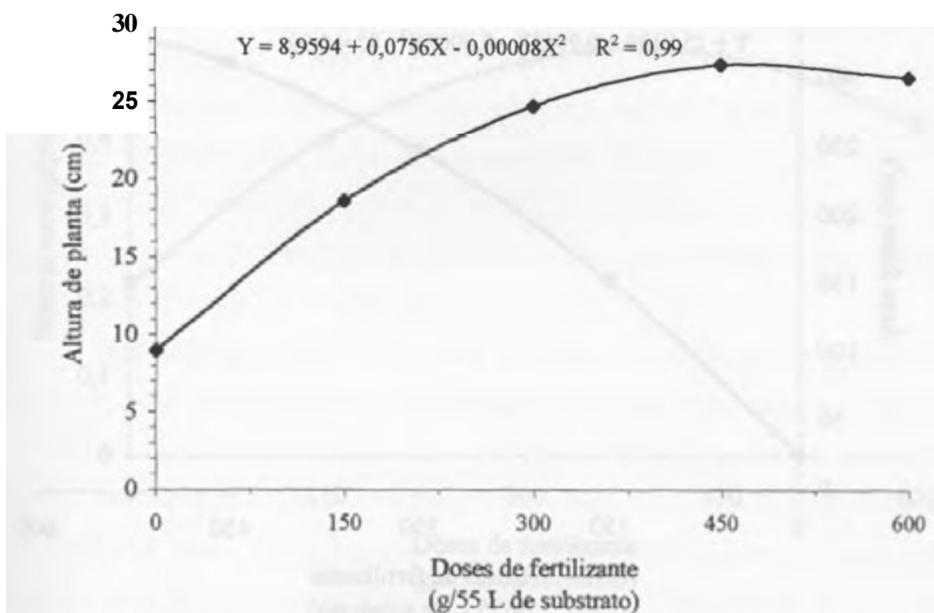


FIGURA 9. Representação gráfica e equação de regressão para altura de mudas de cafeeiro, (*Coffea arabica* L.), em função da aplicação de doses crescentes de fertilizante de liberação lenta. UFLA, Lavras, MG, 1999.

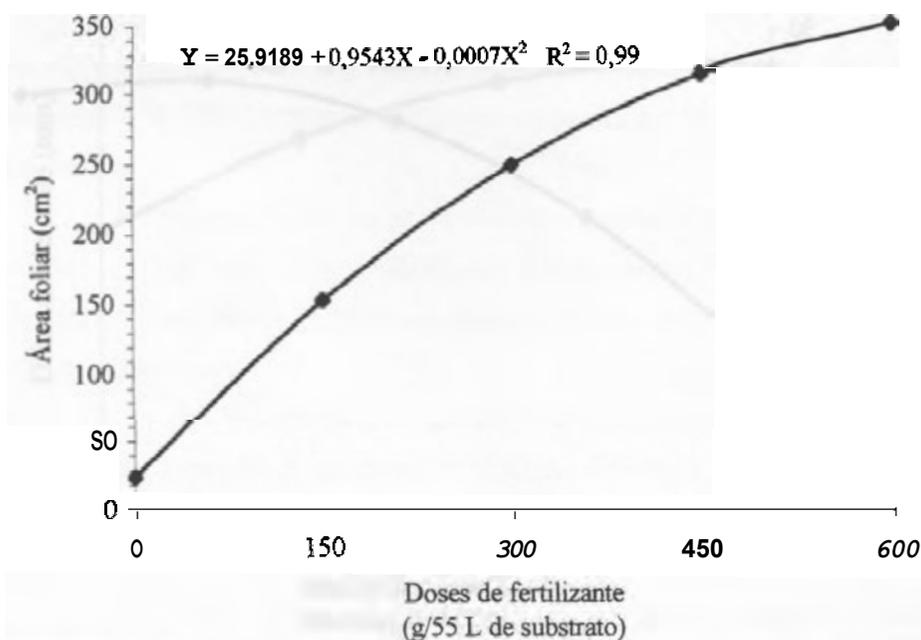


FIGURA 10. Representação gráfica e equação de regressão para área foliar de mudas de cafeeiro, (*Coffea arabica* L.), em função da aplicação de doses crescentes de fertilizante de liberação lenta. UFLA, Lavras, MG, 1999.

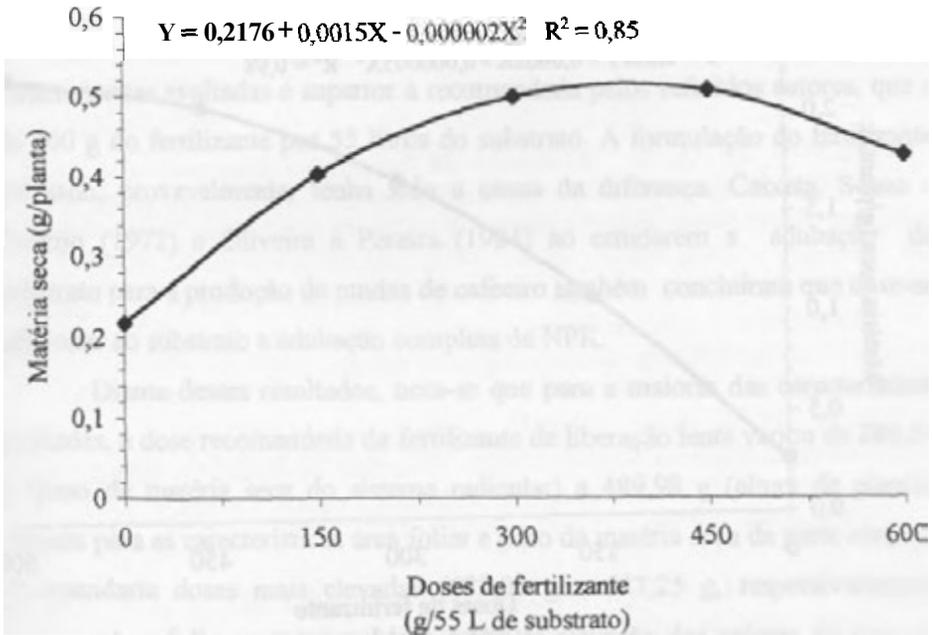


FIGURA 11. Representação gráfica e equação de regressão para peso da matéria seca sistema radicular de mudas de cafeeiro, (*Coffea arabica* L.), em função da aplicação de doses crescentes de fertilizante de liberação lenta. UFLA, Lavras, MG, 1999.

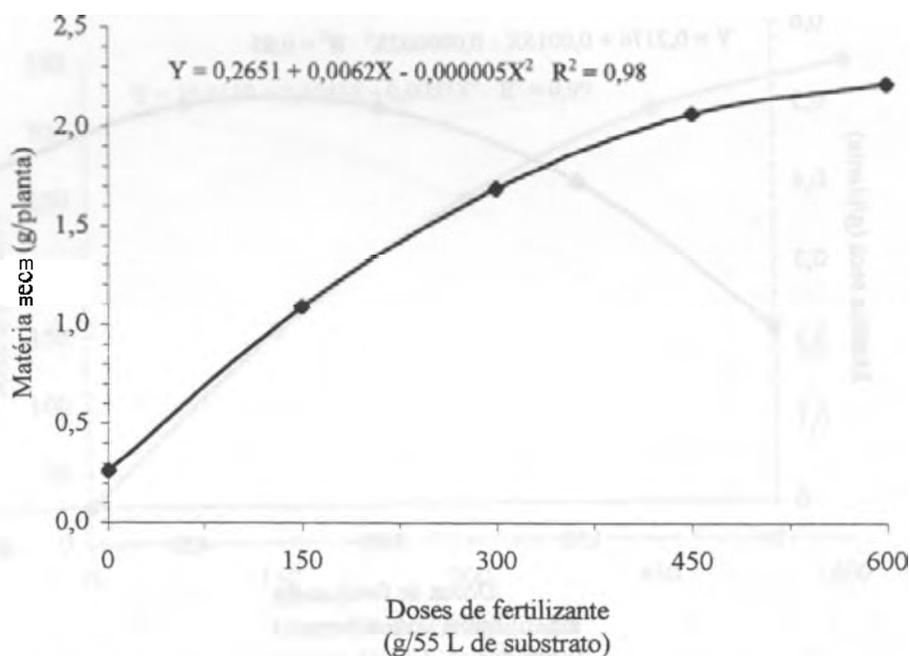


FIGURA 12. Representação gráfica e equação de regressão para peso da matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, (*Coffea arabica* L.), em função da aplicação de doses crescentes de fertilizante de liberação lenta. UFLA, Lavras, MG, 1999.

liberação lenta, formulação 17-9-13, adicionado ao substrato plantmax, p formação de mudas de cafeeiro, conseguiram mudas com qualidade super com a aplicação do fertilizante. Entretanto, as doses determinadas co adequadas para a produção de mudas de cafeeiro, considerando-se as diferen características avaliadas é superior à recomendada pelos referidos autores, qu de 300 g do fertilizante por 55 litros do substrato. A formulação do fertiliza utilizado, provavelmente, tenha sido a causa da diferença. Caixeta, Souza Gontijo (1972) e Oliveira e Pereira (1984) ao estudarem a adubação substrato para a produção de mudas de cafeeiro também concluíram que deve adicionar ao substrato a adubação completa de NPK.

Diante destes resultados, nota-se que para a maioria das característi avaliadas, a dose recomendada de fertilizante de liberação lenta variou de 386 g (peso da matéria seca do sistema radicular) a 489,98 g (altura de plan Apenas para as características área foliar e peso da matéria seca da parte aérea recomendaria doses mais elevadas (683,09 g e 627,25 g, respectivamente porém a área foliar parece ter sido a causa da elevação dos valores do peso matéria seca da parte aérea, sendo que tais doses concorreriam para diminuir dos valores das demais características, principalmente do peso da matéria seca sistema radicular, importante no pegamento das mudas após o plantio no camp Desta forma, provavelmente, a dose do fertilizante de liberação lenta proporciona um melhor equilíbrio entre o desenvolvimento da parte aérea e sistema radicular das mudas de cafeeiro em tubetes seria a correspondente a 4 gramas por 55 litros do substrato comercial, equivalendo a aproximadamente grama do fertilizante por tubete.

7 CONCLUSÕES

- **As mudas de *cafeeiro* apresentam melhor desenvolvimento quando se adiciona o fertilizante de liberação lenta (osmocote) ao substrato.**
- **A dose mais adequada é de 450 gramas do fertilizante de liberação lenta para cada 55 litros do substrato comercial (plantmax).**

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE NETO, A. **Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para produção de mudas de *cafeeiro* (*Coffea arabica* L.) em tubetes.** Lavras: UFLA, 1998. 65 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- CAIXETA, J. V. M.; SOUZA, S. P. de; GONTIJO, V. de P. M. **Efeito de substratos e adubações na formação de mudas de café.** Sete Lagoas: IPEACO, 1972. 5 p. (Série Pesquisa/Extensão, 18).
- CARVALHO, M. M. de; DUARTE, G. de S.; RAMALHO, M. A. P. **Efeito da composição do substrato no desenvolvimento de mudas de *cafeeiro* (*Coffea arabica* L.). I. Esterco de *avul.* **Ciência e Prática**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 20-34, jan./jun. 1978a.**
- CARVALHO, M. M. de; DUARTE, G. de S.; RAMALHO, M. A. P. **Efeito da composição do substrato no desenvolvimento de mudas de *cafeeiro* (*Coffea arabica* L.). II. Esterco de galinheiro. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 2, n. 2, p. 224-238, jul./dez. 1978b.**
- GODOY Jr, C. ;GODOY, O. P. ;GRAMER, M. **A calagem no desenvolvimento de mudas de *café*.** **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 39, n. 4, p. 169-174, dez. 1964.
- GONÇALVES, J. C. ;THOMAZIELLO, R. A. **Produção de mudas de café.** Campinas: CATI, 1970.25 p. (Boletim Técnico, 63).
- KEEVER, G. J.; COBB, G. S. **Effects of container volume and fertility rate on growth of two woody ornamentals.** **Hortscience**, Alexandria, v. 22, n. 5, p. 891-893, Oct. 1987.

- KEEVER, G. J.; COBB, G. S.; REED, R. B. Effects of container dimension and on growth of three woody ornamentals. **Hortscience**, Alexandria, v. 20, n. 2, p. 276-278, Apr. 1985.
- OLIVEIRA, J. A. de; PEREIRA, J. E. Adubação de substrato para formação de mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11, Londrina, 1984. **Resumos ...** Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1984. p. 19-25.
- OLIVEIRA, P. S. R.; 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 CAFEEIRAS, 21, Caxambu, 1995. **Anais ...** Caxambu: PROCAFE-DENAC, 1995. p. 70-72.
- SANTOS, S. P. **Efeito de doses de nitrato de potássio e esterco de curral na composição do substrato para formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Lavras: ESAL, 1993, 72 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- SOUZA, M. de. Nutrição e adubação para produzir mudas frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 102, p. 40-43, jun. 1983.
- SOUZA, S. P. **Cultura do café**. Sete Lagoas: IPEACO, 1966. 32 p. (Circular, 2).

CAPÍTULO 6

MODOS DE APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) EM TUBETES

1 RESUMO

Com o objetivo de avaliar diferentes modos de aplicação de fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de cafeeiro em tubetes, um experimento foi conduzido no viveiro de cobertura alta do Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA, no período de setembro de 1997 a janeiro de 1998. Utilizou-se como substrato a mistura comercial ~~costa~~ de casca de pinus moída, compostada e enriquecida com nutrientes. A formulação do fertilizante usado foi 15-10-10 de NPK + micronutrientes, na quantidade de 1 grama do fertilizante por recipiente. Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco repetições. As parcelas foram constituídas por seis tubetes de plástico rígido com capacidade volumétrica de 120 ml. Os tratamentos estudados consistiram dos seguintes modos de aplicação do fertilizante: aplicado na superfície do substrato (A); aplicado em um furo ao lado da plântula (B); misturado ao substrato de cada recipiente (C) e aplicado ao volume total de substrato, em mistura homogênea (D). Para a avaliação do desenvolvimento das mudas de cafeeiro, foram determinados o número de pares de folhas verdadeiras, diâmetro do caule, altura da planta, área foliar e pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea. Os resultados mostraram que a aplicação localizada do fertilizante de liberação lenta permitiu a produção de mudas de cafeeiro com desenvolvimento semelhante àquelas produzidas com a mistura ao substrato.

2 ABSTRACT

With the purpose of evaluating different manners of application of slow-releasing fertilizer in coffee tree seedling production in containers, an experiment was conducted in the high-cover nursery of the Coffee Culture Setor of the Universidade Federal de Lavras (UFLA), from September 1997 to January 1998. A commercial mixture made up of ground pinus bark compost and enriched with nutrients was used as substrate. The formulation of the fertilizer used was 15-10-10 of NPK plus micronutrients, at the rate of 1g per container. A five-replicate

randomized complete-block design was utilized. Plots were made up of six 120 ml stiff plastic containers. Treatments studied consisted of the following ways of fertilizer application: applied on the substrate surface (A); applied into a hole beside the seedling (B); mixed with the substrate of each container (C) and applied to the total volume of substrate prior to filling the containers (D). For the evaluation of plant development, the number of pairs of true leaves, stem diameter, plant height, leaf area and root and shoot dry weights were determined. Results showed that the localized application (treatments A and B) of the slow-releasing fertilizer allowed coffee seedlings production with development similar to those produced with the application in mixture (treatments C and D).

3 INTRODUÇÃO

O material ou mistura de materiais utilizados como substrato na formação de mudas de cafeeiro normalmente não possuem teores adequados de nutrientes capazes de atender as necessidades das plantas em crescimento. Assim, torna-se necessária a aplicação de fertilizantes minerais na tentativa de aumentar o crescimento das mudas, diminuindo o seu tempo de permanência no viveiro.

A fertilização tradicionalmente usada no substrato padrão para formação de mudas de cafeeiro em saco plástico é a mistura de 1 kg de P_2O_5 e de 0,6 kg de K_2O por metro cúbico de substrato. Entretanto, atualmente encontra-se disponível no mercado fertilizante de liberação lenta dos nutrientes, em diferentes formulações que, provavelmente, pode ser utilizado e aplicado de diferentes modos na fertilização do substrato para produção de mudas. Há disponibilidade de formulações que apresentam tempo de liberação dos nutrientes entre 5 e 6 meses, devido ao envolvimento dos grânulos de fertilizantes por uma película de resina orgânica. Com isto, ocorre baixa lixiviação de nutrientes em condições de excesso de água de chuva e ou irrigação intensa.

Por tratar-se de um produto recentemente introduzido no Brasil, poucos são os trabalhos realizados com este fertilizante, especialmente sobre os possíveis modos de sua aplicação ao substrato.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar diferentes modos de aplicação do fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de *cafeeiro* em tubetes.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Os nutrientes essenciais para o crescimento das plantas devem encontrar-se disponíveis na região de absorção das raízes para serem aproveitados e utilizados nos processos metabólicos. Quanto a sua aplicação, pode ser feita na água de irrigação (Simões et al., 1971; Barros et al., 1977; Silva 1986), em mistura com o substrato (Pires, 1963; Silva, 1986) ou de forma localizada (Goedert e Souza, 1984). Na literatura alguns trabalhos são encontrados mencionando estes métodos de aplicação de fertilizantes.

A aplicação de uma solução constituída por 10 g de fosfato monoamônico, 5 g de nitrato de potássio e 1,2 g de cal hidratada por litro de água, a cada 13 dias, no sistema de produção de porta-enxertos do limoeiro 'Cravo' em tubetes, reduziu em 25% o tempo de produção dos porta-enxertos, com ganhos de 50% na matéria seca total e 40% na matéria seca de raízes em relação à testemunha, proporcionando maior diâmetro, matéria seca total e de raízes e menor tempo para obter os porta-enxertos no ponto de repicagem (Decarlos Neto, et al., 1994). O máximo crescimento do porta-enxerto limoeiro 'Cravo', cultivado em bandejas de isopor, em condições de casa de vegetação, foi atingido com a aplicação da dose de 0,45% de nitrato de potássio, semanalmente, com cerca de 93,4% das plantas aptas para repicagem aos quatro meses após a sementeira, entretanto, para a tangerineira 'Cleopatra', a referida dosagem, aplicada duas vezes por semana, foi a que permitiu maiores ganhos (Carvalho, 1994).

A granulação do fertilizante e a aplicação localizada diminuem o volume

de solo com o qual o adubo reage, porém a melhor exploração de raízes em absorver nutrientes se dá com a aplicação incorporada (Goedert e Souza, 1984). A aplicação incorporada em sementeira de limoeiro 'Cravo', utilizando três vezes mais fertilizante que a aplicação localizada, proporcionou valores máximos de crescimento 1,64 vezes maior (Carvalho, 1987). Em outros trabalhos com o limoeiro 'Cravo', a aplicação incorporada de P_2O_5 em um substrato constituído por um Latossolo (Silva, 1981; Nicoli, 1982) e um substrato composto por casca de pinus e vermiculita (Camargo, 1989), proporcionou taxas máximas de crescimento das plantas.

Gomes et al. (1978) ao estudarem a influência da adubação aplicada em água de irrigação, em relação à aplicada em mistura com o substrato na formação de mudas de *Eucalyptus grandis*, constataram que o primeiro método de aplicação promoveu um crescimento em altura e ganho de peso de matéria seca significativamente superior. Ainda segundo os autores, o crescimento foi melhor quando se fracionou a adubação, colocando-se uma parte antes do semeio e a outra depois do raleio. No crescimento de porta-enxertos de seringueira, a aplicação dos fertilizantes parcelados em água de irrigação também mostrou-se mais favorável, propiciando melhor crescimento em altura e diâmetro dos porta-enxertos em comparação com sua mistura ao solo (Silva, 1986).

Com relação ao fertilizante de liberação lenta, não se encontram trabalhos na literatura sobre os modos de sua aplicação na produção de mudas de cafeeiro em tubetes. Em trabalhos realizados por Oliveira, Gualberto e Favoretto (1995) e Andrade Neto (1998), a aplicação deste fertilizante foi feita em mistura com o volume total de substrato.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em condições de viveiro de cobertura alta,

no Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA, no período de setembro de 1997 a janeiro de 1998.

Como recipientes foram usados tubetes de polietileno, de forma cônica, contendo oito estrias longitudinais internas, perfurados na base inferior e com capacidade volumétrica de 120 ml. Como meio para o desenvolvimento das plantas utilizou-se um substrato comercial constituído de vermiculita e casca de pinus moída, compostada e enriquecida com nutrientes.

A fertilização do substrato foi feita por meio de um fertilizante de liberação lenta (Tabela 1), aplicado na dose de 1 grama do fertilizante por tubete.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições. As parcelas foram formadas por seis tubetes, contendo uma plântula por recipiente. Os quatro tratamentos estudados consistiram dos seguintes modos de aplicação do fertilizante: A - aplicado na superfície do substrato; B - aplicado em um furo feito ao lado da plântula; C - misturado ao substrato de cada recipiente e, D - aplicado ao volume total de substrato, em mistura uniforme.

No tratamento A, a aplicação foi feita após o enchimento dos recipientes e do transplântio das plântulas, colocando-se o fertilizante distribuído na superfície do substrato. No tratamento B, abriu-se um furo de aproximadamente 0,5 cm de diâmetro e 2 cm de profundidade ao lado da plântula transplantada, colocando-se o fertilizante no seu interior; procedeu-se a sua cobertura com o próprio substrato do recipiente. No tratamento C, o substrato contido em cada tubete foi misturado à dose do fertilizante utilizada por recipiente. No tratamento D, o volume total do substrato necessário para o enchimento dos tubetes foi misturado com o fertilizante utilizando-se saco plástico com capacidade de 20 litros.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 19 encontra-se o resumo das análises de variância para as características consideradas. Observa-se efeito significativo do modo de aplicação do fertilizante para diâmetro do caule, altura da planta e área foliar enquanto que para número de pares de folhas verdadeiras e pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea não houve efeito dos tratamentos. Com relação à precisão do experimento observa-se coeficiente de variação de 3,01% a 12,58%, sugerindo uma boa precisão. Os resultados médios para todas as características estudadas encontram-se na Tabela 20

O número de pares de folhas verdadeiras mostrou pequena amplitude de variação entre os diferentes modos de aplicação do fertilizante. O menor valor médio foi de 6,30 pares de folhas para a aplicação do fertilizante em mistura homogênea ao volume total de substrato, enquanto o maior valor (6,43 pares) foi observado quando o fertilizante foi aplicado em um furo ao lado da plântula ou misturado ao substrato de cada recipiente. É oportuno salientar que a aplicação do fertilizante em mistura homogênea ao volume total de substrato é um dos procedimentos mais adotados entre os viveiristas e cafeicultores que utilizam esta tecnologia de produção de mudas de cafeeiro.

Com relação ao diâmetro do caule, observa-se que a aplicação do fertilizante misturado ao substrato de cada recipiente, com valor de 3,19 mm, sobressaiu-se em relação à aplicação em um furo ao lado da plântula que apresentou diâmetro médio do caule de 2,91 mm.

Para a altura de planta, o maior valor médio (25,05 cm) foi verificado quando o fertilizante foi misturado ao substrato de cada recipiente, diferindo estatisticamente, apenas da aplicação do adubo na superfície do substrato, cuja altura média das plantas foi de 22,12 cm.

Os resultados relativos a área foliar seguiram a mesma tendência observada com relação às demais características, ou seja, maior valor médio

TABELA 19. Resumo das análises de variância para o número de pares de folhas verdadeiras, diâmetro de caule, altura de planta, área foliar e pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea obtidas no experimento sobre modos de aplicação do fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de caféiro, (*Coffea arabica* L.) em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Causas de variação	G.L.	Nº de pares de folhas verdadeiras	Diâmetro do caule (mm)	Altura da planta (cm)	Quadrados médios		
					Área foliar (cm ²)	Sist. radicular	Parte aérea
Blocos	4	0,0665	0,1278**	8,5685**	216,5659	0,0150*	0,0356
Modos de aplicação	3	0,0237	0,0787*	7,9291**	1476,9734*	0,0079	0,0898
Resíduo	12	0,0368	0,0158	1,2054	206,6135	0,0029	0,0317
Coef. de variação (%)		3,01	4,13	4,60	5,42	12,58	10,27

* , ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

TABELA 20. Resultados médios¹ do número de pares de folhas verdadeiras, diâmetro de caule, altura de planta, área foliar e pesos da matéria seca da sistema radicular e da parte aérea obtidos na experimento sobre modos de aplicação do fertilizante de liberação lenta, na produção de mudas de *cafeeiro*, (*Coffea arabica* L.) em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Modos de aplicação do fertilizante ²	Nº de pares de folhas verdadeiras	Diâmetro do caule (mm)	Altura da planta (cm)	Área foliar (cm ²)	Matérias secas	
					Sist. radicular (g)	Parte aérea (g)
A	6,33 a	2,97 ab	22,12 b	242,62 b	0,42 a	1,55 a
B	6,43 a	2,91 b	23,80 ab	270,10 a	0,37 a	1,71 a
C	6,43 a	3,19 a	25,05 a	283,87 a	0,46 a	1,83 a
D	6,30 a	3,10 ab	24,42 a	263,16 ab	0,45 a	1,84 a

¹ Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

² Aplicação do fertilizante:

A: aplicado na superfície do substrato;

B: aplicado em um furo, ao lado da plântula;

C: misturado ao substrato de cada recipiente;

D: aplicado em mistura homogênea ao volume total de substrato.

quando o fertilizante foi misturado ao substrato de cada recipiente. Este modo de aplicação apresentou área foliar de 283,87 cm², sendo estatisticamente diferente do valor (242,62 cm²) observado no tratamento onde a aplicação do fertilizante foi realizada na superfície do substrato. Para a adição do fertilizante em um furo ao lado da plântula e em mistura ao volume total de substrato não se constatou diferença significativa

Para os pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea, embora exista tendência das plantas desenvolvidas onde o fertilizante foi misturado ao substrato de cada recipiente apresentarem maiores valores, observa-se na Tabela 20, que as diferenças não são consideráveis. Para o peso da matéria seca do sistema radicular, a aplicação do adubo em um furo ao lado da plântula proporcionou o menor valor (0,37 g) enquanto para o peso da matéria seca da parte aérea, o menor valor (1,55 g) foi constatado na aplicação do fertilizante na superfície do substrato.

De maneira geral, constata-se que no modo de aplicação do fertilizante ao substrato de cada recipiente há tendência de se obterem os maiores valores médios para as características consideradas. Entretanto, em termos práticos, este modo de fertilização do substrato torna-se inviável pois, consiste em misturar determinada quantidade do adubo ao volume de cada recipiente, individualmente. A tendência do melhor desenvolvimento das plantas neste tratamento provavelmente tenha sido consequência da maior precisão da dosagem do fertilizante adicionada em cada recipiente. Mas, este tratamento para todas as características avaliadas, não diferiu do modo de aplicação em mistura homogênea ao volume total de substrato, que talvez seja o modo mais indicado.

Os resultados obtidos neste experimento discordam dos apresentados por Silva, 1981; Nicoli, 1982 e Camargo, 1989 que trabalhando com mudas do limoeiro 'Cravo', haviam encontrado que a aplicação incorporada de nutriente (P₂O₅) proporcionou as maiores taxas de crescimento das plantas.

7 CONCLUSÕES

- O número de pares de folhas verdadeiras e os pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea das mudas de cafeeiro não são afetados pelo modo de aplicação do fertilizante de liberação lenta.
- A aplicação localizada do fertilizante (aplicação na superfície do substrato ou em um furo ao lado da plântula) permite a produção de mudas de cafeeiro com desenvolvimento semelhante àsquelas produzidas com a mistura do mesmo ao substrato.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE NETO, A. **Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes.** Lavras: UFLA, 1998. 65 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- BARROS, N. F.; BRANDI, R. M.; COUTO, L.; FONSECA, S. M. **Aplicação de fertilizantes minerais na formação de mudas de *Eucalyptus grandis* Maiden ex Hook, através da água de irrigação.** *Ávore*, Viçosa, v. 1, n. 1, p. 17-25. 1977.
- CAMARGO, I. P. de. **Efeitos de doses, fontes de fósforo e de fungos micorrízicos sobre o limoeiro ‘Cravo’ até a repicagem.** Lavras: ESAL, 1989. 104 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotemia).
- CARVALHO, S. A. **Métodos de aplicação do superfosfato simples e do calcário dolomítico no limoeiro ‘Cravo’ até a repicagem.** Lavras: ESAL, 1987. E24 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- CARVALHO, S. A. de. **Manejo da adubação nitrogenada na produção de porta-enxertos cítricos em bandejas.** Lavras: ESAL, 1994. 95 p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia).
- DECARLOS NETO, A.; GRANDI, A. J. de.; VICHATO, M.; AMARAL, A. M. do. **Viabilização do uso de tubetes para obter o porta-enxerto limoeiro ‘Cravo’ com “solução de arranque”.** h: CONGRESSO BRASILEIRO DE

FRUTICULTURA, 13, Salvador, 1994. Resumos ... Salvador: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1994, v. 3, p. 400-401.

- GOEDERT, W. J.; SOUZA, D. M. G. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1, Brasília, 1984. Anais ... Brasília, EMBRAPA-DE?. 1984. p. 255-290.
- GUMES, J. M.; RESENDE, G. C. de; SOUZA, A. L. de; NOVAIS, R. F. de. Métodos de aplicação de adubos na formação de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3, Manaus, 1978. Anais ... São Paulo, Silvicultura, Edição Especial, v. 2, n. 14, 1978. p.385-388.
- NICOLI, A. M. Influência de fontes e níveis de fósforo no crescimento e nutrição mineral do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* OSBECK) em vasos até a repicagem. Lavras: ESAL, 1982. 100 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotemia).
- OLIVEIRA, P. S. R.; 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 CAFEEIRAS, 21, Caxambu, 1995. Anais ... Caxambu: PROCAFE-DENAC, 1995. p. 70-72.
- PIRES, C. L. S. Ensaio de adubação em mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook acondicionadas em torrões paulista. Silvicultura em São Paulo, v. 1, n. 2, p 17-25. 1963.
- SILVA, J. G. da. Volumes de substratos, níveis e métodos de aplicação de fertilizantes sobre a produção de porta-enxertos de seringueira. Viçosa: UFV, 1986. 35 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotemia).
- SILVA, J. V. B. Efeitos do superfosfato simples e de seus principais nutrientes no crescimento do limoeiro 'Cravo' (*Citrus limonia* OSBECK) em vasos, até a repicagem. Lavras: ESAL, 1981. 100 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- SIMÕES, J. W.; SPELTZ, R. M.; SPELTZ, G. E.; MELLO, H. A. Adubação mineral na formação de mudas de eucalipto. IPEF, Piracicaba, v. 2, n. 3, p. 35-49. 1971.

CAPÍTULO 7

SUBSTRATOS, FONTES E DOSES DE FÓSFORO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) EM TUBETES

1 RESUMO

Com o objetivo de avaliar o efeito de substratos, fontes e doses de fósforo na produção de mudas de cafeeiro em tubetes, um experimento foi conduzido em casa de vegetação de Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras - UFLA, no período de setembro de 1997 a janeiro de 1998. O experimento foi instalado segundo o delineamento experimental de blocos casualizados, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial $2 \times 2 \times 5$, com três repetições. Os fatores considerados foram 2 substratos (substrato comercial plantmax e um substrato formado por 60% de composto orgânica, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo), 2 fontes de fósforo (superfosfato simples e termofosfato magnésiano - "yoorin") e 5 doses, correspondendo a 100, 200, 300, 400 e 500 g de P_2O_5 por 100 litros de substrato. As parcelas foram constituídas por 17 tubetes com capacidade volumétrica de 120 ml, considerando-se como área útil, os cinco recipientes centrais. Os substratos foram enriquecidos com o equivalente a 0,2 kg de sulfato de amônio, 0,05 kg de cloreto de potássio e 0,05 kg de FTE-BR 9 para cada 100 litros de substrato. Além desta adubação básica aplicou-se em cobertura, de 14 em 14 dias, após o aparecimento do segundo par de folhas verdadeiras, 25 g de sulfato de amônio e 60 g de cloreto de potássio dissolvidos em 10 litros d'água e aplicados em área de 3 m² da experimento. Para a avaliação do desenvolvimento das mudas de cafeeiro considerou-se o número de pares de folhas verdadeiras, diâmetro de caule, altura de planta, área foliar e os pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea. Os resultados mostraram que o substrato formado por 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo permitiu a produção de mudas de cafeeiro mais desenvolvidas que aquelas produzidas com o substrato comercial; o superfosfato simples, independente do substrato, proporcionou melhor desenvolvimento das plantas do que aquelas produzidas com o termofosfato magnésiano ("yoorin") e doses de fósforo acima de 100 g de P_2O_5 por 100 litros de substrato não apresentaram efeitos positivos no desenvolvimento das mudas de cafeeiro em tubetes.

2 ABSTRACT

With the objective of evaluating the effect of different substrates, sources and doses of P_2O_5 in the formation of coffee tree seedlings in containers, an experiment was conducted in greenhouse at Universidade Federal de Lavras, Coffee Culture Sector, from September 1997 to January 1998. The experiment was set up according to a three replicate randomized complete-block experimental design with the treatments arranged as a $2 \times 2 \times 5$ factorial scheme. Factors studied were: two substrates (commercial "plantmax" and a substrate made up of 60% organic compound, 20% vermiculite and 20% subsoil earth); two sources of P_2O_5 (simple superphosphate and magnesium-thermophosphate ("yoorin")) and five doses of P_2O_5 (100, 200, 300, 400 and 500 g per 100 liters of substrate). Plots comprised 17 containers of 120 ml, the five central ones considered for obtaining data. Substrates were enriched with the equivalent of 0.2 kg ammonium sulfate, 0.05 kg potassium chloride and 0.05 kg "FTE-BR 9" to 100 liters of substrate. In addition to this basic fertilization, 25 g of ammonium sulfate and 60 g of potassium chloride dissolved in 10 liters of water and applied over 3 m², was side-dressed every 14 days after the appearance of the second pair of true leaves. For the evaluation plant development, the number of pairs of true leaves, stem diameter, plant height, leaf area and root and shoot dry weights were determined. Results showed that the substrate made of 60% organic compounds, 20% vermiculite and 20% subsoil earth was more efficient for seedling formation when compared with commercial plantmax substrate. Simple superphosphate regardless type of substrate, provided better developed plants than those produced with magnesium-thermophosphate ("Yoorin"); doses above 100 g P_2O_5 per 100 liters of substrate, have not presented positive effects on the development of seedlings.

3 INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que interferem na produção de mudas de cafeeiro com qualidade superior, certamente a fertilização do substrato é um dos mais importantes pois, além de afetar o crescimento e o desenvolvimento das mudas no viveiro, poderá influenciar no seu estabelecimento no campo.

Na fertilização do substrato destaca-se a importância do fósforo. Quando este nutriente encontra-se ausente no substrato, ou não é fornecido na adubação

em quantidade suficiente, o sistema radicular apresenta-se pouco desenvolvido, especialmente as raízes secundárias, reduzindo a capacidade de absorção de água e nutrientes, o que poderá ser limitante ao desenvolvimento das mudas recém plantadas no campo.

Sabe-se no entanto, que existem no mercado vários fertilizantes capazes de fornecer o fósforo necessário para a solução do meio de crescimento. No processo de produção de mudas de cafeeiro em tubetes tem-se utilizado o adubo de liberação lenta, comercialmente denominado de osmocote, que além do fósforo, fornece também os demais elementos essenciais. No entanto, trata-se de um produto importado e de custo elevado em relação aos outros fertilizantes disponíveis. Assim, torna-se necessário encontrar outras formas alternativas para proceder-se à fertilização do substrato, obtendo-se mudas com qualidade adequada para o plantio.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de substratos, fontes e doses de P_2O_5 na produção de mudas de *cafeeiro em* tubetes.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

O fósforo é um nutriente essencial para o crescimento da planta e nenhum outro elemento pode substituí-lo (Malavolta, 1980; Lopes, 1989). É componente de muitos compostos orgânicos como ésteres de carboidratos, fosfolipídeos, coenzimas e nucleoproteínas. Participa de funções críticas na respiração, fotossíntese, armazenamento e na transferência de energia, na divisão celular e no crescimento das células (Lopes, 1989; Malavolta e Violante Netto, 1989).

Este elemento além de promover a formação e o crescimento prematuro de raízes, melhora a eficiência no uso da água e, quando em alta concentração no solo, ajuda a manter a absorção deste pelas plântulas, mesmo sob condições de

alta tensão de umidade do solo (Lopes, 1989).

O movimento do fósforo na solução do solo ocorre principalmente por difusão (Malavolta, 1980; Raij, 1983), um mecanismo lento e de pouca amplitude que depende da umidade do solo (Lopes, 1989). Desta forma, a absorção de fósforo em contato com a superfície das raízes é diretamente proporcional à extensão do sistema radicular, à concentração do elemento na superfície das raízes e a capacidade das raízes de o absorverem (Raij, 1983; Goedert e Souza, 1986).

Quanto ao fornecimento de fósforo às plantas, as doses a serem aplicadas ao substrato para um desenvolvimento adequado, variam entre as espécies, local e estágio vegetativo, entre outros fatores ligados à nutrição da planta (Olsen, Bowman e Watanabe, 1977).

Quando os teores de fósforo no substrato encontravam-se elevados, doses crescentes de superfosfato simples não influenciaram as características de crescimento da tangerina 'Cleópatra'. Disponibilidade de 700 ppm de fósforo no substrato comercial plantmax, mostrou não necessitar de adubação fosfatada para o cultivo desta espécie até o ponto de repicagem (Rocha, 1992).

Trabalhos encontrados na literatura mostram a importância da adubação fosfatada na produção de mudas de cafeeiro. Franco e Mendes (1949) trabalhando com adubação fosfatada em mudas de cafeeiro em solução nutritiva, constataram sintomas de deficiência deste nutriente. Na ausência de fósforo, as plantas tiveram seu crescimento reduzido, as folhas inferiores apresentaram-se com uma coloração amarelo-bronzeada, com pontos necróticos evidenciados e posterior abscisão. Carvalho, Duarte e Ramalho (1978a e 1978b) trabalhando com substratos em sacos plásticos, constituídos de solo em mistura com esterco de galinheiro ou esterco de curral e nas doses 0 (zero); 0,4; 0,8; 1,2 e 1,6 kg de P_2O_5 por m^3 de substrato, obtiveram resultados positivos para o uso de P_2O_5 sendo que a correspondente a 1,0 kg de P_2O_5 por m^3 de substrato proporcionou

melhor desenvolvimento das mudas de cafeeiro.

Bragança e Carvalho (1984) estudando as fontes de baixa solubilidade em fósforo, fosfato natural de Araxá, fosfato parcialmente solubilizado e o fosfato concentrado arafertil aplicados nas doses de 0,473; 0,947 e 1,420 kg de P_2O_5 por m^3 de substrato, concluíram que a adição das fontes de fósforo ao substrato, nas doses utilizadas, não influenciaram o crescimento das mudas.

5 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido, em casa de vegetação, no Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras-UFLA, no período de setembro de 1997 a janeiro de 1998.

Como recipientes foram usados tubetes de polietileno, de forma cônica, contendo oito estrias longitudinais internas, perfurados na base inferior e capacidade volumétrica de 120 ml.

Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial $2 \times 2 \times 5$, com três repetições. Os fatores estudados foram: 2 substratos, 2 fontes de fósforo e 5 doses de P_2O_5 . Um dos substratos constituiu-se de vermiculita e casca de pinus moída, compostada e enriquecida (substrato comercial - plantmax) e, o outro, foi uma mistura formada por 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo. Como fonte de P_2O_5 utilizou-se os fertilizantes superfosfato simples¹ com 19,95% de P_2O_5 solúvel em citrato neutro de amônio e água (CNA) e 10,11% de Ca e o termofosfato magnesiano² - (yoorin) com 17,5% de P_2O_5 total, 16,0% de P_2O_5 solúvel em solução de ácido cítrico a 2%, 20,0% de Ca, 9% de Mg, 0,05% de Cu, 0,12% de Mn, 0,55% de Zn e 0,10% de B. As cinco doses

¹ Análises realizadas no Laboratório de Química da UFLA.

² Níveis de garantia do fabricante.

consideradas foram 100, 200, 300, 400 e 500 g de P_2O_5 para cada 100 litros de substrato. As parcelas foram constituídas por 17 tubetes, considerando-se como área útil, os cinco recipientes centrais.

A fertilização básica dos substratos foi complementada com a adição dos fertilizantes: 0,2 kg de sulfato de amônio com 21% de N; 0,05 kg de cloreto de potássio com 62% de K_2O e 0,05 kg de FTE-BR 9 com 0,99% de Cu, 4,03% de Mn, 1,48% de Zn, 6,74% de Fe e 2,12% de B, para o equivalente a 100 litros de substrato.

A aplicação dos tratamentos e a fertilização básica dos substratos foram feitas colocando-se os substratos e os fertilizantes, nas diferentes doses, em sacos plásticos com capacidade de 60 litros e, em movimentos regulares, fazendo com que os mesmos se movimentassem de modo a homogeneizar a mistura. Obtida a mistura, esta foi umedecida com o correspondente a 6 litros d'água/55 litros de substrato e procedeu-se o enchimento dos recipientes, os quais foram incubados por um período de cinco dias para evitar a queima das plântulas após o transplântio. Realizou-se o transplântio das plântulas no estágio de "palito de fósforo" obtidas a partir de sementes germinadas em germinador de areia

Após o aparecimento do segundo par de folhas verdadeiras procedeu-se adubações complementares em cobertura, de 14 em 14 dias, com 25 g de sulfato de amônio e 60 g de cloreto de potássio, dissolvidos em 10 litros d'água, aplicados em 3 m² de área do experimento, utilizando-se regador de crivos finos. Depois de cada adubação em cobertura, realizou-se a lavagem da parte aérea das plantas por meio de uma irrigação de rotina. Foram feitas seis adubações em cobertura durante o período de condução do experimento.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância para as características de crescimento das mudas de cafeeiro consideradas no experimento encontra-se na Tabela 21.

TABELA 21. Resumo das análises de variância para o número de pares de folhas verdadeiras, diâmetro de caule, altura de planta, área foliar e pesos da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea obtidas no experimento sobre substratos, fontes e doses de P_2O_5 na produção de mudas de cafeeiro, (*Coffea arabica* L.) em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Causas de variação	G.L.	Quadrados medios					
		Nº de pares de folhas verdadeiras	Diâmetro de caule (mm)	Altura da planta (cm)	Aren foliar (cm ²)	Matérias secas	
						Sist. radicular (g)	Parte aérea (g)
Blocos	2	0,0327	0,0231	0,3260	7,2432	0,0155**	0,0117
Substratos (S)	1	1,1760**	1,4107**	198,5984**	79999,9832**	0,2157**	2,0572**
Fontes de P_2O_5 (F)	1	1,9440**	0,0960*	96,3680**	24444,0339**	0,0240**	0,6020**
Doses de P_2O_5 (D)	4	0,1257	0,0331	3,0560**	699,9967**	0,0032	0,0015
Interação S x F	1	0,0027	0,0667	0,9425	921,5921**	0,0022	0,00001
Interação S x D	4	0,0577	0,0133	2,1558*	878,1367**	0,0014	0,0081
Interação F x D	4	0,0457	0,0296	2,2543*	281,4194	0,0025	0,0037
Interação S x F x D	4	0,0643	0,0209	1,2756	248,4696	0,0008	0,0134*
Resíduo	38	0,0776	0,0178	0,7062	118,4772	0,0014	0,0044
Coef. de variação (%)		5,31	5,80	5,05	7,98	13,06	8,66

*, ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Observa-se efeitos significativos para substratos e fontes de P_2O_5 para todas características avaliadas. Para doses de P_2O_5 constata-se efeito significativo para altura das mudas e área foliar enquanto que para as demais características não se observa significância. Verifica-se ainda interações significativas entre substratos x fontes de P_2O_5 para área foliar; substratos x doses de P_2O_5 para altura de planta e área foliar; fontes x doses de P_2O_5 para altura da planta e para a interação substratos x fontes x doses de P_2O_5 constata-se efeito significativo para matéria seca da parte aérea.

Os resultados médios do número de pares de folhas verdadeiras para os dois substratos e as duas fontes de P_2O_5 encontram-se na Tabela 22. A variação entre os resultados médios observados nas mudas de cafeeiro desenvolvidas nos dois substratos, embora de pequena magnitude, mostrou-se significativa. As mudas desenvolvidas no substrato constituído por 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo apresentaram valor médio de 5,39 pares de folhas verdadeiras enquanto no substrato comercial plantmax, o valor foi de 5,11 pares de folhas, ou seja, uma diferença de 0,28 pares de folhas. Para as fontes de P_2O_5 a variação significativa, foi de apenas 0,36 pares de folhas. O maior número médio de pares de folhas (5,43 pares) foi constatado quando se utilizou como fonte de P_2O_5 o superfosfato simples, ao passo que, quando se usou como fonte de P_2O_5 o termofosfato magnésiano (yoorin), o número médio de pares de folhas verdadeiras foi de 5,07 pares.

Os valores médios do diâmetro do caule para os diferentes substratos e fontes de P_2O_5 estão apresentados na Tabela 23. A amplitude de variação entre os valores observados nos dois substratos foi de 0,30 mm, sendo o menor valor 2,15 mm verificado nas mudas desenvolvidas no substrato comercial plantmax e o maior valor 2,45 mm constatado nas mudas obtidas no substrato constituído por 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo. Este valor corresponde a um aumento de 13,95% no diâmetro do caule das mudas de cafeeiro, em relação ao valor observado no substrato comercial. A

TABELA 22. Resultados médios' do número de pares de folhas verdadeiras para diferentes substratos e fontes de P_2O_5 obtidos no experimento sobre substratos, fontes e doses de P_2O_5 na produção de mudas do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Substratos	Fontes de P_2O_5		Média
	Superfosfato simples	Termofosfato	
S ₁	5,29	4,92	5,11 b
S ₂	5,56	5,21	5,39 a
Média	5,43 a	5,07 b	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Substratos:

S₁ - 100% Plantmax

S₂ - 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo

TABELA 23. Resultados médios¹ do diâmetro do caule para substratos e fontes de P₂O₅ obtidos no experimento sobre substratos, fontes e doses de P₂O₅ na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Substratos	Fontes de P ₂ O ₅		Média
	Superfosfato simples	Termofosfato	
		mm	
S ₁	2,15	2,14	2,15 b
S ₂	2,52	2,38	2,45 a
Média	2,34 a	2,26 b	

¹ Médias seguidas de mesma letra na horizontal e M vertical não diferem entre si, respectivamente, aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, pelo teste F.

Substratos:

S₁ - 100% Plantmax

S₂ - 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo

variação no diâmetro do caule das mudas entre as duas fontes de P_2O_5 foi de apenas 0,08 mm. O maior valor (2,34 mm) constatado quando utilizou-se o superfosfato simples como fonte de P_2O_5 e o menor valor (2,26 mm), quando a fonte de P_2O_5 foi o termofosfato magnésiano (yoorin).

As equações de regressão para a altura das mudas de cafeeiro em função dos substratos e doses de P_2O_5 , fontes e doses de P_2O_5 encontram-se apresentadas nas Figuras 13 e 14, respectivamente. Verifica-se que a altura das mudas reduziu com o aumento das doses de P_2O_5 nos dois substratos estudados; sendo que no substrato constituído por 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo mostrou-se uma tendência linear, enquanto que, no substrato comercial, a tendência foi quadrática, apresentando nesse caso uma altura mínima, com a dose de 325 g de P_2O_5 . A altura das mudas também diminuiu com o aumento das doses de P_2O_5 para as duas fontes, observando-se uma tendência linear para o superfosfato simples e quadrática para o termofosfato magnésiano (yoorin), com uma altura mínima de 15,1 cm obtida quando usar 312,5 g de P_2O_5 .

Os resultados médios de área foliar para os diferentes substratos e fontes de P_2O_5 encontram-se na Tabela 24. Observa-se que o substrato formado por 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo proporcionou maior área foliar das mudas de cafeeiro nas duas fontes de P_2O_5 . Utilizando-se o superfosfato simples como fonte de P_2O_5 , o valor médio da área foliar no substrato comercial plantmax foi de 123,95 cm², enquanto que, no substrato constituído por 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo, a área foliar das mudas foi de 189,14 cm², correspondendo a um aumento da ordem de 52,59% em relação ao substrato comercial. A variação na área foliar das mudas foi mais expressiva, entre os dois substratos, quando utilizou-se o termofosfato (yoorin) como fonte de P_2O_5 . No substrato comercial as plantas apresentaram valor médio de 75,75 cm² enquanto que, no outro substrato, a área foliar foi de 156,61 cm², correspondendo ao

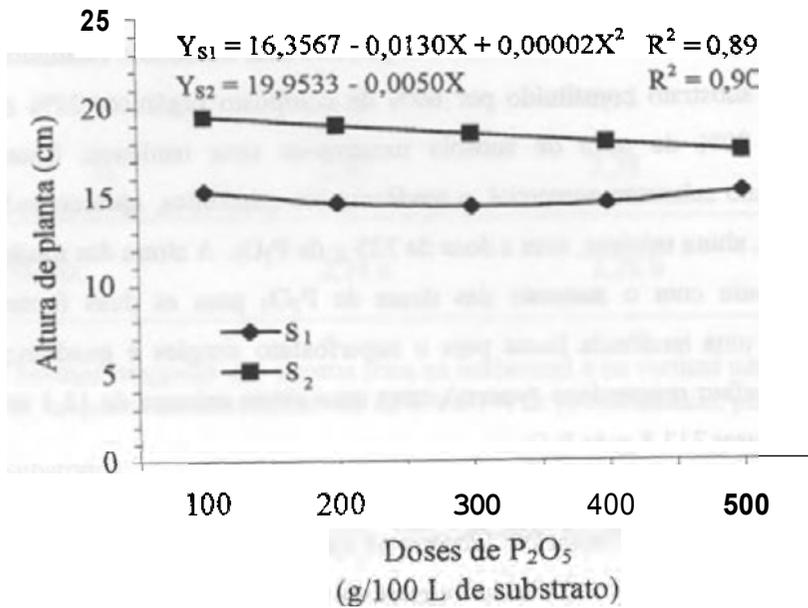


FIGURA 13. Representação gráfica e equações de regressão para altura de mudas de cafeeiro, (*Coffea arabica* L.), para os dois tipos de substratos (S_1 = plantmax; S_2 = 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo) em função das doses de P_2O_5 . UFLA, Lavras, MG, 1999.

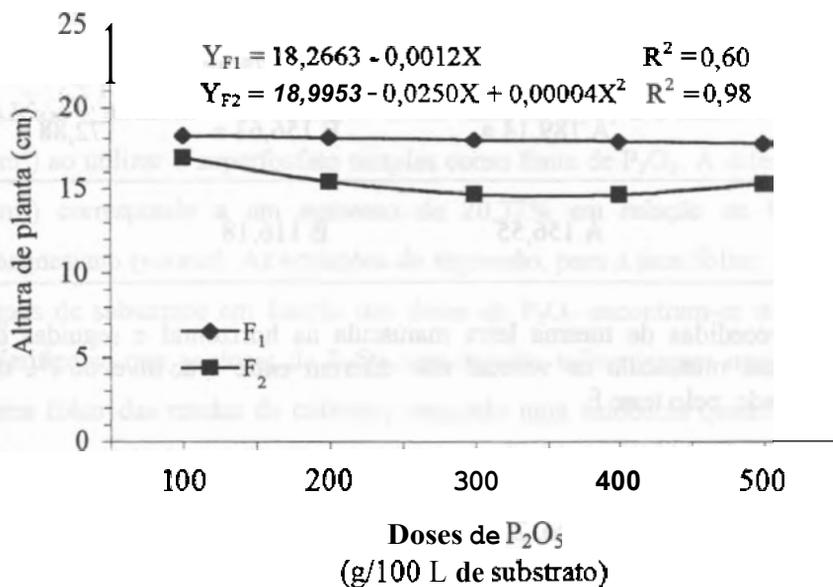


FIGURA 14. Representação gráfica e equações de regressão para altura de mudas de caféiro, (*Coffea arabica* L.), para as duas fontes (F_1 = superfosfato simples; F_2 = termofosfato) em função das doses de P_2O_5 . UFLA, Lavras, MG, 1999.

TABELA 24. Resultados médios¹ de área foliar para diferente substratos e fontes de P₂O₅ obtidos no experimento sobre substratos, fontes e doses de P₂O₅ na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Substratos	Fontes de P ₂ O ₅		Média
	Superfosfato simples	Termofosfato	
	cm ²		
S ₁	A 123,95 b	B 75,75 b	99,85 b
S ₂	A 189,14 a	B 156,61 a	172,88 a
Média	A 156,55	B 116,18	

¹ Médias precedidas de mesma letra **maiúscula** na horizontal e seguidas de mesma **letra minúscula** na vertical não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

Substratos:

S₁ - 100% Plantmax

S₂ - 60% de composto orgânico, 20% de **vermiculita** e 20% de terra de subsolo

incremento de 106,74% em relação ao substrato comercial. Para as fontes de P_2O_5 também constata-se variação na área foliar dentro de cada substrato. Observa-se que no substrato comercial (S_1) a variação foi acentuada, sendo de 75,75 cm^2 quando a fonte de P_2O_5 foi o termofosfato e de 123,95 cm^2 quando usou-se o superfosfato simples. A diferença de 48,20 cm^2 corresponde a um aumento de 63,63% em relação ao termofosfato magnesiano (yoorin) como fonte de P_2O_5 . No substrato formado por 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo (S_2), a variação da área foliar das mudas de cafeeiro foi menos marcante. O menor valor (156,61 cm^2) foi observado quando o termofosfato foi usado como fonte de P_2O_5 e o maior valor (189,14 cm^2) ao utilizar o superfosfato simples como fonte de P_2O_5 . A diferença (32,53 cm^2) corresponde a um aumento de 20,77% em relação ao termofosfato magnesiano (yoorin). As equações de regressão, para a área foliar, para os dois tipos de substratos em função das doses de P_2O_5 encontram-se na Figura 15. Verifica-se que as doses de P_2O_5 consideradas influenciaram negativamente a área foliar das mudas de cafeeiro, seguindo uma tendência quadrática para os dois tipos de substratos. Os valores mínimos de 96,0 cm^2 e 165,2 cm^2 podem ser estimados usando-se as doses de 226,0 e 414,0 g de P_2O_5 , respectivamente, para os substratos S_1 e S_2 .

Os resultados médios do peso da matéria seca do sistema radicular para os dois substratos e as fontes de P_2O_5 estão na Tabela 25. Observa-se que, independente da fonte de P_2O_5 , o peso da matéria seca do sistema radicular variou de 0,22 g/planta, no substrato comercial a 0,35 g/planta, no substrato formado por 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo, correspondendo a um aumento de 59,09% em relação ao substrato comercial. Independente do substrato, obteve-se 0,27 g/planta de matéria seca do sistema radicular quando utilizou-se o termofosfato magnesiano (yoorin) como fonte de P_2O_5 e 0,31 g/planta para o superfosfato simples, correspondendo

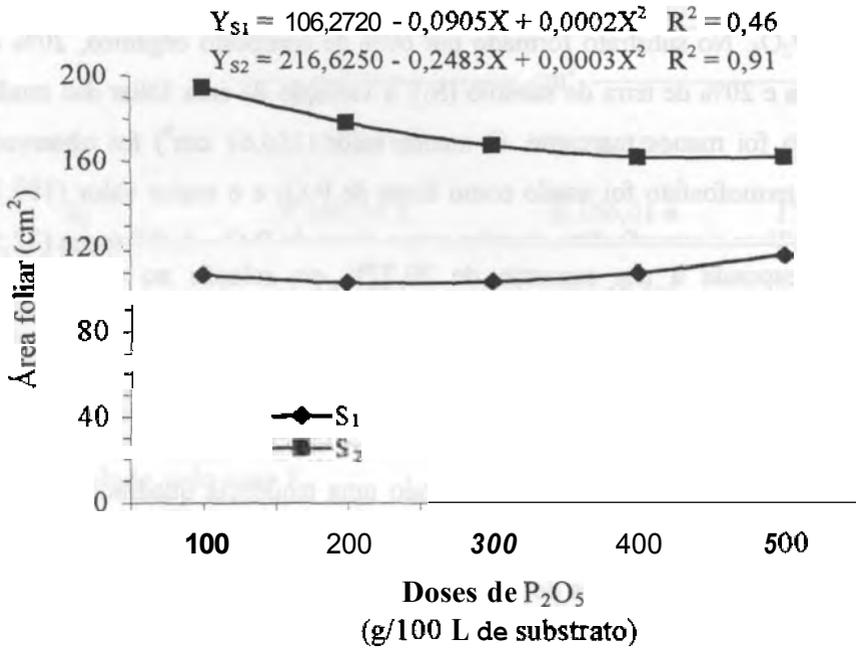


FIGURA 15. Representação gráfica e equações de regressão para área foliar de mudas de cafeeiro, (*Coffea arabica* L.), para os dois tipos de substratos (S_1 = plantmax; S_2 = 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo) doses de P_2O_5 . UFLA, Lavras, MG, 1999.

TABELA 25. Resultados médios¹ do peso da matéria seca do sistema radicular para diferentes substratos e fontes de P₂O₅ obtidos no experimento sobre substratos, fontes e doses de P₂O₅ na produção de mudas de *cafeeiro* (*Coffea arabica* L.) em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Substratos	Fontes de P ₂ O ₅		Média
	Superfosfato simples	Termofosfato	
		g/planta	
S ₁	0,24	0,21	0,22 b
S ₂	0,37	0,32	0,35 a
Média	0,31 a	0,27 b	

¹ Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

Substratos:

S₁ - 100% Plantmax

S₂ - 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo

um incremento da ordem de 14,81%.

Na Tabela 26 encontram-se os resultados do desdobramento da interação substratos x fontes x doses de P_2O_5 . Dentro de cada dose de P_2O_5 observa-se maior valor médio do peso da matéria seca da parte aérea do substrato formado por 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo, nas duas fontes de P_2O_5 . Constata-se ainda, que o superfosfato simples foi a fonte de P_2O_5 que permitiu maior quantidade de matéria seca da parte aérea nas diferentes doses consideradas, em ambos substratos, com exceção da dose de 200 g de P_2O_5 / 100 litros de substrato no substrato comercial e 300 g de P_2O_5 / 100 litros, no substrato S_2 , onde não se observa diferença significativa entre as fontes de P_2O_5 .

TABELA 26. Resultados médios¹ do peso da **matéria Seca** da parte aérea para diferentes **substratos**, fontes de fósforo e doses de P_2O_5 obtidos no experimento sobre produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 1999.

Doses de P_2O_5 (g/100 L de substrato)	Fontes de P_2O_5	Substratos		Média
		S ₁	S ₂	
		g/planta		
100	Superfosfato simples	B 0,66 a	A 1,12 a	0,89
	Termofosfato	B 0,50 b	A 0,82 b	0,66
200	Superfosfato simples	B 0,60 a	A 1,08 a	0,84
	Termofosfato	B 0,50 a	A 0,87 b	0,68
300	Superfosfato simples	B 0,73 a	A 0,96 a	0,85
	Termofosfato	B 0,44 b	A 0,87 a	0,66
	Média	0,59	0,92	
400	Superfosfato simples	B 0,68 a	A 1,06 a	0,87
	Termofosfato	B 0,47 b	A 0,90 b	0,69
	Média	0,58	0,98	
500	Superfosfato simples	B 0,73 a	A 1,05 a	0,89
	Termofosfato	B 0,49 b	A 0,79 b	0,64
	Média	0,61	0,91	

¹ Médias precedidas de mesma letra maiúscula na horizontal e seguidas de mesma letra minúscula na vertical, dentro de cada dose de P_2O_5 , não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

Substratos:

S₁ - 100% Plantmax

S₂ - 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo

7 CONCLUSÕES

- O substrato constituído por 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo permite a produção de mudas de cafeeiro mais desenvolvidas que aquelas produzidas com o substrato comercial utilizado.
- O uso do superfosfato simples, independente do substrato utilizado, proporciona mudas de cafeeiro mais desenvolvidas do que as produzidas com o termofosfato magnésiano (“yoorin”).
- Doses de P_2O_5 acima de 100 g por 100 litros de substrato não apresentam efeitos positivos no desenvolvimento de mudas de cafeeiro em tubetes.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAGANÇA, S. M.; CARVALHO, M. M. de. Efeito de fontes e doses de fósforo no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Ciência e Prática*, Lavras, v. X, n. 2, p. 178-191, jun./dez. 1984.
- CARVALHO, M. M. de; DUARTE, G. de S.; RAMALHO, M. A. P. Efeito da composição do substrato no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) I. Esterco de curral. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 2, n. 1, p. 20-34, jan./jun. 1978a.
- CARVALHO, M. M. de; DUARTE, G. de S.; RAMALHO, M. A. P. Efeito da composição do substrato no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) II. Esterco de galinheiro. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 2, n. 2, p. 224-238, jul./dez. 1978b.
- FRANCO, C. M.; MENDES, H. C. Sintomas de deficiências minerais no café. *Bragantia*, Campinas, v. 9, n. 9, p. 165-173, set./dez. 1949.
- GOEDERT, W. J.; SOUZA, D. M. G. Uso eficiente de fertilizantes fosfatados. In: SEMINÁRIO P, Ca, Mg, S e MICRONUTRIENTES - Situação atual e perspectivas na agricultura, São Paulo, 1986. Anais ... São Paulo, MANAH, 1986. p. 21-53.
- LOPES, A. S. **Manual** de fertilidade do solo. São Paulo, ANDA/POTAFOS,

1989. 155 p.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral de plantas**. Piracicaba, Pioneira, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E. ; VIOLANTE NETTO, A. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. Piracicaba, POTAFOS, 1989. 153 p.

OLSEN, S. R. ; BOWMAN, R. A. ; WATANABE, F. S. Behavior of phosphorus in the soil and interaction with other nutrients. **Phosphorus in Agriculture**, Paris, v. 31, n. 70, p. 31-46, Jun. 1977.

RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo**. 2 ed. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato/Instituto Internacional da Potassa, 1983. 142 p.

ROCHA, M. R. da. **Crescimento e nutrição da tangerineira 'Cleópatra' fertilizada com doses de superfosfato simples e inoculada com fungos micorrízicos, até a repicagem**. Lavras: ESAL, 1992. 87 p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os tubetes com capacidade volumétrica de 50 e 120 ml permitiram a obtenção de mudas com padrão semelhante, constatando-se superioridade na altura das mudas desenvolvidas nos recipientes com capacidade de 120 ml somente aos 147 dias (21 semanas) após o transplante, no entanto, esta superioridade apresentou pouca importância do ponto de vista prático, haja vista que nesta época as mudas apresentavam, em termos médios, 6,88 e 7,19 pares de folhas verdadeiras para os tubetes com capacidade de 50 e 120 ml, respectivamente. Portanto, com um número de pares de folhas acima daquele considerado adequado para as mudas serem levadas para o plantio, isto é, com 4 pares de folhas verdadeiras. Este número foi conseguido para os dois tamanhos de tubetes aos 77 dias (11 semanas) após o transplante. Outro aspecto que merece atenção é quanto à produção de matéria seca do sistema radicular. Foi observado que até a época considerada adequada para as mudas serem levadas para o plantio (4 pares de folhas verdadeiras), o peso da matéria seca do sistema radicular manteve-se bastante estável e, a partir daí, apresentou um rápido incremento, podendo favorecer tanto o pegamento das mudas como o seu desenvolvimento inicial no campo.

O substrato comercial plantmax quando adubado com o fertilizante de liberação lenta dos nutrientes demonstrou ser um substrato adequado para produção de mudas de cafeeiro em tubetes porém, quando fertilizado com uma mistura de fertilizantes e adubações complementares em cobertura, mostrou-se pouco eficiente. Os substratos constituídos com 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo ou 60% de composto orgânico, 20% de casca de arroz carbonizada e 20% de terra de subsolo permitiram a produção de mudas com padrão semelhante às aquelas obtidas com o substrato

comercial, desde *que a adubação complementar seja feita através do fertilizante de liberação lenta (osmocote)*. Por outro lado, o substrato constituído de 80% de esterco bovino e 20% de terra de subsolo permitiu a produção de mudas com o mesmo padrão quando fertilizado com o adubo de liberação lenta ou a mistura de fertilizantes e adubações complementares em cobertura. O fertilizante de liberação lenta quando adicionado ao substrato comercial (plantmax) favoreceu o desenvolvimento das mudas de cafeeiro e a dose de 450 gramas do adubo para cada 55 litros do substrato demonstrou ser adequada, permitindo a produção de mudas com desenvolvimento satisfatório tanto do sistema radicular como da parte aérea. Este fertilizante proporcionou resultado satisfatório quando adicionado em mistura ao volume de substrato ou aplicado de forma localizada (na superfície do substrato ou em um furo ao lado da plântula). Assim, ao utilizar o método de semeadura indireta ou com transplântio das plântulas no estágio de “palito de fósforo”, o fertilizante de liberação lenta pode ser aplicado em mistura ao volume total de substrato porém, quando a semeadura for diretamente no recipiente, a sua aplicação pode ser na superfície do substrato ou em um furo ao lado da plântula, evitando-se perda de nutrientes durante o período de germinação e emergência da plântula.

Ficou evidenciado que não se justifica proceder à classificação das sementes da cafeeiro para a obtenção de mudas com qualidade superior e que a semeadura direta nos recipientes, utilizando-se sementes sem endocarpo, proporcionou mudas mais desenvolvidas, provavelmente porque a operação de repicagem retarda o desenvolvimento das plântulas repicadas.

Diante dos resultados apresentados pode-se afirmar que a obtenção de mudas de cafeeiro em tubetes mostrou ser uma técnica viável e promissora para a produção de mudas com qualidade semelhante àquelas obtidas através do sistema tradicional, em saquinhos plásticos.