



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**MUDAS DE CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.)  
DESENVOLVIDAS SOB FONTES DE MATERIAL  
ORGÂNICO NO SUBSTRATO COMERCIAL**

**CÍCERO JOSÉ DA SILVA**

**2010**

CÍCERO JOSÉ DA SILVA

MUDAS DE CAFEEIRO (*Coffea arabica* L.) DESENVOLVIDAS SOB FONTES DE  
MATERIAL ORGÂNICO NO SUBSTRATO COMERCIAL

Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração  
em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Benjamim de Melo

UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

S586m Silva, Cícero José da, 1979-  
Mudas de cafeeiro (*Coffea arábica* L.) desenvolvidas sob fontes  
de material orgânico no substrato comercial [manuscrito] / Cícero  
José da Silva. - 2010.

48 f. : il.

Orientador:. Benjamim de Melo.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia.  
Inclui bibliografia.

1. Café - Mudas - Teses. I. Melo, Benjamim de.  
II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-  
Graduação em Agronomia.  
III. Título.

CDU: 633.73.03

---

CÍCERO JOSÉ DA SILVA

MUDAS DE CAFEEIRO (*Coffea arabica* L.) DESENVOLVIDAS SOB FONTES DE  
MATERIAL ORGÂNICO NO SUBSTRATO COMERCIAL

Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração  
em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 12 de fevereiro de 2010.

Prof. Dr. Berildo de Melo

UFU

Prof. Dr. Gilson Dourado da Silva

IFG Campus Urutaí

Prof. Dr. Maurício Martins

UFU

Prof. Dr. BENJAMIM DE MELO  
ICIAG-UFU  
(Orientador)

UBERLÂNDIA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2010

A todos os cafeicultores e pesquisadores que lidam com a cafeicultura no Brasil,

## **OFEREÇO**

**Aos meus pais**, Carivaldo Ferreira da Silva e Maria Fátima de Lima Silva, pessoas essenciais na minha vida e que sempre me apoiaram em todos os momentos.

**À minha esposa**, Ana Lúcia do Nascimento, **ao meu filho**, João Weber Nascimento Silva, pela compreensão nos momentos de ausência, e ajuda nos momentos de dificuldades e o apoio que nunca faltou.

**Aos meus irmãos**, Sérgio Francisco da Silva e César Antônio da Silva, **ao meu primo**, Carlos Alessandro de Freitas, exemplos de conduta e dedicação,

**DEDICO**

## **AGRADEÇO**

A Deus, por ter me dado saúde e força para superar obstáculos.

À Universidade Federal de Uberlândia, pela oportunidade concedida.

Ao Prof. Dr. Benjamim de Melo, pela orientação, ensinamentos e confiança durante a realização deste trabalho.

Aos demais Professores do Instituto de Ciências Agrárias da UFU, pela dedicação, especialmente àqueles com os quais tive a oportunidade de ampliar meus conhecimentos: Dr<sup>a</sup>. Denise Garcia Santana, Dr. Carlos Machado dos Santos, Dr. José Magno Queiroz Luz, Dr. Berildo de Melo, Dr. Osvaldo Toshiuki Hamawaki, Dr. Maurício Martins e Dr. Césio Humberto de Brito.

Aos meus pais, irmãos e os primos Zélio de Lima Vieira e Carlos Alessandro de Freitas, pela colaboração na implantação, condução e avaliação do experimento;

Aos colegas de Mestrado, em especial Reinaldo Adriano Costa, pela amizade, companheirismo e convivência.

A todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para o alcance deste objetivo.

**MUITO OBRIGADO!**

## SUMÁRIO

	Página
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>i</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iv</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1 A cultura do cafeeiro.....	3
2.2 Expansão da cafeicultura e sua importância .....	3
2.3 Produção de mudas de cafeeiro .....	5
2.3.1 Recipiente .....	6
2.3.2 Substrato .....	7
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>12</b>
3.1 Cultivar utilizada.....	12
3.2 Semeadura.....	12
3.3 Recipiente .....	13
3.4 Irrigação .....	13
3.5 Substrato .....	13
3.6 Delineamento experimental .....	13
3.7 Controle de plantas invasoras, pragas e doenças .....	14
3.8 Características avaliadas .....	14
3.9 Análise estatística .....	15
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>16</b>
4.1 Altura de planta.....	22
4.2 Diâmetro de caule .....	24
4.3 Pares de folhas .....	27
4.4 Comprimento de raiz .....	29
4.5 Massa de matéria seca da parte aérea .....	30
4.6 Massa de matéria seca de raízes .....	31
4.7 Massa de matéria seca total .....	33
4.8 Relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea .....	34
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>43</b>

## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1** - Resumo de análises de variância das características avaliadas em mudas de cafeeiro, aos 120 dias após a semeadura, em função de fontes e proporções de material orgânico, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009. .... 16
- TABELA 2** - Resumo de análises de variância das características avaliadas em mudas de cafeeiro, aos 160 dias após a semeadura, em função de fontes e proporções de material orgânico, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009. .... 16
- TABELA 3** - Resumo de análises de variância das características avaliadas em mudas de cafeeiro, aos 210 dias após a semeadura, em função de fontes e proporções de material orgânico, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009. .... 17
- TABELA 4** - Altura de plantas, diâmetro de caule e pares de folhas de mudas de cafeeiro, aos 120 dias após a semeadura, em função de fontes e proporções de material orgânico, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009..... 19
- TABELA 5** - Altura de plantas, diâmetro de caule e pares de folhas de mudas de cafeeiro, aos 160 dias após a semeadura, em função de fontes e proporções de material orgânico, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009..... 20
- TABELA 6** - Altura de plantas, diâmetro de caule e pares de folhas de mudas de cafeeiro, aos 210 dias após a semeadura, em função de fontes e proporções de material orgânico misturadas ao substrato comercial. Orizona (GO), 2009..... 21



## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** - Altura de mudas de cafeeiro (cm), aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura, em função de proporções de cama de frango, misturadas ao substrato. .... 22
- FIGURA 2** - Altura de mudas de cafeeiro (cm), aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura, em função de proporções de esterco bovino, misturadas ao substrato. .... 23
- FIGURA 3** - Altura de mudas de cafeeiro (cm), aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura, em função de proporções de húmus de mata, misturadas ao substrato. .... 23
- FIGURA 4** - Diâmetro de caule de cafeeiro (cm), aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura, em função de proporções de cama de frango, misturadas ao substrato. .... 25
- FIGURA 5** - Diâmetro de caule de cafeeiro (cm), aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura, em função de proporções de esterco bovino, misturadas ao substrato. .... 26
- FIGURA 6** - Diâmetro de caule de cafeeiro (cm), aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura, em função de proporções de húmus de mata, misturadas ao substrato. .... 26
- FIGURA 7** - Pares de folhas de cafeeiro (cm), aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura, em função de proporções de cama de frango misturado ao substrato. .... 27
- FIGURA 8** - Pares de folhas de cafeeiro (cm), aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura, em função de proporções de esterco bovino, misturadas ao substrato. .... 28
- FIGURA 9** - Pares de folhas de cafeeiro (cm), aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura, em função de proporções de húmus de mata, misturadas ao substrato. .... 28
- FIGURA 10** - Comprimento de raiz de cafeeiro (cm), aos 210 dias após a semeadura, em função de proporções de material orgânico, misturadas ao substrato..... 29
- FIGURA 11** - Massa seca da parte aérea de cafeeiro ( $\text{g planta}^{-1}$ ), aos 210 dias após a semeadura, em função de proporções de material orgânico, misturadas ao substrato.... 30
- FIGURA 12** - Massa seca de raízes de cafeeiro ( $\text{g planta}^{-1}$ ), aos 210 dias após a semeadura, em função de proporções de material orgânico, misturadas ao substrato.... 32
- FIGURA 13** - Massa de matéria seca total de cafeeiro ( $\text{g planta}^{-1}$ ), aos 210 dias após a semeadura, em função de proporções de material orgânico, misturadas ao substrato.... 33
- FIGURA 14** - Relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea (MSR/MSPA), aos 210 dias após a semeadura, em função de proporções de material orgânico, misturadas ao substrato. .... 34

## RESUMO

SILVA, CÍCERO JOSÉ DA. **Mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) desenvolvidas sob fontes de material orgânico no substrato comercial.** 2010. 48 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.<sup>1</sup>

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob cinco proporções (0, 15, 30, 45 e 60% com base em volume) de três fontes de material orgânico (esterco bovino, cama de frango e húmus de mata) adicionadas ao substrato comercial Bioplant<sup>®</sup> Café. O delineamento foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial. O experimento foi conduzido em viveiro com sombrite de 50% da luminosidade natural, no município de Orizona, Goiás, no período de setembro de 2008 a março de 2009. Foram utilizadas sementes da cultivar Catuaí IAC-144, semeadas a 1,0 cm de profundidade, utilizando 2 sementes por recipientes (saquinhos) de 11 x 20 cm. As avaliações de altura de plantas, diâmetro de caule e pares de folhas foram realizadas aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura. Já as avaliações de comprimento da raiz principal, massa seca da parte aérea e de raiz, massa seca total, relação massa seca de raízes/parte aérea foram realizadas somente aos 210 dias. Os resultados indicaram interação significativa das proporções e fontes de matéria orgânica. Então, aplicou-se o teste de Tukey para comparar as fontes e a análise de regressão para estimar as proporções ótimas e pontos de máximo das equações. Em média, o esterco bovino proporcionou melhores resultados para todas as características avaliadas, enquanto no tratamento testemunha (uso de apenas substrato comercial), obteve-se os piores resultados. As maiores alturas de plantas foram estimadas em 19,43, 16,43 e 13,84 cm, com as proporções de 33,5%, 36,0% e 52,8%, de cama de frango, esterco bovino e húmus de mata, respectivamente, aos 210 dias. Os maiores diâmetros de caule foram estimados em 4,32 e 4,42 mm, com as proporções de 32,7% e 36,1% de cama de frango e esterco bovino, respectivamente, aos 210 dias. Os maiores números médios de pares folhas foram de 7,7, 8,0 e 7,2, estimados com as proporções de 33,8%, 37,1% e 48,1%, de cama de frango, esterco bovino e húmus de mata, respectivamente, aos 210 dias. O máximo comprimento de raiz foi estimado em 22,68, 21,77 e 22,18 cm, com as proporções de 15,5%, 13,3% e 34,2% de cama de frango, esterco bovino e húmus de mata, respectivamente. Maiores massas de matéria seca da parte aérea foram estimados em 3,26 e 2,50 g planta<sup>-1</sup>, com as proporções de 32,7% e 36,1% de cama de frango e esterco bovino, respectivamente. Maiores quantidades de matéria seca de raízes foram estimadas em 1,60 e 1,40 g planta<sup>-1</sup>, com as proporções de 32,7%, 36,1% de cama de frango e esterco bovino, respectivamente. Com relação à mistura de húmus de mata ao substrato, houve resposta linear crescente sobre o diâmetro de caule e massa de matéria seca de raízes e da parte aérea.

**Palavras-chave:** Esterco Bovino. Húmus de mata. Cama de frango. Proporções. Viveiro.

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Benjamim de Melo – UFU (Orientador).

## ABSTRACT

SILVA, CÍCERO JOSÉ DA. **Coffee seedlings (*Coffea arabica* L.) grown in a commercial substrate amended with organic material sources.** 2010. 48 p. Dissertation (Masters Program Agronomy / Plant Technology) - Federal University of Uberlândia, Uberlândia.<sup>2</sup>

This study evaluated the development of coffee seedlings (*Coffea arabica* L.) under five proportions (0, 15, 30, 45 and 60% v/v) of three sources of organic material (cattle manure, poultry manure and forest humus) added to the commercial substrate Bioplant<sup>®</sup> coffee. The experimental design was randomized blocks, with four repetitions, in factorial scheme. The experiment was conducted in nursery with shade 50% of natural light in Orizona county, Goiás, Brazil, from September 2008 to March 2009. Seeds the cultivar 'Catuaí Vermelho IAC-144' were sown at 1.0 cm of deep, using two seeds per 11 x 20-cm container (bag). The evaluations of plant height, stem diameter and number of leaves were done at 120, 160 and 210 days after sowing. The evaluations of main root length, dry matter of aerial part and roots, total dry matter, ratio root dry matter/aerial part were done only at 210 days. Tukey's test was applied for compare the sources and the regression analysis to estimate the best proportion and points of maximum's equations. The results indicated significant interaction of organic matter proportion and sources. On average, cattle manure provided better results for all characteristics evaluated, while the zero dose (commercial substrate alone) yielded the worst results. The greatest plant heights were estimate in 19.4, 16.4 and 13.8 cm, with the proportion of 33.5%, 36.0% and 52.8%, of poultry manure, cattle manure and forest humus, respectively, at 210 days. The greatest stem diameters were calculate as 4.3 and 4.4 mm, with the proportion of 32.7% and 36.1% of poultry manure, cattle manure and forest humus, respectively, at 210 days. The greatest average leaf numbers were 7.7, 8.0 and 7.2, computed with the proportion of 33.8%, 37.1% and 48.1%, of poultry manure, cattle manure and forest humus, respectively, at 210 days. The maximum root length was estimated as 22.7, 21.8 and 22.2 cm, with the proportion of 15.5%, 13.3% and 34.2% of poultry manure, cattle manure and forest humus, respectively. The greatest aerial part dry matter was estimate as 3.3 and 2.5 g plant<sup>-1</sup>, with the proportion of 32.7% and 36.1% of poultry manure and cattle manure, respectively. The greatest root dry matter amounts were calculate as 1.6 and 1.4 g plant<sup>-1</sup>, with the proportion of 32.7% and 36.1% of poultry manure and cattle manure, respectively. The mixture of forest humus to the substrate provided a linear growth response for stem diameter and dry matter of roots and aerial part.

**Keywords:** Cattle manure. Poultry manure. Forest húmus. Amendment. Proportion. Nursery.

---

<sup>2</sup> Supervisor: Benjamim de Melo – UFU.

## 1 INTRODUÇÃO

O café é uma bebida aromática, de forte sabor, estimulante do sistema nervoso e atualmente de hábito disseminado pelo mundo. É um produto de alto valor agregado e de elevada demanda no mercado, sua produção e comercialização movimentam uma grande parte da economia internacional.

A cafeicultura é uma atividade promissora e de suma importância para o agronegócio no Brasil, que é o maior produtor e exportador mundial de café. A safra 2009 foi estimada em 39,47 milhões de sacas de café (60 kg) beneficiado, produzidas em uma área de 2.092.909 hectares. Da produção total, 28,87 milhões de sacas são de café arábica, 10,60 milhões de café robusta, correspondentes a 73,14 e 26,86%, respectivamente da produção anual brasileira (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2009).

Na cafeicultura, a demanda por mudas de café é constante, devido ao aumento da área de plantio, maior densidade de plantas por hectare, plantio de novas cultivares em substituição das lavouras antigas.

Os saquinhos de polietileno são os recipientes mais utilizados para produção de mudas de café. Vários fatores exercem influência no desenvolvimento de mudas durante a fase de viveiro, como, por exemplo, o tamanho do recipiente e a composição do substrato, entre outros.

A utilização de mudas de qualidade é um fator primordial para aumentar a longevidade da lavoura cafeeira, pois influi decisivamente no desenvolvimento da cultura, e conseqüentemente na sua produtividade. Por isso, diz-se que o bom cafezal depende de uma boa muda (MATIELLO et al., 2005).

Dentre os fatores que influenciam na produção de mudas, destaca-se o substrato, por sua influência direta nos custos de produção, insumo esse responsável por cerca de 38% do custo de produção das mudas (GUIMARÃES et al., 1998). A escolha do substrato é de fundamental importância, pois ele determina o crescimento e vigor vegetativo da muda até o momento de seu plantio no campo.

O substrato ideal deve ser uniforme em sua composição, ser poroso, apresentar baixa densidade, alta CTC, adequada retenção de água, ser isento de pragas, organismos patogênicos e sementes de plantas daninhas, além de ser economicamente viável (MELO et al., 2003).

Durante anos, o substrato usual para produção de mudas de cafeeiro foi a mistura de terra de barranco e esterco animal, complementada com fertilizantes químicos.

O uso de substrato artificial vem crescendo consideravelmente, principalmente em regiões com problemas de nematóides. O substrato Bioplant<sup>®</sup> vem sendo utilizado em mudas de espécies florestais, frutíferas, olerícolas e também em cafeeiro, pois possui boas características físicas, mas necessita de complementação de nutrientes (LOPES, 1996). Talvez essa complementação poderia ser realizada com resíduos orgânicos, que atuaria como adubo de liberação lenta, assim poderia constituir-se numa alternativa mais econômica, o que tornaria necessário mais pesquisas a este respeito.

A adição de material orgânico da própria fazenda (esterco bovino, cama de aviário e restos vegetais) ao substrato comercial, constitui-se numa alternativa de substrato de qualidade, de menor custo e fácil manejo, além do material orgânico poderá ser um adubo de liberação lenta, o que é importante na produção de mudas de cafeeiro.

Assim, o objetivo deste trabalho é o de avaliar o desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob fontes e proporções de material orgânico adicionado ao substrato comercial Bioplant<sup>®</sup> café.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura do cafeeiro

O cafeeiro é uma planta de porte arbustivo, pertencente ao grupo das plantas Fanerógamas, classe Angiosperma, subclasse Dicotiledônea, ordem Rubiales, família das *Rubiáceas*, tribo *Coffeae*, subtribo *Coffeinae* e do gênero *Coffea* (MATIELLO et al., 2005), o qual compreende aproximadamente 100 espécies já descritas pela ciência (FAZUOLI, 1986). Mas, somente duas destas espécies, *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora*, têm importância econômica, as quais são designadas comumente de “café arábica” e “café robusta”, respectivamente (GUIMARÃES; MENDES, 1998).

Aproximadamente 70% do café comercializado no mundo provêm de cultivares da espécie *Coffea arabica* L. (AGUIAR, 2005). No Brasil, 73,14 % do total de sacas colhidas na safra 2009 são de café arábica (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2009).

A preferência pelo arábica, se deve a dois fatores principais: a adaptação desta espécie às condições edafoclimáticas das principais regiões produtoras do Brasil, e sua melhor qualidade de grãos em relação ao *Coffea canephora*, o que significa melhor aceitação do mercado (VILELLA, 2001).

Para a exploração comercial de uma cultura perene como o cafeeiro, é necessário o planejamento de todas as fases, particularmente daquelas ligadas diretamente à implantação e à formação da lavoura. Qualquer erro cometido nesse período pode comprometer seriamente a exploração, resultando em baixa produtividade e menor longevidade da lavoura (MENDES; GUIMARÃES, 1996).

O plantio de mudas de boa qualidade é essencial, pois condiciona ao cafeeiro uma carga genética adequada e influi decisivamente na formação da estrutura do sistema radicular e da parte aérea da planta com reflexos a longo prazo, o que influencia positivamente ou negativamente na produtividade (MATIELLO et al., 2005).

### 2.2 Expansão da cafeicultura e sua importância

O uso do café pelo homem provavelmente teve início por volta do ano 850 d.C., na Abissínia (atual Etiópia), região de origem do cafeeiro, onde os invasores árabes

verificaram que os habitantes locais tinham o hábito de mascar os frutos secos e as folhas de café, por serem estimulantes. Esse hábito foi adotado pelos árabes, que então passaram a consumir a bebida feita a partir de frutos maduros e “cerejas” torradas. Todavia, há relatos de que o café foi torrado pela primeira vez na Pérsia, apenas no século XVI, sendo a partir de então, consumido como bebida na forma atual. (MOREIRA, 2003).

Após ser introduzido na Arábia, no século XV, o café foi levado pelos holandeses para a Ilha de Java e Jardim Botânico de Amsterdã. Por volta de 1718, foi introduzido na Guiana Holandesa (atual Suriname), atingindo também a Guiana Francesa (LEITE, 2002).

Em 1727, o café penetrou no Brasil, em Belém, estado do Pará, por intermédio de Francisco de Mello Palheta. Rapidamente expandiu-se pelo Maranhão, Bahia, Rio de Janeiro e região do Vale do Paraíba, até finalmente, chegar em São Paulo e Minas Gerais, por volta de 1825 (MATIELLO et al., 2005; MOREIRA, 2003).

O café sempre ocupou posição de destaque no Brasil, não apenas por sua importância econômica, mas também por sua função social, pois envolve um grande número de empregos diretos e indiretos, além de ser responsável pela fixação de grande parte da população na zona rural (MELO, 1999).

O café é cultivado em cerca de 70 países, ocupando em torno de 12 milhões de hectares. É uma das bebidas mais populares do mundo, apesar de ser apreciado por apenas 19% da população global (ZAMBOLIM, 2003). Mesmo sendo baixo o percentual de consumidores, DaMatta (2004) considera o café uma das mais importantes “commodity” do comércio mundial de produtos agropecuários, representando uma importante fonte de renda em países da África, Ásia e América do Sul, principalmente no Brasil e na Colômbia.

Atualmente, o Brasil lidera a produção mundial, com aproximadamente 34,28% do total produzido, e Minas Gerais é o estado que detém a maior produção, seguido dos estados do Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Paraná e Rondônia (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ, 2009).

Com o crescente desenvolvimento tecnológico e o aumento da concorrência internacional, surge a necessidade de se buscar melhores condições para permanecer no mercado globalizado (DIAS, 2006).

Assim, a produção de mudas de qualidade torna-se imprescindível para o sucesso da cafeicultura, por se tratar de uma cultura perene.

### **2.3 Produção de mudas de cafeeiro**

Na implantação da lavoura cafeeira, vários são os fatores que contribuem para o seu sucesso, dentre os quais, a utilização de mudas sadias e bem desenvolvidas. Elas são a base da sustentação da lavoura, principalmente por se tratar de uma cultura perene. Assim, a implantação de viveiros e a produção de mudas, sobretudo utilizando cultivares melhoradas, devem ser feitas de forma criteriosa, pois mudas de boa qualidade proporcionarão um desenvolvimento uniforme da lavoura, uma melhor produção inicial e um maior rendimento por área (GERVÁSIO, 2003; SILVA et al., 2000).

Pesquisas diversas apontam que a longevidade da planta, aspectos desejáveis, por se tratar de uma cultura perene, depende da qualidade da muda plantada (FALCO et al., 1997; MORII et al., 1997; THEODORO et al., 1997).

Os padrões das mudas são expressos por números ou indicadores de qualidade que exprimem a capacidade de sobrevivência e desenvolvimento da planta (CARNEIRO, 1995).

Minami (1995) cita como principais atributos de uma muda: a alta qualidade e a constituição genética; deve ser bem formada, com todas as características desejáveis e em condições de dar continuidade ao desenvolvimento, quando colocada em local definitivo; boa sanidade, sem vestígios de propagação de plantas daninhas; ser de custo compatível com a necessidade do produtor e deve ser de fácil transporte e manuseio.

Para Melo (1999), as características desejadas na muda de café podem ser obtidas através da inferência dos seguintes parâmetros: número de folhas verdadeiras; diâmetro de caule; altura da planta; área foliar e peso da matéria-seca do sistema radicular e da parte aérea.

Kainuma e colaboradores (2001) consideram como muda ideal aquelas que apresentam relação MSPA (massa seca da parte aérea)/MSR (massa seca de raízes) entre 4 e 7, porém, esses autores avaliaram mudas apresentando 5 pares de folhas. Todavia, para a determinação da relação ideal entre parte aérea e sistema radicular, seriam necessários experimentos que avaliassem o desenvolvimento no campo de mudas com diferentes relações entre parte aérea e sistema radicular.



### 2.3.1 Recipiente

No Brasil, prevalece o sistema tradicional de produção de mudas de cafeeiro em saquinhos de polietileno. Recentemente, têm-se utilizado recipientes de menor volume (tubetes) e substratos comerciais (NAGUMO, 2005). Porém, comparando o pegamento de mudas provenientes de tubetes e de saquinhos, Marchi e Marchi (2002) concluíram que o pegamento das últimas foi superior ao das mudas produzidas em tubetes.

Campinhos Júnior e Ikemori (1983); Melo (1999) ressaltam que, tradicionalmente, o saco plástico é o recipiente mais utilizado para a produção de mudas de cafeeiro. Os primeiros autores afirmam que os recipientes empregados na produção de mudas devem impedir o enovelamento das raízes, serem resistentes para não se desintegrarem na fase de formação no viveiro e, principalmente, durante o transporte.

Vários tipos e tamanhos de recipientes podem ser utilizados para a produção de mudas (CUNHA et al., 2002). Em trabalhos realizados por vários pesquisadores, verifica-se que recipientes de maior volume tendem a produzir mudas mais vigorosas e de melhor qualidade (BESAGOITIA, 1980; FAVARIN et al., 2008; GODOY; GODOY JÚNIOR, 1965; SILVEIRA et al., 1973; VIANNA, 1964).

Avaliando o tamanho de recipientes (tubetes) na produção de mudas de cafeeiro, Cunha e colaboradores (2002) e Tavares Júnior (2004) constataram que quanto maior o volume do recipiente, maior é o número de folhas, a altura de plantas e a matéria seca da parte aérea, e menor é o tempo de formação da muda.

Entretanto, Campos (2002), utilizando recipientes de 50 cm<sup>3</sup> e 120 cm<sup>3</sup> de substrato, não constataram diferenças para os parâmetros diâmetro de caule e altura de plantas em mudas de café. Melo (1999) não constatou diferença significativa na altura de plantas, quando comparou mudas produzidas em tubetes de 50 e 120 mL. O tamanho ideal de sacolinhas plásticas para a produção de mudas de café está basicamente definido. Para a produção de mudas de meio ano, Matiello e colaboradores (2005) recomendam a utilização de saquinhos com dimensões de 9 a 11 cm de largura, 18 a 20 cm de comprimento e 0,006 cm de espessura.

### 2.3.2 Substrato

O substrato é definido como um material ou mistura de materiais utilizada no desenvolvimento de mudas, podendo ser de origem animal, vegetal ou mineral, cujas funções consistem na sustentação da planta, retenção de água e fornecimento de nutrientes. Fundamentalmente, é constituído de uma parte sólida, à base de partículas minerais e orgânicas, em que estão presentes os poros, ocupados por água, por ar e raízes (STURION, 1981). Gervásio (2003) acrescenta que um substrato adequado proporciona a obtenção de mudas com maior vigor vegetativo, livre de pragas, doenças e plantas daninhas.

Há muito tempo, o substrato usual para produção de mudas de cafeeiro tem sido através de mistura de terra de subsolo e esterco animal, complementando com fertilizantes químicos. Mas vem sendo substituído por substratos comerciais em função de uma série de vantagens: menor custo com mão-de-obra, menor risco de contaminação com patógenos, principalmente nematóides e menor incidência de plantas invasoras (MATIELLO et al., 2005).

De acordo com Spurr e Barnes (1973), o substrato exerce influência significativa na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas. As principais alterações nas raízes são provocadas pela qualidade e quantidade do substrato. O crescimento e a eficiência do sistema radicular em absorver nutrientes são dependentes da aeração do substrato, contribuindo para tal o tamanho das partículas, responsáveis pela sua textura (STURION, 1981).

O substrato deve apresentar uma relação adequada de água e ar, para suprir a necessidade da planta, uma vez que, devido ao pequeno volume e profundidade do recipiente, são proporcionadas condições físicas diferentes daquelas encontradas nos diferentes tipos de solo. Assim, é fundamental que os atributos físicos forneçam a aeração, a retenção de água e que a drenagem ocorra sem impedimentos, pois o sistema radicular da planta é confinado num volume muito restrito, explorado por um período relativamente longo (HARTHANN et al., 1981).

Segundo Coutinho e Carvalho (1983), o substrato ideal é aquele que apresenta baixa densidade específica, é rico em nutrientes, tem composição física e química uniforme, apresenta elevada capacidade de troca catiônica, adequada retenção de água, drenagem e aeração. Além disso, a coesão entre as partículas deve ser suficiente, bem como a aderência com as raízes e não constituir fonte de inóculos.

De acordo com Verdonck e colaboradores (1983), para ser considerado ideal, o substrato deve apresentar as seguintes características físicas: porosidade total inferior a 85% de seu volume, 20% a 30% de espaço de aeração, 20% a 30 % de água facilmente disponível e 4% a 10% de água de reserva. As características químicas mais importantes são o pH, a condutividade elétrica, os teores disponíveis dos elementos N (amoniaco e nitrato), P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn (ABREU et al., 2002). Minami (2000) salienta a importância do conhecimento da fertilidade do substrato, antes de usá-lo, para determinar antecipadamente como fazer a sua complementação com fertilizantes.

Segundo Minami (1995), o substrato é o componente mais complexo do sistema de produção de mudas, uma vez que qualquer variação em sua composição pode alterar o processo de formação da planta, reduzindo acentuadamente, a germinação e até mesmo o crescimento vegetativo. Uma nutrição adequada pode inclusive, diminuir o tempo de permanência das mudas no viveiro (GUIMARÃES, 1995).

Existem vários estudos cujo enfoque é a produção de substratos alternativos, nos quais são utilizados resíduos de animais e vegetais presentes na propriedade, principalmente esterco e cascas. A possibilidade de inúmeras combinações e composições desses insumos pode levar, em alguns casos, ao aparecimento de resultados contraditórios entre os autores (GERVÁSIO, 2003).

Não existe um material ou uma mistura de materiais considerados universalmente válidos como substrato para todas as espécies (ABAD et al., 1992).

Como a diversidade de substratos é muito grande, não existe um substrato perfeito para todas as condições, sendo preferível usar componentes em forma de mistura, visto que, isoladamente, os mesmos normalmente apresentam características desejáveis às plantas (WENDLING; GATO, 2002).

O substrato pode ser de origem animal, vegetal, mineral ou sintético (ANDRADE NETO, 1998). O substrato é um fator que exerce influência significativa no desenvolvimento das mudas. Vários materiais podem ser utilizados na sua composição, a fim de reduzir custos (DIAS, 2006). Os custos de produção de mudas são mais elevados com a utilização de técnicas modernas, porém, a produtividade é maior e o risco de insucesso é consideravelmente menor (MINAMI, 1995).

Segundo Matiello e colaboradores (2005), o uso de substrato artificial cresceu muito nos últimos anos, principalmente em regiões com problemas de nematóides e produção de mudas enxertadas. Barbizan e colaboradores (1999), utilizando um substrato comercial composto de casca de pinus, vermiculita, perlita e enriquecido de

macro e micronutrientes, constataram maior crescimento das mudas em relação àquelas produzidas em substrato alternativo. Porém, Miranda e colaboradores (2001) verificaram que mudas de cafeeiro produzidas em substrato comercial à base de vermiculita, apresentaram desenvolvimento inferior aquelas produzidas nos substratos alternativos.

O substrato comercial Bioplant<sup>®</sup> proporcionou maior teor de nutrientes na matéria seca total das plantas e maior crescimento de limoeiros “Cravo”, em estudo realizado por Lira (1990). Esse substrato é constituído pela mistura de vermiculita expandida, casca de pinus, turfa e perlita, enriquecido com nutrientes minerais, é isento de patógenos e de sementes de plantas daninhas, dispensando a aplicação de defensivos para expurgá-los (FAVORETO et al., 1992).

O Bioplant<sup>®</sup> vem sendo utilizado na formação de mudas de eucalipto, pinus, citros, maracujazeiro, olerícolas e também em cafeeiro, pois possui boas características físicas, mas necessita de complementação de nutrientes através de aplicação de solução química (LOPES, 1996).

Os substratos comerciais disponíveis para produção de mudas de cafeeiro não possuem uma formulação básica que seja suficiente para fornecer nutrientes durante todo o ciclo da muda, em função da lixiviação destes. Por isso, tem-se utilizado como complemento nutricional, fertilizantes de liberação lenta, como é o caso do osmocote (ANDRADE NETO, 1998).

Os adubos orgânicos são as fontes mais comuns de macro e micronutrientes, devendo-se levar em consideração, também, o seu efeito sobre o solo ou substrato nos processos microbianos, na aeração, na estrutura, na capacidade de retenção de água e na regulação de temperatura do meio (PONS, 1983).

Os substratos alternativos têm sido utilizados para promover melhor estabelecimento das plântulas em viveiro, além de assegurar que mudas de qualidade superior sejam transferidas para o campo. Possibilitam diminuir o período de formação da muda e reduzir os custos de produção (CABRERA, 2004). Os materiais orgânicos funcionam com um adubo de liberação lenta, e assim, podem ser adicionados aos substratos comerciais com este intuito.

Além disso, vale lembrar que muitos dos produtos que podem ser utilizados como adubos orgânicos são produzidos nas próprias fazendas, como o esterco bovino, a cama de aviário e restos vegetais, pois apresentam fácil manejo e baixo custo, o que é importante na produção de mudas de cafeeiro (THEODORO et al., 2008).

A escolha do substrato deve ser feita em função da disponibilidade de materiais, suas características físicas, químicas, seu peso, custo e sua formulação. Neste aspecto, deve-se considerar a importância de se aproveitar os recursos que podem se tornar a alternativa mais econômica (TOLEDO, 1992).

Segundo Vallone (2006), é de suma importância a correta elaboração do substrato para produção de mudas de cafeeiro, considerando-a como um fator de extrema importância na formação de mudas. Na escolha do substrato para a produção de mudas, diversos fatores devem ser considerados, tais como suas propriedades químicas e físicas e os de ordem econômica. Dentre estes, destacam-se os últimos, uma vez que os custos variam em função da disponibilidade, facilidade e qualidade do substrato (GOMES et al., 2002).

Resultados expressivos foram obtidos por Pozza e colaboradores (2001) utilizando substrato a base de 80% de esterco bovino e 20% de terra de subsolo na produção de mudas de cafeeiro em tubetes, independentemente da adubação. Melhores resultados utilizando esterco bovino no substrato foram alcançados por Cunha e colaboradores (2006), na produção de mudas de *Acacia* sp.

Vallone e colaboradores (2005), trabalhando com diferentes proporções de casca de arroz carbonizada, adicionada ao substrato comercial, verificaram que a substituição entre 60 e 70% do substrato comercial, proporciona produção de mudas cafeeiro em menor tempo.

Pozza e colaboradores (2007) comparando os substratos comerciais Plantmax<sup>®</sup>, Mecplant<sup>®</sup>, com o substrato usado para a produção de mudas de eucalipto (30% de casca de arroz carbonizada, 10% de terra de subsolo, 40% de esterco de curral e 20% de vermiculita) e o substrato constituído de 80% esterco de curral + 20% terra de subsolo, verificaram que os melhores substratos para formação de mudas de cafeeiro em tubetes foram os substratos não comerciais ou orgânicos, independentemente de receberem ou não adubação suplementar. Além disso, os substratos não comerciais apresentaram menores custos de produção do que os substratos comerciais e ganho econômico em relação ao custo por milheiro de mudas.

Entretanto, Cunha e colaboradores (2002) conseguiram melhores desenvolvimento de mudas de cafeeiro utilizando substrato comercial Plantmax<sup>®</sup> com osmocote, se comparado com substratos alternativos a base de composto orgânico, esterco de curral, casca de arroz carbonizada e terra de subsolo.

O substrato Plantmax<sup>®</sup> Café, adubado com osmocote, com ou sem adubações foliares suplementares, é um substrato adequado para produção de mudas de cafeeiro, apesar de apresentar um comportamento inferior ao esterco de curral em dosagens acima de 50% (ANDRADE NETO et al., 1999);

Dias e Melo (2009), analisando a adição de material orgânico (cama de peru, esterco bovino e resíduo de fumo) ao substrato comercial Bioplant<sup>®</sup>, na produção de mudas de café em tubetes, constataram que a adição de 40% de cama de peru ao substrato comercial favoreceu o desenvolvimento das mudas de cafeeiro, enquanto que o esterco bovino adicionado ao substrato artificial não favoreceu o desenvolvimento das mudas. O resíduo de fumo prejudicou o desenvolvimento das mesmas, e a partir de 60%, provocou morte de todas as plântulas de cafeeiro.

Negreiros e colaboradores (2004) conseguiram maior desenvolvimento de porta-enxertos de gravioleira ao utilizarem esterco de curral, solo, areia e vermiculita na proporção de 2:1:1:1 v/v (com base em volume) e Plantmax<sup>®</sup>, esterco de curral, solo e areia, na proporção 1:1:1:1 v/v, se comparado ao substrato Plantmax<sup>®</sup> puro.

Pio e colaboradores (2004) constataram melhor desenvolvimento vegetativo de mudas de maracujazeiro amarelo com a utilização de até 1/3 de esterco bovino na constituição de substratos alternativos se comparado ao substrato comercial Plantmax<sup>®</sup>.

Danner e colaboradores (2007), comparando o substrato Plantmax<sup>®</sup> hortaliças com a mistura de terra de mata nativa + vermicomposto, não verificaram diferença significativa no desenvolvimento de mudas de jabuticabeira (*Plinia* sp.), aos 12 meses de idade.

Trabalhando com substrato constituído de húmus de minhoca, casca de amendoim processada, turfa e esterco bovino, Oliveira e colaboradores (2008) obtiveram melhores resultados na produção de mudas de espécies florestais.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi implantado e conduzido no período de setembro de 2008 a abril de 2009, em viveiro coberto com sombrite preto (50% da luminosidade natural) e laterais do mesmo sombrite, localizado no município de Orizona (GO), a 17°02'17" de latitude sul, 48°17'48" de longitude oeste e altitude de aproximadamente 830 m, informações coletadas por Global Positioning System (GPS). O clima local, segundo a classificação de Köppen, apresenta duas estações bem definidas, inverno seco e verão quente e chuvoso (OMETTO, 1981).

#### **3.1 Cultivar utilizada**

A cultivar utilizada no experimento foi a Catuaí Vermelho, linhagem IAC-144. As sementes foram adquiridas através da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG).

O cafeeiro Catuaí é resultante do cruzamento entre Mundo Novo e Caturra, com o objetivo de associar a rusticidade e o vigor do Mundo Novo ao porte baixo e a boa capacidade produtiva do Caturra (MATIELLO et al., 2005).

#### **3.2 Semeadura**

A semeadura foi realizada em setembro de 2008 (dois mil e oito), diretamente nos saquinhos de polietileno, utilizando os substratos conforme os respectivos tratamentos.

Utilizou-se duas sementes por recipiente, semeadas a 1,0 cm de profundidade. O desbaste foi efetuado após o aparecimento do primeiro par de folhas verdadeiras, eliminando a planta menos vigorosa (MATIELLO et al., 2005).

### **3.3 Recipiente**

Foram utilizados saquinhos de polietileno de 11 cm de largura, 20 cm de altura e 0,004 cm de espessura, volume de 770 cm<sup>3</sup>, de cor preta, com perfurações em sua parte inferior para possibilitar a drenagem do excesso de água.

### **3.4 Irrigação**

As regas foram realizadas duas vezes ao dia (manhã e tarde) da semeadura até a fase de “orelha de onça”, utilizando uma mangueira com bico para proceder a irrigação. A partir desta fase, o suprimento de água foi realizado uma vez ao dia, quando necessário, devido à ocorrência de chuvas.

### **3.5 Substrato**

O substrato utilizado foi o Bioplant<sup>®</sup> café. Foi adicionado a este, os materiais orgânicos (húmus de mata, esterco bovino curtido e cama de frango não curtida) nas proporções de 0%, 15%, 30%, 45% e 60%. Os materiais orgânicos foram adquiridos na própria região. O esterco bovino foi coletado nas propriedades de bovinocultura leiteira, a cama de frango foi adquirida nas granjas de frangos de corte existentes na região e já o húmus de mata foi coletado nas matas da região, onde foi retirada a camada superficial de folha e raspada nos primeiros centímetros do material em decomposição.

Tanto o substrato comercial Bioplant<sup>®</sup> café, Esterco Bovino Curtido, Cama de Frango não curtida e Húmus de Mata, foram submetidos à análise química no laboratório de análise de solos e calcários da Universidade Federal de Uberlândia (Anexo A).

### **3.6 Delineamento experimental**

O delineamento experimental foi realizado em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 4 + 1, com quatro repetições e oito mudas por parcela, que totalizou 416 plantas. Os fatores foram três fontes de material orgânico (esterco bovino curtido, cama



de frango e húmus de mata) e quatro proporções de cada material orgânico (15%, 30%, 45% e 60%, com base em volume), adicionadas ao substrato comercial Bioplant<sup>®</sup> café e a testemunha (substrato comercial sem a adição de material orgânico).

### 3.7 Controle de plantas invasoras, pragas e doenças

O controle de plantas invasoras foi realizado manualmente, assim que estas surgiam. O controle de doenças não foi necessário e quanto as pragas, realizou-se o controle de bicho mineiro (*Leucoptera coffeella*) mediante a pulverização de inseticida organofosforado, quando as plantas completaram o ciclo de 140 dias de idade.

### 3.8 Características avaliadas

Foram avaliadas as seguintes características, das plantas:

- Altura de planta (cm): mensurada com régua, do colo da muda à gema apical do ramo ortotrópico;
- Diâmetro de caule (mm): medido com paquímetro, ao nível do colo das plântulas;
- Pares de folhas: obtido por contagem em cada planta;
- Comprimento da raiz principal (cm): mensurado com régua de 50 cm, do colo das plântulas à extremidade da raiz principal;
- Massa seca da parte aérea e de raízes (g planta<sup>-1</sup>): após separação da parte aérea e das raízes e pesagem da massa verde, ambas as partes foram acondicionadas em embalagens de papel e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 60°C até atingir peso constante. Em seguida, obteve-se as massas de matéria seca em balança de precisão.
- Massa seca total (g planta<sup>-1</sup>): soma das massas de matéria seca da parte aérea e de raízes;
- Relação da massa seca de raízes/parte aérea.

É importante salientar que para os parâmetros altura de planta, pares de folhas e diâmetro de caule, foram realizadas três avaliações, aos 120 dias, 160 dias e 210 dias após a semeadura. Para os parâmetros comprimento de raiz e massas de matéria seca da

parte aérea e de raízes, foi realizada somente uma avaliação, aos 210 dias após a semeadura.

### **3.9 Análise estatística**

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (teste F) em níveis de 0,01 e 0,05 de significância. Para as características em que a interação foi significativa, aplicou-se o teste de Tukey para o fator fonte de material orgânico e a análise de regressão para o fator proporções, determinando os pontos de máximo das equações, conforme descrito por Banzatto e Kronka (2006). Para realizar as análises estatísticas foram utilizados os softwares ASSISTAT e SISVAR.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as características avaliadas, exceto a relação massa seca de raízes/massa seca da parte aérea (MSR/MSPA), houve influência significativa das fontes e proporções de material orgânico, bem como interação destes fatores, a 1% ou 5% de probabilidade pelo teste F, aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura (Tabelas 1, 2 e 3). Para a relação MSR/MSPA houve efeito apenas do fator dose, a 0,01 de significância.

**TABELA 1** - Resumo de análises de variância das características avaliadas em mudas de cafeeiro, aos 120 dias após a semeadura, em função de fontes e proporções de material orgânico, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios		
		Altura de planta (cm)	Diâmetro de caule (mm)	Pares de folhas
Fontes (F)	2	14,641**	0,449**	13,043**
Proporções (P)	3	1,596**	0,064*	1,964**
F*P	6	3,125**	0,097**	2,727**
Fatores*Testemunha	1	16,231**	0,687**	13,271**
Bloco	3	0,484 <sup>NS</sup>	0,020 <sup>NS</sup>	1,058*
Resíduo	36	0,287	0,018	0,242
Coeficiente de Variação (%)		9,99	6,04	7,56

GL - Graus de liberdade

<sup>NS</sup> - Não significativo pelo teste de F

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F

\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F

**TABELA 2** - Resumo de análises de variância das características avaliadas em mudas de cafeeiro, aos 160 dias após a semeadura, em função de fontes e proporções de material orgânico, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios		
		Altura de planta (cm)	Diâmetro de caule (mm)	Pares de folhas
Fontes (F)	2	44,483**	2,003**	7,404**
Proporções (P)	3	16,916**	0,542**	2,748**
F*P	6	13,174**	0,437**	3,175**
Fatores*Testemunha	1	103,285**	3,267**	36,666**
Blocos	3	2,042 <sup>NS</sup>	0,089*	0,254 <sup>NS</sup>
Resíduo	36	1,193	0,028	0,148
Coeficiente de Variação (%)		12,34	6,04	3,91

GL - Graus de liberdade

<sup>NS</sup> - Não significativo, pelo teste de F

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F

\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F

**TABELA 3** - Resumo de análises de variância das características avaliadas em mudas de cafeeiro, aos 210 dias após a semeadura, em função de fontes e proporções de material orgânico, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios							
		Altura de planta (cm)	Diâmetro de caule (mm)	Pares de folhas	Comprimento de raiz (cm)	Massa seca da parte aérea (g planta <sup>-1</sup> )	Massa seca de raízes (g planta <sup>-1</sup> )	Massa seca total (g planta <sup>-1</sup> )	Massa seca de raízes/ parte aérea
Fontes (F)	2	57,666**	4,356**	7,966**	58,456**	4,420**	1,286**	10,422**	0,005 <sup>NS</sup>
Proporções (P)	3	43,494**	1,476**	8,384**	112,493**	3,155**	0,869**	6,873**	0,101**
F*P	6	25,647**	1,171**	4,048*	26,110**	1,340**	0,427**	3,261**	0,005 <sup>NS</sup>
Fatores*Testemunha	1	318,733**	10,876**	77,374**	3,922 <sup>NS</sup>	11,617**	2,125**	23,657**	0,673**
Blocos	3	6,079 <sup>NS</sup>	0,166 <sup>NS</sup>	0,466 <sup>NS</sup>	15,537**	0,462 <sup>NS</sup>	0,171 <sup>NS</sup>	0,987 <sup>NS</sup>	0,040*
Resíduo	36	2,369	0,097	1,25	1,744	0,238	0,065	0,511	0,006
Coeficiente de Variação (%)		11,54	9,07	8,05	6,662	27,81	31,54	27,93	15,95

GL - Graus de liberdade

<sup>NS</sup> - Não significativo pelo teste de F

\*\* - Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F

\* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F

Verifica-se, nas Tabelas 4, 5 e 6, que independente da idade das mudas de cafeeiro (120, 160 e 210 dias), em média o esterco bovino, seguido de cama de frango proporcionou melhor desenvolvimento vegetativo, em virtude da alta disponibilidade de nutrientes, como o nitrogênio e o potássio, em relação ao húmus de mata, conforme mostras Tabelas 1A, 2A e 3A (ANEXO A). Porém, para o comprimento de raiz, o húmus de mata propiciou os melhores resultados. E para a matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, a melhor fonte foi a cama de frango.

Miranda e colaboradores (2001), avaliaram o desenvolvimento de mudas de cafeeiro da cultivar Icatu, em tubetes, constataram que a utilização de substratos alternativos à base composto orgânico, cama de aviário, casca de arroz carbonizada, termofosfato mais cinza (1:1) e palha de café carbonizada proporcionou mudas de desenvolvimento superior em relação às produzidas em substrato comercial.

Resultados semelhantes foram encontrados por Andrade Neto (1998) e Melo (1999), autores estes que constataram maior desenvolvimento de mudas de cafeeiro ao adicionar esterco bovino curtido no substrato Plantmax<sup>®</sup> café. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Cunha e colaboradores (2006) na produção de mudas de *Acacia* sp.

Por outro lado, Dias (2006) constatou que a mistura de esterco bovino ao substrato comercial Bioplant<sup>®</sup> café em tubetes, prejudicou o desenvolvimento de mudas de cafeeiro, independente da proporção do esterco.

As mudas provenientes do substrato comercial Bioplant<sup>®</sup> café não apresentaram desenvolvimento satisfatório, foram observados sintomas de deficiências nutricionais nas mesmas, principalmente de N e Fe (Anexo B). Esses resultados contradizem aos obtidos por Cunha e colaboradores (2002), que obtiveram mudas de cafeeiro mais vigorosas em substrato comercial Plantmax<sup>®</sup>, adubado com osmocote, em relação às mudas oriundas de substratos alternativos, à base de composto orgânico, esterco de curral, casca de arroz carbonizada e terra de subsolo.

**TABELA 4** - Altura de plantas, diâmetro de caule e pares de folhas de mudas de cafeeiro, aos 120 dias após a semeadura, em função de fontes e proporções de material orgânico, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009.

Característica avaliada	Material orgânico	Proporções (%)					Média
		0	15	30	45	60	
Altura de plantas (cm)	Esterco bovino	3,42 a	5,92 a	6,81 a	6,87 a	6,21 a	<b>5,85</b>
	Cama de frango	3,42 a	6,38 a	6,33 a	5,72 b	3,86 b	<b>5,14</b>
	Húmus de mata	3,42 a	3,79 b	4,62 b	4,52 b	5,22 a	<b>4,32</b>
<b>DMS: 1,344</b>	<b>CV: 9,99%</b>	<b>Média:</b>	<b>3,42</b>	<b>5,36</b>	<b>5,92</b>	<b>5,70</b>	<b>5,10</b>
Diâmetro de caule (mm)	Esterco bovino	1,83 a	2,21 ab	2,53 a	2,55 a	2,46 a	<b>2,32</b>
	Cama de frango	1,83 a	2,34 a	2,34 ab	2,26 ab	2,05 b	<b>2,16</b>
	Húmus de mata	1,83 a	1,92 b	2,08 b	2,12 b	2,29 ab	<b>2,05</b>
<b>DMS: 0,338</b>	<b>CV: 6,04%</b>	<b>Média:</b>	<b>1,83</b>	<b>2,16</b>	<b>2,32</b>	<b>2,31</b>	<b>2,27</b>
Pares de folhas	Esterco bovino	2,38 a	3,67 a	3,92 a	3,84 a	3,92 a	<b>3,55</b>
	Cama de frango	2,38 a	3,46 a	3,67 ab	3,25 ab	2,25 c	<b>3,00</b>
	Húmus de mata	2,38 a	2,63 b	3,08 b	3,13 b	3,09 b	<b>2,86</b>
<b>DMS: 0,617</b>	<b>CV: 7,56%</b>	<b>Média:</b>	<b>2,38</b>	<b>3,25</b>	<b>3,56</b>	<b>3,41</b>	<b>3,09</b>

Para cada característica avaliada, médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância

DMS - Diferença Mínima Significativa

CV - Coeficiente de Variação

**TABELA 5** - Altura de plantas, diâmetro de caule e pares de folhas de mudas de cafeeiro, aos 160 dias após a semeadura, em função de fontes e proporções de material orgânico, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009.

Característica avaliada	Material orgânico	Proporções (%)					Média	
		0	15	30	45	60		
Altura de plantas (cm)	Esterco bovino	3,97 a	9,89 a	11,98 a	10,91 a	9,68 a	<b>9,29</b>	
	Cama de frango	3,97 a	9,84 a	12,09 a	10,84 a	6,29 b	<b>8,60</b>	
	Húmus de mata	3,97 a	4,74 b	7,72 b	8,00 b	9,12 a	<b>6,71</b>	
<b>DMS: 2,742</b>	<b>CV: 12,34%</b>	<b>Média:</b>	<b>3,97</b>	<b>8,16</b>	<b>10,60</b>	<b>9,92</b>	<b>8,37</b>	<b>8,20</b>
Diâmetro de caule (mm)	Esterco bovino	1,92 a	2,86 a	3,54 a	3,30 a	3,08 a	<b>2,94</b>	
	Cama de frango	1,92 a	2,94 a	3,20 ab	2,91 ab	2,25 b	<b>2,64</b>	
	Húmus de mata	1,92 a	2,04 b	2,48 b	2,63 b	2,78 a	<b>2,37</b>	
<b>DMS: 0,418</b>	<b>CV: 6,04%</b>	<b>Média:</b>	<b>1,92</b>	<b>2,61</b>	<b>3,07</b>	<b>2,94</b>	<b>2,70</b>	<b>2,65</b>
Pares de folhas	Esterco bovino	3,46 a	5,21 a	5,67 a	5,33 a	5,42 a	<b>5,02</b>	
	Cama de frango	3,46 a	5,13 a	5,42 a	5,21 a	4,08 b	<b>4,66</b>	
	Húmus de mata	3,46 a	4,13 b	4,83 b	4,96 a	5,04 a	<b>4,48</b>	
<b>DMS: 0,482</b>	<b>CV: 3,91%</b>	<b>Média:</b>	<b>3,46</b>	<b>4,82</b>	<b>5,31</b>	<b>5,17</b>	<b>4,85</b>	<b>4,72</b>

Para cada característica avaliada, médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância

DMS - Diferença Mínima Significativa

CV - Coeficiente de Variação

**TABELA 6** - Altura de plantas, diâmetro de caule e pares de folhas de mudas de cafeeiro, aos 210 dias após a semeadura, em função de fontes e proporções de material orgânico misturadas ao substrato comercial. Orizona (GO), 2009.

Característica avaliada	Material orgânico	Proporções (%)					Média	
		0	15	30	45	60		
Altura de planta (cm)	Esterco bovino	4,76 a	14,21 a	16,53 a	14,38 b	13,03 a	<b>12,58</b>	
	Cama de frango	4,76 a	15,62 a	18,86 a	17,70 a	10,45 b	<b>13,48</b>	
	Húmus de mata	4,76 a	7,80 b	13,15 b	13,31 b	13,57 a	<b>10,52</b>	
<b>DMS: 2,470</b>	<b>CV: 11,80%</b>	<b>Média:</b>	<b>4,76</b>	<b>12,54</b>	<b>16,18</b>	<b>15,13</b>	<b>12,35</b>	<b>12,19</b>
Diâmetro de caule (mm)	Esterco bovino	1,86 a	4,09 a	4,32 a	4,02 a	3,76 a	<b>3,61</b>	
	Cama de frango	1,86 a	3,61 a	4,34 a	4,00 a	2,69 b	<b>3,30</b>	
	Húmus de mata	1,86 a	2,08 b	3,20 b	3,35 b	3,43 a	<b>2,78</b>	
<b>DMS: 0,520</b>	<b>CV: 9,35%</b>	<b>Média:</b>	<b>1,86</b>	<b>3,26</b>	<b>3,95</b>	<b>3,79</b>	<b>3,29</b>	<b>3,23</b>
Pares de folhas	Esterco bovino	4,83 a	7,04 a	8,50 a	7,25 a	7,21 a	<b>6,97</b>	
	Cama de frango	4,83 a	7,13 a	7,63 ab	7,25 a	6,25 b	<b>6,62</b>	
	Húmus de mata	4,83 a	6,09 b	6,92 b	7,09 a	7,13 ab	<b>6,41</b>	
<b>DMS: 0,905</b>	<b>CV: 7,92%</b>	<b>Média:</b>	<b>4,83</b>	<b>6,75</b>	<b>7,68</b>	<b>7,20</b>	<b>6,89</b>	<b>6,67</b>
Comprimento de raiz (cm)	Esterco bovino	20,77 a	22,29 a	20,81 a	17,77 b	13,52 b	<b>18,89</b>	
	Cama de frango	20,77 a	23,67 a	22,33 a	17,05 b	13,42 b	<b>19,25</b>	
	Húmus de mata	20,77 a	21,98 a	22,65 a	21,71 a	21,71 a	<b>21,70</b>	
<b>DMS: 2,190</b>	<b>CV: 6,39%</b>	<b>Média:</b>	<b>20,77</b>	<b>22,65</b>	<b>21,93</b>	<b>18,18</b>	<b>16,22</b>	<b>19,95</b>
Massa seca de raízes (g planta <sup>-1</sup> )	Esterco bovino	0,10 a	1,04 a	1,24 a	0,81 b	0,56 a	<b>0,75</b>	
	Cama de frango	0,10 a	1,08 a	1,56 a	1,47 a	0,38 a	<b>0,92</b>	
	Húmus de mata	0,10 a	0,22 b	0,63 b	0,73 b	0,65 a	<b>0,47</b>	
<b>DMS: 0,410</b>	<b>CV: 33,40%</b>	<b>Média:</b>	<b>0,10</b>	<b>0,78</b>	<b>1,14</b>	<b>1,00</b>	<b>0,53</b>	<b>0,71</b>
Massa seca da parte aérea (g planta <sup>-1</sup> )	Esterco bovino	0,12 a	1,89 a	2,61 a	2,07 b	1,69 a	<b>1,68</b>	
	Cama de frango	0,12 a	1,79 a	3,12 a	3,14 a	1,19 a	<b>1,87</b>	
	Húmus de mata	0,12 a	0,44 b	1,41 b	1,65 b	1,71 a	<b>1,06</b>	
<b>DMS: 0,790</b>	<b>CV: 29,75%</b>	<b>Média:</b>	<b>0,12</b>	<b>1,37</b>	<b>2,38</b>	<b>2,28</b>	<b>1,53</b>	<b>1,54</b>
Massa seca total (g planta <sup>-1</sup> )	Esterco bovino	0,22 a	2,87 a	3,86 a	2,87 b	2,25 a	<b>2,41</b>	
	Cama de frango	0,22 a	2,93 a	4,67 a	4,61 a	1,56 a	<b>2,80</b>	
	Húmus de mata	0,22 a	0,66 b	2,04 b	2,38 b	2,36 a	<b>1,53</b>	
<b>DMS: 1,150</b>	<b>CV: 29,74</b>	<b>Média:</b>	<b>0,22</b>	<b>2,15</b>	<b>3,52</b>	<b>3,28</b>	<b>2,06</b>	<b>2,25</b>

Para cada característica avaliada, médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância

DMS - Diferença Mínima Significativa

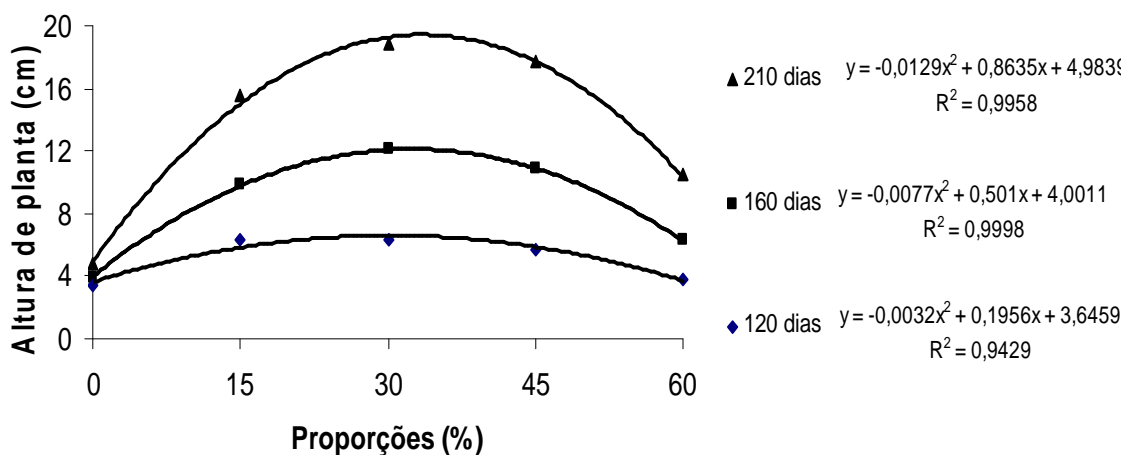
CV - Coeficiente de Variação



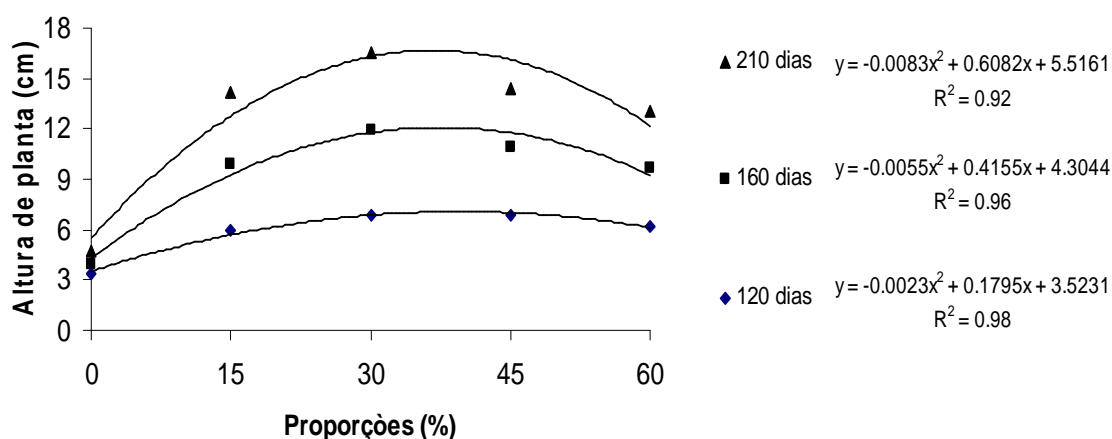
#### 4.1 Altura de planta

Pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, o esterco bovino e a cama de frango foram as proporções de matéria orgânica que proporcionaram maior altura das mudas aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura, seguido do húmus de mata, devido a maior disponibilidade de nutrientes nas duas primeiras fontes (Anexo A e B). Aos 210 dias, a dose de 45% de cama de frango apresentou melhores resultados do que o esterco bovino e o húmus de mata, que não mostraram diferenças significativas. E quando se utilizou 60% de cama de frango, obteve-se os piores resultados na fase final de crescimento das mudas, devido ao excesso de matéria orgânica na composição do substrato, o que dificultou o desenvolvimento do sistema radicular e consequentemente a absorção de nutrientes, não favorecendo o desenvolvimento da parte aérea.

Na presença de cama de frango (Figura 1), as maiores alturas das mudas foram de 6,6 cm (aos 120 dias), 12,1 cm (aos 160 dias) e 19,4 cm (aos 210 dias), obtidas com as proporções de 30,5%, 32,5% e 33,5% respectivamente. Quanto à adição de esterco bovino (Figura 2), as melhores proporções na primeira, segunda e terceira avaliação, foram 39,0%, 37,8% e 36,0%, respectivamente, que proporcionou plantas com 7,0 cm, 12,1 cm e 16,4 cm de altura. Todavia, em maiores proporções de esterco bovino ou cama de frango, ocorreu decréscimo na altura das plantas.



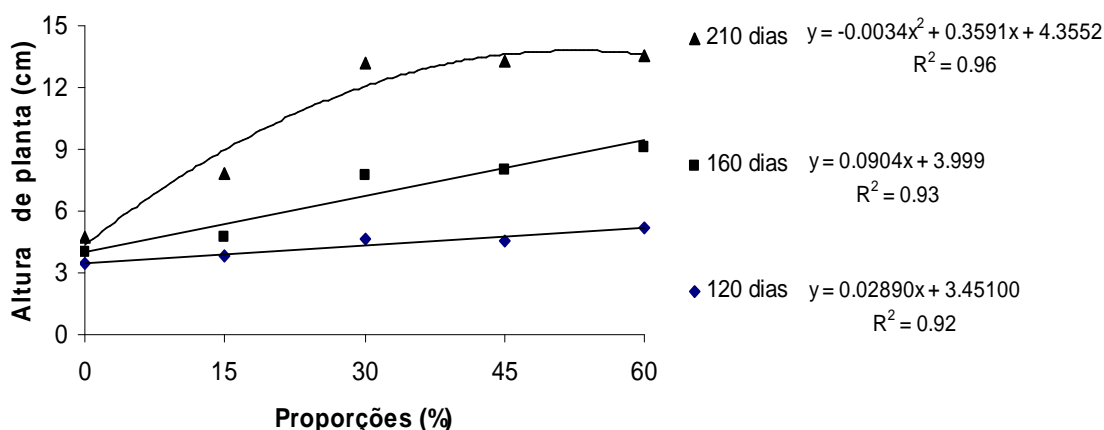
**FIGURA 1** - Altura de mudas de café (cm), aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura, em função de proporções de cama de frango, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009.



**FIGURA 2** - Altura de mudas de cafeeiro (cm), aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura, em função de proporções de esterco bovino, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009.

Com relação ao húmus de mata (Figura 3), constata-se através das equações de regressão, resposta linear crescente na primeira e segunda avaliação. Para cada 1% de húmus adicionado ao substrato, obteve-se incrementos de 0,03 e 0,09 cm na altura das mudas, aos 120 e 160 dias, quando então, 60% foi a melhor proporção. Aos sete meses de idade, a dose ótima de húmus foi de 52,8%, com a qual estimou-se a altura máxima, de 13,8 cm.

Danner e colaboradores (2007) obtiveram maior crescimento de mudas de jabuticabeiras (*Plinia* sp.) ao adicionarem terra de mata nativa ao substrato comercial Plantmax<sup>®</sup>, o que demonstra ser um material que precisa ser melhor analisado para a produção de mudas.



**FIGURA 3** - Altura de mudas de cafeeiro (cm), aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura, em função de proporções de húmus de mata, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009.

Andrade Neto e colaboradores (1999) observaram que a altura máxima de mudas de cafeeiro foi obtida em baixos percentuais de esterco de galinha e moinha de café, e que em maiores doses desses materiais, houve drástica redução no desenvolvimento da muda. Contudo, esterco de curral (20,0 cm) e húmus de minhoca (18,3 cm) superaram o substrato Plantmax<sup>®</sup> adubado com osmocote (15,50 cm).

Andrade Neto (1998) verificou que o esterco de curral, na proporção de 80%, adubado com osmocote, proporcionou, em média, altura máxima de 20,3 cm, valor este superior em 32% à testemunha. Cabrera (2004) observou que a altura de mudas cítricas cultivadas em vermicomposto, em proporções de 50 e 100%, foi superior à altura das mudas produzidas em substrato comercial apenas. Cunha e colaboradores (2002) verificaram que o substrato Plantmax<sup>®</sup> proporcionou maior crescimento de mudas de cafeeiro em tubetes, comparado com substratos alternativos a base de terra de subsolo e esterco bovino.

Os resultados deste trabalho corroboram com os de Dias (2006), que obteve maior altura de mudas de cafeeiro (23,9 cm) ao misturar 61,4% de cama de peru ao substrato comercial Bioplant<sup>®</sup> café. Porém, nos tratamentos em que adicionou esterco bovino ao substrato, obteve resposta linear decrescente, com o aumento das doses de esterco.

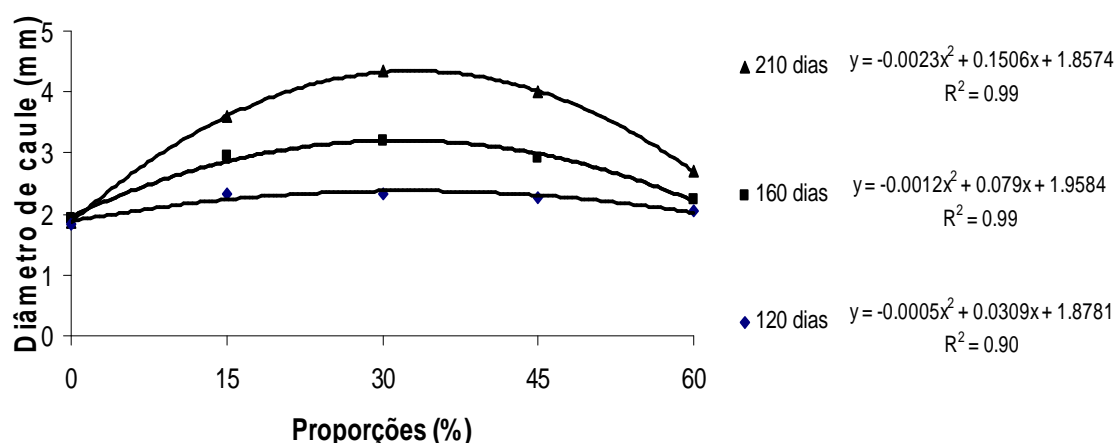
Miranda e colaboradores (2001), avaliaram o desenvolvimento de mudas de cafeeiro em tubetes, cultivar Icatu, constataram que as mudas produzidas em substratos alternativos a base de composto orgânico, cama de aviário, casca de arroz carbonizada, termofosfato mais cinza (1:1) e palha de café carbonizada apresentaram, aos 180 dias de idade, desenvolvimento superior ao das mudas produzidas unicamente em substrato comercial.

## **4.2 Diâmetro de caule**

O esterco bovino proporcionou, em média, maior diâmetro de caule das mudas, aos 120, 160 e 210 dias de idade, seguido de cama de frango e húmus de mata, provavelmente em função da maior concentração de macro e micronutrientes presentes no esterco bovino e na cama de frango, em relação ao húmus de mata (Anexo A), principalmente N, P, K, Zn e B. Pelo teste de Tukey (Tabelas 4 e 5), verificou-se que aos 120 e 160 dias, o esterco foi superior à cama de frango nas proporções de 45% e

60%, enquanto que aos 210 dias (Tabela 6), essa superioridade foi observada apenas na dose de 60%. Pelo fato do conteúdo de N total na cama de frango ser maior que no esterco, é provável que no período entre cinco e sete meses após a semeadura, houve maior mineralização de N orgânico da cama de frango. Por sua vez, o húmus de mata foi a fonte que menos contribuiu para a obtenção de mudas com caule mais desenvolvido. Todavia, na dose de 60%, o húmus foi estatisticamente igual ao esterco bovino, aos 120 e 210 dias após a semeadura.

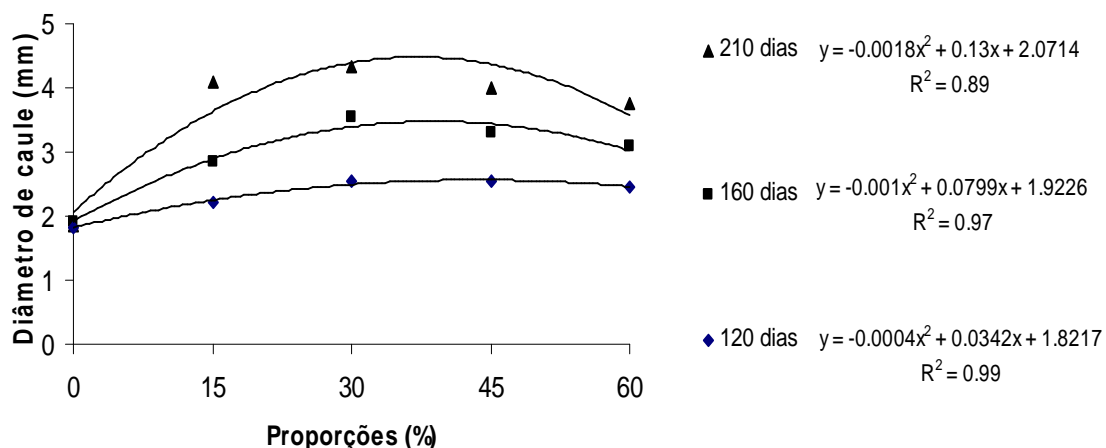
Com a utilização da cama de frango (Figura 4), os maiores diâmetros de caule estimados foram de 2,4, 3,3 e 4,3 mm, obtidos com as proporções de 30,9%, 32,5% e 32,7%, respectivamente, aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura. Já para esterco bovino (Figura 5), as melhores proporções na primeira, segunda e terceira avaliação, foram 42,8%, 40,0% e 36,1%, respectivamente, proporcionou diâmetros de caule de 2,55 mm, 3,52 mm e 4,42 mm. Entretanto, em proporções maiores de cama de frango ou esterco bovino, ocorreu decréscimo nos valores lidos no paquímetro.



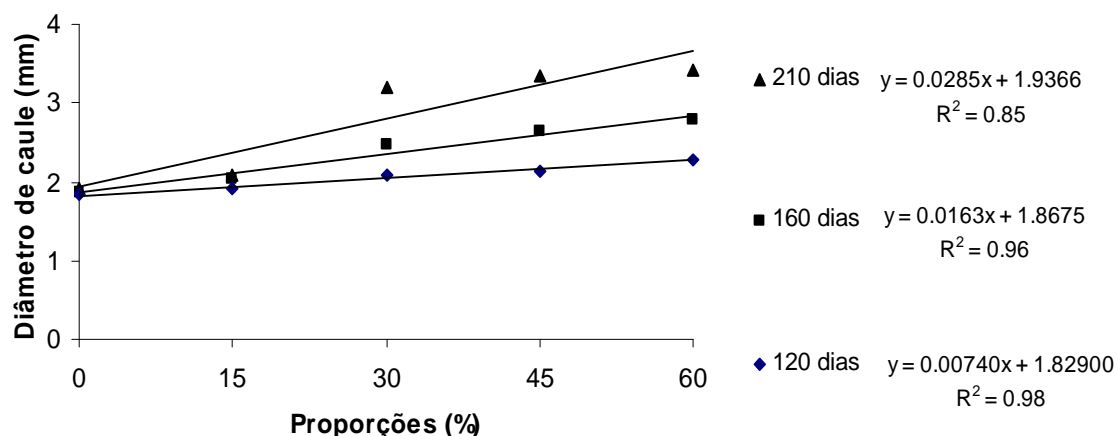
**FIGURA 4** - Diâmetro de caule de cafeeiro (mm), aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura, em função de proporções de cama de frango, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009.

Verifica-se pela Figura 6, que para cada 1% de húmus de mata adicionado ao substrato, houve um incremento no diâmetro de caule, de 0,007 mm, 0,018 mm e 0,028 mm, aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura. A melhor proporção para este parâmetro segue a mesma tendência da altura de plantas, ou seja, 60% foi a melhor dose.

Resultados semelhantes foram encontrados por Danner e colaboradores (2007), ao obterem expressivos aumentos do diâmetro de caule de mudas de jabuticabeira com a adição de terra de mata no substrato Plantmax<sup>®</sup>.



**FIGURA 5** - Diâmetro de caule de cafeeiro (mm), aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura, em função de proporções de esterco bovino, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009.



**FIGURA 6** - Diâmetro de caule de cafeeiro (cm), aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura, em função de proporções de húmus de mata, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009.

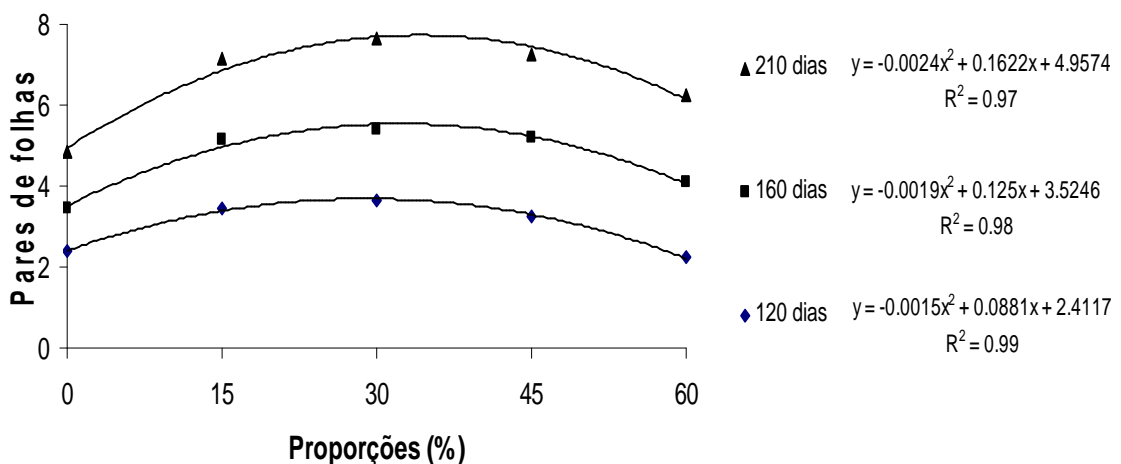
Cunha e colaboradores (2002) argumentam que o diâmetro de caule das mudas pode ser afetado pelo tipo de substrato. Porém, sugerem em seus estudos, que o melhor substrato é o convencional (Plantmax<sup>®</sup> mais osmocote), seguido de substrato alternativo constituído de 50% de esterco bovino. Vallone e colaboradores (2005) não observaram efeitos significativos da adição de casca de arroz carbonizada ao substrato comercial e, afirmam que o diâmetro de caule é um parâmetro pouco influenciável por propriedades do substrato.

Dias (2006) verificou que o esterco bovino e a cama de peru proporcionaram comportamentos semelhantes, por terem causado decréscimos do diâmetro de caule com o aumento de seus percentuais no substrato.

### 4.3 Pares de folhas

Independente da dose e época de avaliação das mudas, o esterco bovino, seguido da cama de frango, propiciou maior número de pares de folhas em relação ao húmus de mata, em parte devido os maiores teores de K e N presente nas duas primeiras fontes (Anexo A e B). Entretanto, aos 210 dias, a utilização da dose de 45%, não promoveu diferença significativa entre as fontes. E quando se utilizou a dose de 60% de cama de frango, esta não diferiu estatisticamente do húmus de mata, que por sua vez, não diferiu significativamente de esterco bovino.

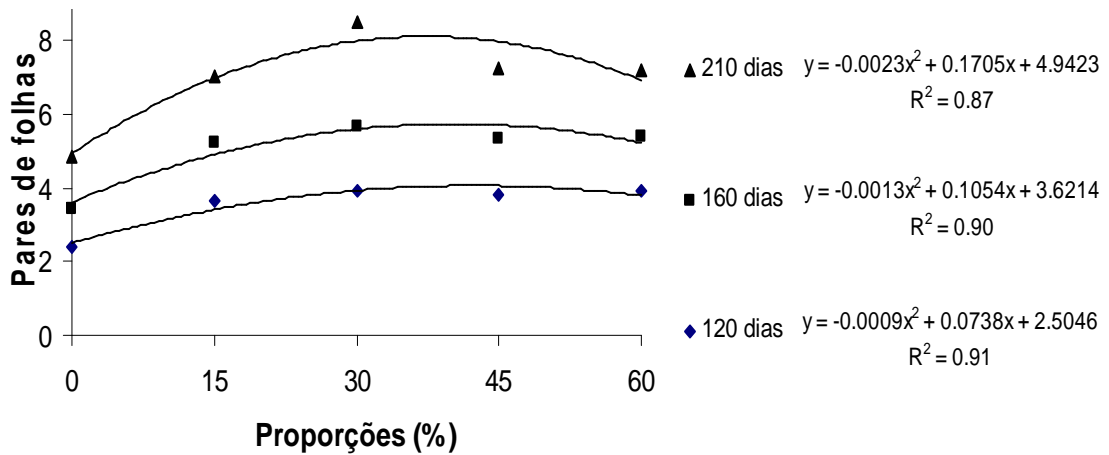
Os maiores números de pares de folhas estimados (Figura 7) foram de 3,71, 5,58 e 7,70, valores estes estimados com as proporções de 29,4%, 32,9% e 33,8% de cama de frango, respectivamente, aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura. Cunha e colaboradores (2002) também verificaram que o número médio de pares de folhas verdadeiras é influenciado pelo substrato.



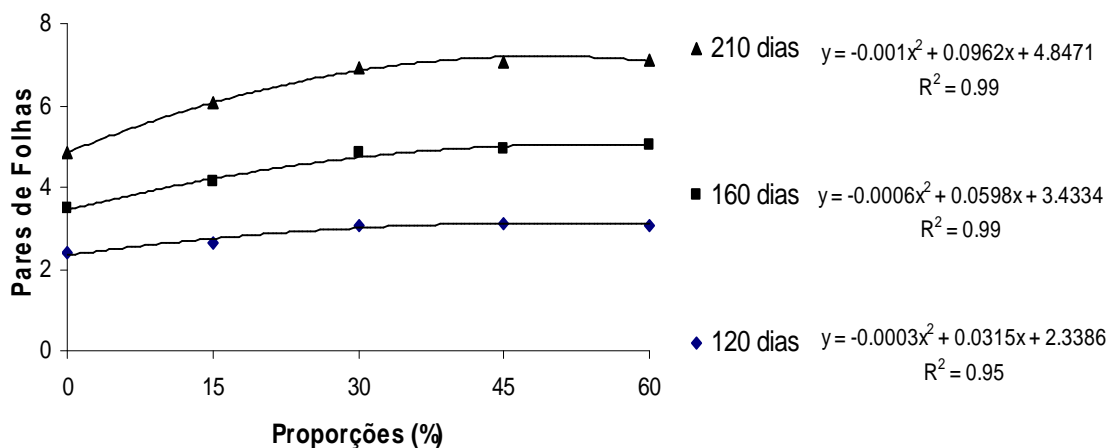
**FIGURA 7** - Pares de folhas de cafeeiro, aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura, em função de proporções de cama de frango misturado ao substrato. Orizona (GO), 2009.

Com a utilização do esterco bovino (Figura 8), as melhores proporções na primeira, segunda e terceira avaliação, foram 41%, 40,5% e 37,1%, respectivamente, o que proporcionou a emissão de 4,0, 5,8 e 8,0 pares folhas. Já, para húmus de mata (Figura 9), os máximos números de pares de folhas estimados foram de 3,2 (aos 120 dias), 5,0 (aos 160 dias) e 7,2 (aos 210 dias), obtidos com as proporções de 52,5%, 49,8% e 48,1%, respectivamente. Em proporções maiores que estas, ocorreu decréscimo do número de pares de folhas.

Ao contrário deste trabalho, Dias (2006) verificou uma redução linear no número de pares de folhas do cafeeiro à medida que aumentou a proporção de material orgânico (esterco bovino e resíduo de fumo) no substrato comercial Bioplant<sup>®</sup> café. Todavia, à medida que aumentou a proporção de cama de peru, houve aumento na área foliar, obtendo-se a área máxima (260 cm<sup>2</sup>) com a aplicação de 45,6% desse resíduo.



**FIGURA 8** - Pares de folhas de cafeeiro, aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura, em função de proporções de esterco bovino, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009.



**FIGURA 9** - Pares de folhas de cafeeiro, aos 120, 160 e 210 dias após a semeadura, em função de proporções de húmus de mata, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009.

Vallone e colaboradores (2005) relataram que a área foliar foi influenciada significativamente pela substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada, em que a proporção máxima foi de 63,4% de substrato comercial. Danner e colaboradores (2007) constataram maior área foliar de jabuticabeira (*Plinia* sp.) ao

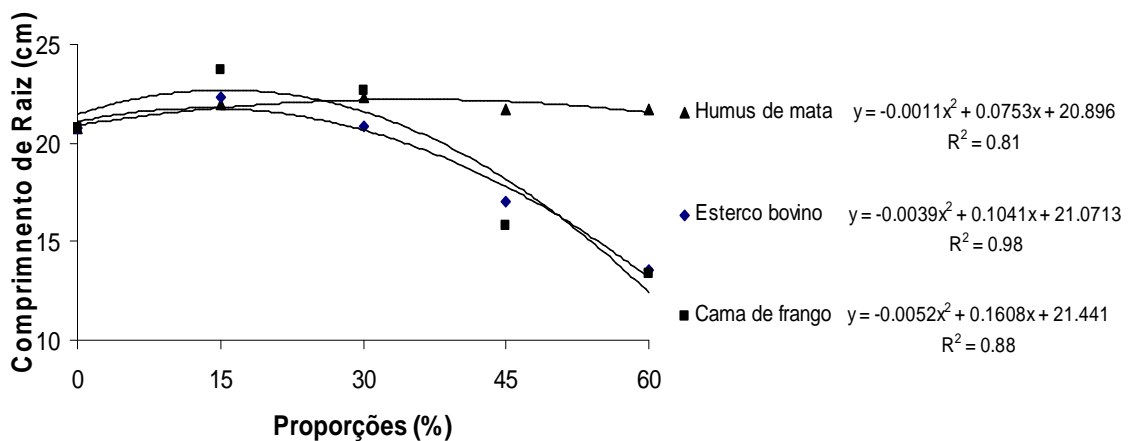
adicionar terra de mata nativa ao substrato, em relação à produção de mudas em apenas substrato comercial Plantmax<sup>®</sup>.

#### 4.4 Comprimento de raiz

Em média, o húmus de mata proporcionou maior comprimento da raiz principal, enquanto o esterco bovino e a cama de frango foram estatisticamente iguais, independente da dose (Tabela 6).

Nas proporções de 45% e 60%, o húmus de mata promoveu aumentos de até 8,0 cm no comprimento do sistema radicular, em relação ao esterco bovino e à cama de frango. Todavia, esses resultados não seguem a mesma tendência para a massa de matéria seca de raízes, tendo o húmus de mata proporcionado quantidade relativamente pequena de radículas e, conseqüentemente, menor quantidade de matéria seca de raízes, em função da menor disponibilidade de Ca e P neste material (Anexo A e B).

Maiores comprimentos de raízes (Figura 10) foram estimados em 22,7, 21,8 e 22,2 cm, obtidos com as proporções de 15,5% de cama de frango, 13,3% de esterco bovino e 34,2% de húmus de mata, respectivamente. Contudo, em proporções maiores, ocorreu decréscimo no comprimento da raiz principal.



**FIGURA 10** - Comprimento de raiz de cafeeiro (cm), aos 210 dias após a semeadura, em função de proporções de material orgânico, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009.

Miranda e colaboradores (2001) avaliaram o desenvolvimento de mudas de cafeeiro da cultivar Icatu, aos 180 dias de idade, constataram que o uso de substratos

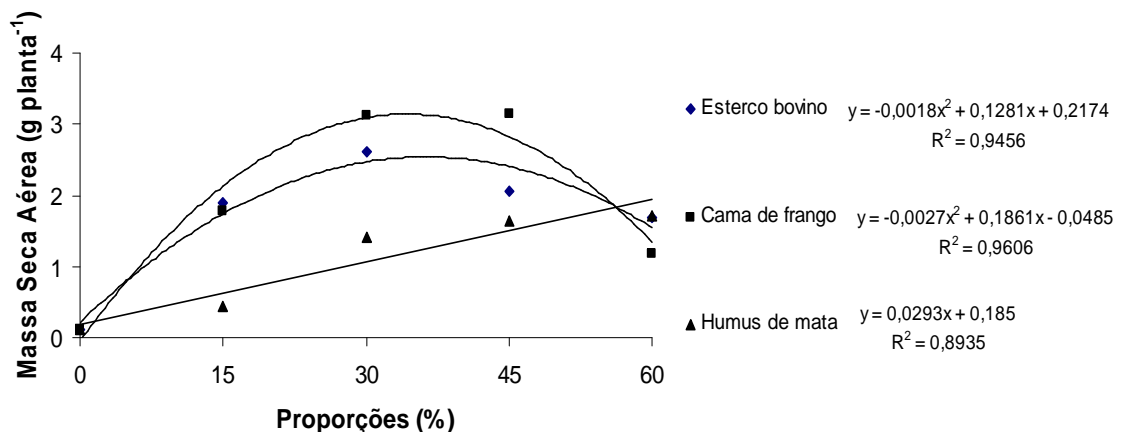


alternativos à base de composto orgânico, cama de aviário, casca de arroz carbonizada, termofosfato mais cinza (1:1) e palha de café carbonizada apresentaram maior comprimento do sistema radicular do que das mudas cultivadas em substrato comercial.

#### 4.5 Massa de matéria seca da parte aérea

A cama de frango proporcionou maior quantidade de matéria seca da parte aérea que as demais fontes, em todas as dosagens aplicadas, exceto na de 60%, na qual não se constatou diferença significativa entre as fontes. A segunda melhor fonte de nutrientes para esta característica foi o esterco bovino.

As maiores massas de matéria seca da parte aérea foram estimadas em 3,3 e 2,5 g planta<sup>-1</sup>, obtidos com as proporções de 35,6% de cama de frango e 34,5% de esterco bovino, respectivamente. Entretanto em proporções maiores, ocorreu decréscimo da massa seca da parte aérea, possivelmente devido efeitos fitotóxicos da matéria orgânica, em função dos maiores teores de nutrientes presentes nestas fontes (Anexo A). Já, para cada 1% de húmus de mata adicionado ao substrato, houve um incremento da massa seca da parte aérea de 0,029 g planta<sup>-1</sup>. A melhor proporção de húmus de mata para este parâmetro foi de 60%, o que apresentou a mesma tendência de crescimento do diâmetro de caule (Figura 11).



**FIGURA 11** - Massa seca da parte aérea de cafeeiro (g planta<sup>-1</sup>), aos 210 dias após a semeadura, em função de proporções de material orgânico, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009.

Andrade Neto e colaboradores (1999) obtiveram resultados satisfatórios ao adicionarem 80% de esterco bovino ao substrato adubado com osmocote, cujo valor estimado foi de 15,7 g, 347% a mais que a testemunha (0% de esterco bovino).

Danner e colaboradores (2007) constataram maior massa seca da parte aérea de mudas de jabuticabeira (*Plinia* sp.) ao incorporarem terra de mata nativa ao substrato, em comparação à testemunha (substrato comercial Plantmax<sup>®</sup>). Resultados semelhantes foram encontrados por Dias e Melo (2009), ao adicionarem cama de peru ao substrato comercial Bioplant<sup>®</sup> café, sendo a dose de 53,1% deste resíduo, a mais indicada, pois elevou a massa seca da parte aérea a um valor máximo, de 1,8 g planta<sup>-1</sup>. Porém, quando utilizaram esterco bovino, houve redução linear da biomassa, à medida que aumentaram a dosagem deste resíduo.

Ao avaliarem o desenvolvimento de mudas de cafeeiro Icatu, em tubetes, aos 180 dias após a semeadura, Miranda e colaboradores (2001) constataram que o uso de substratos alternativos à base composto orgânico, cama de aviário, casca de arroz carbonizada, termofosfato + cinza (1:1) e palha de café carbonizada aumentou a produção de matéria seca da parte aérea em relação ao substrato comercial puro.

Pelo teste de Tukey, em média, a cama de frango proporcionou os melhores resultados, seguida do esterco bovino e do húmus de mata, devido maiores concentrações principalmente de Ca e P nas duas primeiras fontes, se comparadas ao húmus de mata e a testemunha (Anexo A). Porém, na dosagem de 60%, não ocorreram diferenças significativas entre as fontes (Tabela 6).

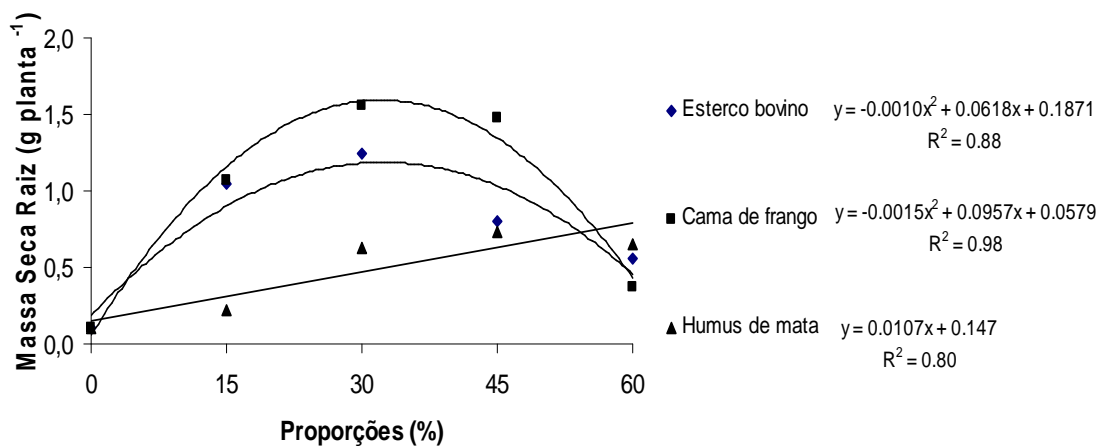
#### **4.6 Massa de matéria seca de raízes**

A cama de frango, proporcionou, em média, os melhores resultados, seguida do esterco bovino. E húmus de mata foi a fonte que promoveu menor massa seca de raiz. Isto ocorreu em função da maior disponibilidade de macro e micronutrientes que a cama de frango e o esterco bovino apresentam, em relação ao húmus de mata e à testemunha (Anexo A). Porém, quando se utilizou a dose de 60% não ocorreu diferenças significativas entre as fontes (Tabela 6).

As maiores quantidades de matéria seca do sistema radicular, foram estimadas em 1,60 e 1,14 g planta<sup>-1</sup>, obtidas com as proporções de 30,9% e 31,9%, respectivamente, com cama de frango e esterco bovino adicionados ao substrato. Em proporções maiores,

ocorreu decréscimo de massa seca de raízes. Quanto ao húmus de mata, para cada 1% adicionado ao substrato, houve incremento da massa seca de raízes 0,0107 g planta<sup>-1</sup>. A melhor proporção para este parâmetro, aos 210 dias, seguiu a mesma tendência da massa seca da parte aérea, ou seja, 60% foi a melhor dose (Figura 12).

Aumentos da massa seca do sistema radicular foram constatados por Andrade Neto e colaboradores (1999), quando adicionaram 80% de esterco de curral ao substrato, em comparação ao substrato comercial Plantmax<sup>®</sup>. Danner e colaboradores (2007) constataram maior massa seca de raízes de jaboticabeira (*Plinia* sp.) ao adicionarem terra de mata nativa ao substrato, em relação ao uso de apenas substrato Plantmax<sup>®</sup>.



**FIGURA 12** - Massa seca de raízes de cafeeiro (g planta<sup>-1</sup>), aos 210 dias após a semeadura, em função de proporções de material orgânico, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009.

Miranda e colaboradores (2001) constataram que mudas de cafeeiro Icatu, produzidas em tubetes, com substratos alternativos à base composto orgânico, cama de aviário, casca de arroz carbonizada, termofosfato mais cinza (1:1) e palha de café carbonizada, apresentaram, aos 180 dias de idade, massa seca do sistema radicular superior à das mudas produzidas com substrato comercial.

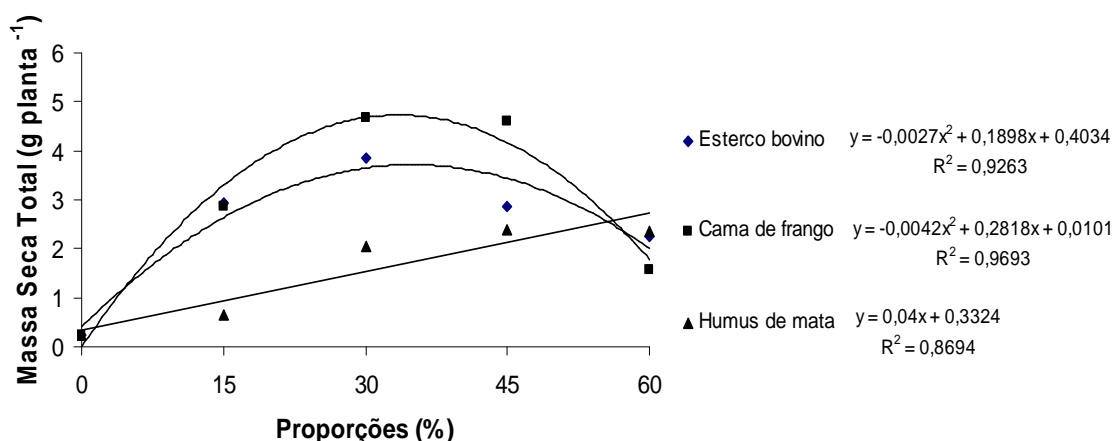
Dias e Melo (2009) verificaram que a adição de cama de peru ao substrato comercial Bioplant<sup>®</sup> café, aumentou a massa do sistema radicular do cafeeiro, em relação à testemunha (substrato comercial puro), sendo a dose ótima de 25%, o que proporcionou 0,6 g de matéria seca de raízes por planta. Por outro lado, constataram que o uso de esterco bovino foi prejudicial ao sistema radicular do cafeeiro. Os autores

estimaram um valor mínimo de 0,25 g de matéria seca de raízes, com a adição de 83% de esterco bovino ao substrato comercial Bioplant<sup>®</sup> Café.

#### 4.7 Massa de matéria seca total

A cama de frango, seguida do esterco bovino, proporcionaram, em média, os melhores resultados. Isto ocorreu em função da maior disponibilidade de macro e micronutrientes que a cama de frango e o esterco bovino apresentaram, em relação ao húmus de mata e à testemunha. Porém, quando se utilizou a dose de 60% não ocorreram diferenças significativas entre as fontes.

As maiores massas de matéria seca total (Figura 13), foram estimadas em 4,74 e 3,74 g planta<sup>-1</sup>, obtidas com as proporções de 33,5% e 35,1%, respectivamente, com a adição de cama de frango e esterco bovino ao substrato. Em proporções maiores, ocorreu decréscimo da massa seca total. Quanto ao húmus de mata, a equação do 1º grau é a que melhor descreveu a matéria seca total em função das proporções. Para cada 1% de húmus de mata adicionado ao substrato, houve um incremento da massa seca total de 0,04 g planta<sup>-1</sup>. No final do ciclo das mudas, a melhor proporção de húmus de mata foi de 60%.



**FIGURA 13** - Massa de matéria seca total de cafeeiro (g planta<sup>-1</sup>), aos 210 dias após a semeadura, em função de proporções de material orgânico, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009.

Andrade Neto e colaboradores (1999) verificaram que o esterco bovino, na dose de 80%, adubado com osmocote foi o tratamento que apresentou os maiores valores de

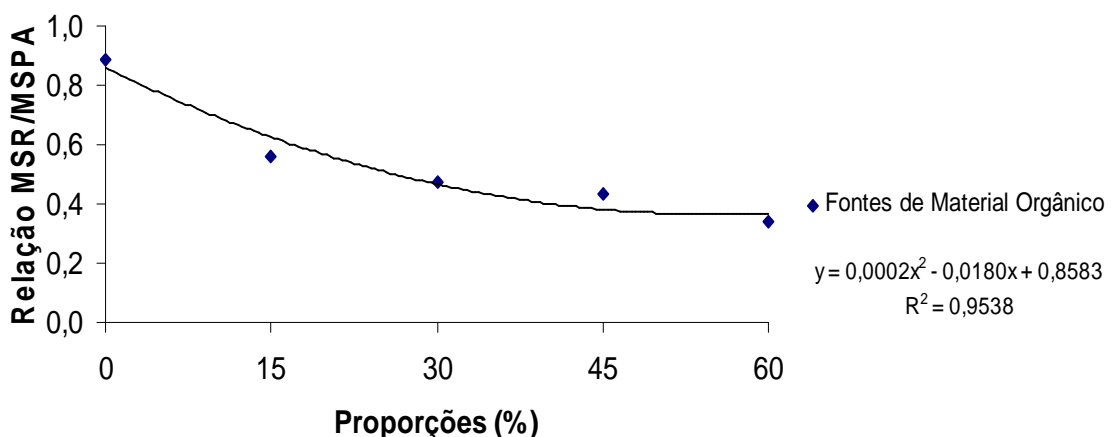
massa seca do sistema radicular e da parte aérea, em comparação ao substrato comercial Plantmax<sup>®</sup>.

Dias (2006) obteve bons resultados quando adicionou cama de peru ao substrato comercial Bioplant<sup>®</sup> Café, cuja proporção máxima foi estimada em 52,5% e o valor máximo de massa seca total de 2,42 g planta<sup>-1</sup>. Porém quando adicionou esterco bovino os resultados não foram satisfatórios, o melhor resultado foi obtido na proporção 0%, cuja a massa seca mínima foi estimada em 1,43 g planta<sup>-1</sup> com a proporção de 98,3%.

#### 4.8 Relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea

Independente da fonte, a dose de 45% de matéria orgânica adicionada ao substrato proporcionou melhor relação da massa seca de raízes/parte aérea (MSR/MSPA). O melhor valor de MSR/MSPA foi de 0,45 (Figura 14), em proporções maiores, a tendência é de ocorrer o aumento dessa relação. À medida que aumentou a proporção de matéria orgânica ao substrato comercial, diminuiu-se o valor da relação MSR/MSPA, ou seja, a maior relação MSR/MSPA ocorreu para a testemunha.

Vallone e colaboradores (2005), ao avaliarem a relação MSR/MSPA, em função da substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada, obtiveram redução linear da MSR/MSPA. Com o aumento das doses de casca de arroz carbonizada, houve menor discrepância entre o desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular.



**FIGURA 14** - Relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea (MSR/MSPA), aos 210 dias após a semeadura, em função de proporções de material orgânico, misturadas ao substrato. Orizona (GO), 2009.

Dias (2006) verificou que a mistura de 92% de cama de peru ao substrato comercial Bioplant<sup>®</sup> Café, propiciou uma relação de MSR/MSPA de 1,1. Por outro lado, o esterco bovino não proporcionou resultados satisfatórios, a maior relação obtida sem a adição de esterco.

## 5 CONCLUSÕES

Independente da idade das mudas de cafeeiro (120, 160 e 210 dias, após a semeadura), o esterco bovino proporcionou maior altura, diâmetro de caule e pares de folhas. Entretanto, obteve-se maior comprimento da raiz principal com a utilização de húmus de mata.

Dentre as fontes de matéria orgânica utilizadas, cama de frango propiciou maiores massas de matéria seca, da parte aérea, do sistema radicular e total, seguido do esterco bovino e do húmus de mata.

A adição de matéria orgânica ao substrato proporcionou mudas de cafeeiro mais desenvolvidas quanto as características avaliadas (Altura de Plantas, Diâmetro de Caule, Pares de Folhas, Comprimento de Raiz, Massa Seca da Parte Aérea, Massa Seca de Raiz, Massa Seca Total e Relação Massa Seca da Parte Aérea / Massa Seca de Raiz), em todos os aspectos, quando comparadas as mudas produzidas em substrato comercial puro.

O substrato comercial utilizado (testemunha) necessita ser complementado com fonte(s) de nutrientes para a produção de mudas de cafeeiro de qualidade.

## REFERÊNCIAS

ABAD, M.; MARTÍNEZ-HERRERO M. D; MARTÍNEZ-GARCIA, P. F.; MARTÍNEZ-CORTES, J. Evaluación agronômica de los substratos de cultivo. **Actas de Horticultura**. Lisboa n. 11, p. 141-154, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **Produção e exportação de Café, 2005**. Disponível em: <<http://www.abic.com.br>>. Acesso em: 17 jul. 2009.

ABREU, M. F. de; ABREU, C. A. de; BATAGLIA, O. C. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. In: FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; FURLANI, P. R.; QUAGGIO, J. A.; MINAMI, K. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p. 17-28. (Documentos IAC, 70).

AGUIAR, A. T. da E. **Atributos químicos de espécies de café**. 2005. 87 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) -Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

ANDRADE NETO, A. **Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes**. 1998. 65 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

ANDRADE NETO, A.; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para a produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 2, p. 270-280, abr./jun., 1999.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.

BARBIZAN, E. L.; SANTOS; C. M.; MENDES, A. F.; LANA, R. M. Q.; SANTOS, V. L. M.; MENDONÇA, F. C.; CORREIA, N. M.; ZAGO, R. Utilização de substrato comercial e fertilizantes de liberação lenta na produção de mudas de cafeeiro em saquinhos. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 1., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, UFRGS, 1999. p. 225-233.

BESAGOITIA, M. C. R. Efecto del tamaño de la bolsa em el desarrollo del cafetos cultivares “Bourbon” y “pacas” em vivero. **Resúmenes de investigaciones em Café** – Nueva San Salvador, v. 3. p 71-72, nov, 1980.

CABRERA, R. A. D. **Produção de mudas cítricas em viveiro: uso de substrato alternativo e inoculação com *Xylella fastidiosa***. 2004. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) –Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

CAMPINHOS JUNIOR, E.; IKEMORI, Y, K. Introdução de nova técnica na produção de mudas de essências florestais. **Silvicultura**. São Paulo, v. 8, n. 226, p. 226-228, 1983.



CAMPOS, K. P. de. **Produção de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes espaçamentos, substratos, adubações e tamanho de tubetes**. 2002. 90 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2002.

CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café 2008**. segunda estimativa, Maio de 2009. Brasília: CONAB, 2009. 20 p.

COUTINHO, C. J.; CARVALHO, C. M. O uso de vermiculita na produção de mudas florestais. In: ENCONTRO NACIONAL DE REFLORESTADORES, 7, 1983, Curitiba: **Anais...**, Curitiba: MAA/SDR/PROCAFÉ/ EMBRAPA 1983. p.54-63.

CUNHA, A. de M.; CUNHA, G. de M.; SARMENTO, R. de A.; CUNHA, G. de M.; AMARAL, J. F. T. do. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acácia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 2, p.207-214, 2006.

CUNHA, R. L. da; SOUZA, C. A. S.; ANDRADE NETO. A. de; MELO, B. de; CORRÊA, J. F. Avaliação de substrato e tamanhos de recipientes na formação de mudas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 26, n.1, p.7-12, jan./fev. 2002.

DaMATTA, F. M. Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Londrina, v. 16, p. 1-6, Jan./Apr. 2004.

DANNER, M. A.; CITADIN, I.; FERNANDES JUNIOR, A. de A.; ASSMANN, A. P.; MAZARO, S. M.; SASSO, S. A. Z. Formação de mudas de jaboticabeira (*Plinia* sp.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. Comunicação Técnica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 179-182, abr. 2007.

DIAS, R. **Proporção de material orgânico, no substrato artificial, na produção de mudas de cafeeiro em tubetes**. 2006, 38 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

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

FALCO, L.; GUIMARÃES, R. J.; CARVALHO, G. R.; GERVÁSIO, E. S.; MANGINI, D. Avaliação da resistência ao déficit hídrico de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L), produzidas por diferentes métodos: saquinho, tubete e raiz nua. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 23., 1997, Manhuaçu. **Anais...** Rio de Janeiro: MAA/SDR/PROCAFÉ/ EMBRAPA, 1997. p. 178-180.

FAVARIN, J. L.; FAZUOLLI, L. C.; PIEDADE, S. M. de S. **Substrato comercial na formação de mudas**, 2008. Disponível em: <<http://www.coffebreak.com.br>>. Acesso em: 28 abr. 2008.

FAVORETO, A. J.; COSTA, A. C. M.; MOTTA FILHO, C.; BALLUF, E. F. **Nova tecnologia para produção de mudas enxertadas de café**. Marília: Cooperativa dos Cafeicultores da Região de Marília, 1992. 7 p.

FAZUOLI, L. C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p. 87-113.

GERVÁSIO, E. S. **Efeito de lâmina de irrigação e doses de condicionadores, associados a diferentes tamanhos de tubetes, na produção de mudas de cafeeiro**. 2003. 105 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) -Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

GODOY, O. P.; GODOY JÚNIOR, 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.; BORGES, R. C. G.; FONSECA, E. P. Efeitos de diferentes substratos na produção de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

GUIMARÃES, P. T. G.; ANDRADE NETO, A. de; BELINI JÚNIOR, O.; ADÃO, W. A.; SILVA, E. M. da. Produção de mudas de cafeeiro em tubetes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 193, p. 98-108, 1998.

GUIMARÃES, R. J. **Formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.): efeito de reguladores de crescimento e remoção do pergaminho na germinação de sementes e do uso de N e K em cobertura no desenvolvimento de mudas**. 1995. 133 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G. **Fisiologia do cafeeiro**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 38 p.

HARTHANN, H. T.; FLOCKER, W. J.; KOFRANEK, A. M. **Plant science: growth, development and utilization of cultivated plants**. New York: Prentice – Hall, 1981. 637 p.

KAINUMA, R. H.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, É. P.; MONTANARI, E.; FRANCO, E. Qualidade de mudas de *Coffea arabica* desenvolvidas em diferentes substratos e doses de adubo de liberação lenta. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-CAFÉ, 2001. CD-ROM.

LEITE, R. A. **Mucilagem residual e qualidade da bebida do café cereja descascado**. 2002. 107 f. Tese (Doutorado em Agronomia) -Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

LIRA, L. M. **Efeito de substrato e do superfosfato simples no limoeiro (*Citrus limonia* OSBEK cv. Cravo) até a repicagem**. 1990. 86 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1990.

LOPES, P. S. N. **Propagação sexuada do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*) em tubetes**: efeito da adubação nitrogenada e substratos. 1996. 52 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) –Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

MARCHI, E. C. S.; MARCHI, G. **Culturas intercalares no cafezal**: sistemas orgânicos e agroecológicos. Lavras: 2002. 63 p.

MATIELLO, J. B.; BARROS, U. V.; GARÇON, C.; BARBOSA, C. M. Efeito de diferentes substratos e recipientes na formação de mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 27, 2001, Uberaba. **Anais...**, Rio de Janeiro: Fundação PROCAFÉ, 2001. p. 24 - 25.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R; GARCIA, A. W. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura do café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: Fundação PROCAFÉ, 2005. 438 p.

MELO, B. de; **Estudos sobre produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica L.*) em tubetes**. 1999. 119 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

MELO, B. de; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Tipos de fertilizações e diferentes substratos na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica L.*) em tubetes. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 19, n. 1, p. 33-42, jan./abr. 2003.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. **Cafeicultura empresarial**: produtividade e qualidade (genética e melhoramento do cafeeiro). Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. 99 p.

MINAMI, K. Adubação em substrato. In: KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. **Substratos para plantas**: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Genesis, 2000. p. 147-152.

MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: Queiroz, 1995. 136 p.

MIRANDA, S. C.; MELO, L. C. G.; RICCI, M. S. F. **Substratos alternativos para produção de mudas de cafeeiro em tubetes**. SIMPÓSIO DE PESQUISAS DE CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, **Anais...** Seropédia: FUNAPE/CBP&D Café/EMBRAPA, 2001. p. 2633-2638.

MOREIRA, C. F. **Caracterização de sistemas de café orgânico sombreado e a pleno sol no sul de Minas Gerais**. 2003. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MORII, A. S.; GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; DUTRA, M. R.; MONTEIRO, J. V.; PAIVA, L. C. Aplicação de granulados de solo na formação de mudas de cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS,

23, 1997. Manhuaçu. **Anais...** Rio de Janeiro: MAA/SDR/PROCAFÉ/EMBRAPA, 1997. p. 243-245.

NAGUMO, G. K. **Desdobramento da função qualidade (QFD) aplicado a produção de mudas de café (*Coffea arabica* L.)**. 2005. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) –Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

NEGREIROS, J. R. da S.; BRAGA, L. R.; ÁLVARES, V. de S.; BRUCKNER, C. H. Influência de substratos na formação de porta-enxerto de gravioleira (*Annona muricata* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 530-536, maio/jun. 2004.

OLIVEIRA, R. B. de; LIMA, J. S. de S.; SOUZA, C. A. M. de; SILVA, S. de A.; MARTINS FILHO, S. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 122-128, jan./fev. 2008.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981. 425 p.

PIO, R.; GONTIJO, T. C.; RAMOS, J. D.; CARRIJO, E. P.; TOLEDO, M.; VISIOLI, E. L.; TOMASETTO, F. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em diferentes substratos. São Paulo **Revista Brasileira de Agrociências**, v. 10, n. 4, p. 523-525, out./dez. 2004.

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

POZZA, A. A. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G. de; MONTANARI, M.; SOUZA, R. F. de. Efeito do tipo de substrato e da presença de adubação suplementar sobre o crescimento vegetativo, nutrição mineral, custo de produção e intensidade de cercosporiose em mudas de cafeeiro formadas em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 685-692, maio/jun., 2007.

POZZA, A. A. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; ROMANIELLO, M. M.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G. e SILVA, E. B. Produção, nutrição e sanidade de mudas de cafeeiro em tubetes com diferentes substratos e adubações. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória, **Anais...** Seropédia: FUNAPE/CBP&D Café/EMBRAPA, 2001. p. 2595-2603.

SILVA, E. S.; CARVALHO, G. R.; ROMANIELLO, M. M. **Mudas de cafeeiros: tecnologias de produção**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 56 p. (Boletim Técnico, 60).

SILVEIRA, A. J. da; SANTANA, D. P.; PEREIRA, M. P. 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.

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

STURION, J. A. **Métodos de produção e técnicas de manejo que influenciam a produção de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: EMBRAPA, URPFCS, 1981. 18 p. (Documento 03).

TAVARES JÚNIOR, J. E. **Volume e granulometria do substrato na formação de mudas de café**. 2004. 59 f. Dissertação (Mestrado em Nome do Curso) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

THEODORO, V. C. A.; CAIXETA, I. F.; PEDINI, S. **Bases para a produção de café orgânico, 2007**. Disponível em: <<http://www.editora.ufla.br/Boletim>>. Acesso em: 10 jun. 2008 (Boletim Técnico).

THEODORO, V. C. A.; CARVALHO, J. G.; ASSIS, M. P.; GUIMARÃES, R. J.; SILVA, E. B.; FERREIRA, L. Uso do vermicomposto na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 23., 1997. Manhuaçu. **Anais...** Rio de Janeiro: MAA/SDR/PROCAFÉ/EMBRAPA, 1997. p. 164-166.

TOLEDO, A. R. M. de. **Efeitos de substratos na formação de mudas de laranjeira (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Pera Rio) em vaso**. 1992. 88 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.

VALLONE, H. S. **Recipientes e substratos na produção de mudas e no desenvolvimento inicial de cafeeiros (*Coffea arabica* L.)**. 2006. 89 f. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

VALLONE, H. S.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S.; CARVALHO, J. A.; FERREIRA, R. S.; OLIVEIRA, S. Desenvolvimento de mudas de cafeeiro em diferentes porcentagens de vermiculita x casca de café carbonizada (CCC) com substrato alternativo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRAS, 31., 2005. Guarapari **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2005. p. 290-291.

VERDONCK, O.; De PENNING, R.; De BOODT, M. The physical properties different horticultural substrates. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 150, p.155-160, 1983.

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.

VILELLA, W. M. da C. **Diferentes lâminas de irrigação e parcelamentos de adubação no crescimento, produtividade e qualidade dos grãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2001. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Produção integrada de café**. Viçosa: DFP/UFV, 2003. 710 p.

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 145 p. (Coleção Jardinagem e Paisagismo; Série produção de mudas ornamentais, 2).

## ANEXOS



### ANEXO A

<b>TABELA 1A</b> - Laudo de análise química do esterco bovino curtido .....	44
<b>TABELA 2A</b> - Laudo de análise química do composto orgânico cama de frango.....	45
<b>TABELA 3A</b> - Laudo de análise química do composto orgânico húmus de mata.....	46
<b>TABELA 4A</b> - Laudo de análise química do substrato Bioplant <sup>®</sup> Café.....	47



### ANEXO B

<b>FIGURA 1B</b> – Desenvolvimento vegetativo das mudas de cafeeiro sob diferentes proporções de cama de frango (A), esterco bovino (B) e húmus de mata (C), aos 210 dias após a semeadura.....	48
<b>FIGURA 2B</b> – Desenvolvimento vegetativo e radicular das mudas de cafeeiro sob proporções diferentes de cama de frango (A), esterco bovino (B) e húmus de mata (C) aos 210 dias após a semeadura.....	48

**TABELA 1A - Laudo de análise química do esterco bovino curtido.**



 UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLOS E CALCÁRIOS Av. Amazonas, s/nº - Bloco 4C Sala 102 - Campus Umuarama - Uberlândia - MG Fone/ Fax (034) 3218-2225 Ramal 215 e-mail: labas@umuarama.ufu.br			
<b>Laudo de Análise Composto Orgânico</b>			
Laudo Nº 434/2009 Entrada: 21/09/2009 Gerado: 13/10/2009 Solicitante: PROF. BENJAMIM DE MELO Município: UBERLÂNDIA - MG Proprietário: CICERO JOSE DA SILVA Telefone: ( ) - Propriedade: - Convênio: PESQUISA Cod. Lab. : 5/2009 Amostra: esterco bovino			
ANÁLISES	UNIDADE	BASE SECA - 110°C	UMIDADE NATURAL
pH CaCL <sub>2</sub> 0,01M (Ref. 1:5)	pH		8,10
Densidade	g/cm <sup>3</sup>		0,43
Umidade Perdida à 60-65°C	%		38,55
Umidade Perdida entre 65 e 110°C	%		2,40
Umidade Total	%		40,95
Materiais Inertes	%		0,00
Nitrogênio Total	%	2,08	1,23
Mat. Orgânica Total (Combustão)	%	45,80	27,05
Mat. Orgânica Compostável (Titulação)	%	35,83	21,16
Mat. Orgânica Resistente à Compostagem	%	9,97	5,89
Carbono Total (Orgânico e Mineral)	%	25,44	15,03
Carbono Orgânico	%	19,91	11,76
Resíduo Mineral Total	%	55,53	32,79
Resíduo Mineral Insolúvel	%	39,96	23,60
Resíduo Mineral Solúvel	%	15,57	9,19
Relação C/N (C Total e N Total)		12/1	12/1
Relação C/N (C Orgânico e N Total)		10/1	10/1
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total)	%	1,12	0,66
Potássio (K <sub>2</sub> O Total)	%	4,55	2,69
Cálcio (Ca Total)	%	1,10	0,65
Magnésio (Mg Total)	%	0,79	0,47
Enxofre (S Total)	%	0,31	0,18
Boro (B Total)	mg/kg	19	11
Cobre (Cu Total)	mg/kg	34	20
Ferro (Fe Total)	mg/kg	10716	6328
Manganês (Mn Total)	mg/kg	2025	1196
Zinco (Zn Total)	mg/kg	119	70
Sódio (Na Total)	mg/kg	1025	605
CTC (Capacidade Troca de Cátions)	Cmol/kg	ns	ns
<b>Observações:</b> Resíduos: Gravimétricos. CTC: Rodella, A.A.; Alcard, J.C. N - [N Total] = Digestão Sulfúrica. P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn = Digestão Nitro Perclórico. B = Colorimétrico Azometina-H ns = Não Solicitado O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises. Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo.			
		 regina maria quintao lana Responsável Técnico CREA: 50 347/d	
Página 4			

**TABELA 2A - Laudo de análise química da cama de frango.**



 UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLOS E CALCÁRIOS Av. Amazonas, s/nº - Bloco 4C Sala 102 - Campus Umuarama - Uberlândia - MG Fone: Fax (034) 3218-2225 Ramal 215 e-mail: labas@umuaroma.ufu.br			
<b>Laudo de Análise Composto Orgânico</b>			
Laudo Nº 434/2009 Entrada: 21/09/2009 Gerado: 13/10/2009 Solicitante: PROF. BENJAMIM DE MELO Município: UBERLÂNDIA - MG Proprietário: CICERO JOSE DA SILVA Telefone: ( ) - Propriedade: - Convênio: PESQUISA Cod. Lab.: 7/2009 Amostra: cama de frango			
ANÁLISES	UNIDADE	BASE SECA - 110°C	UMIDADE NATURAL
pH CaCL2 0,01M (Ref. 1:5)	pH		7,20
Densidade	g/cm <sup>3</sup>		0,40
Umidade Perdida à 60-65°C	%		12,71
Umidade Perdida entre 65 e 110°C	%		3,49
Umidade Total	%		16,20
Materiais Inertes	%		0,00
Nitrogênio Total	%	3,52	2,95
Mat. Orgânica Total (Combustão)	%	80,60	67,54
Mat. Orgânica Compostável (Titulação)	%	72,47	60,73
Mat. Orgânica Resistente à Compostagem	%	8,13	6,81
Carbono Total (Orgânico e Mineral)	%	44,78	37,52
Carbono Orgânico	%	40,26	33,74
Resíduo Mineral Total	%	20,10	16,84
Resíduo Mineral Insolúvel	%	6,22	5,21
Resíduo Mineral Solúvel	%	13,88	11,63
Relação C/N (C Total e N Total)		13/1	13/1
Relação C/N (C Orgânico e N Total)		11/1	11/1
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total)	%	4,62	3,87
Potássio (K <sub>2</sub> O Total)	%	3,05	2,56
Cálcio (Ca Total)	%	2,22	1,86
Magnésio (Mg Total)	%	0,44	0,37
Enxofre (S Total)	%	0,46	0,39
Boro (B Total)	mg/kg	38	32
Cobre (Cu Total)	mg/kg	68	57
Ferro (Fe Total)	mg/kg	835	700
Manganês (Mn Total)	mg/kg	482	404
Zinco (Zn Total)	mg/kg	637	534
Sódio (Na Total)	mg/kg	5388	4515
CTC (Capacidade Troca de Cátions)	Cmol/kg	ns	ns
<b>Observações:</b> Resíduos: Gravimétricos. CTC: Rodella, A.A.; Alcard, J.C. N - [N Total] = Digestão Sulfúrica. P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn = Digestão Nitro Perclórico. B = Colorimétrico Azometina-H.  ns = Não Solicitado O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises. Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo			
		 _____ Regina maria quintao lana Responsável Técnico CREA 50.347/d	



**TABELA 3A - Laudo de análise química do húmus de mata.**

 UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLOS E CALCÁRIOS Av. Amazonas, s/nº - Bloco 4C Sala 102 - Campus Umuarama - Uberlândia - MG Fone/ Fax (034) 3218-2225 Ramal 215 e-mail: labus@umuarama.ufu.br			
<b>Laudo de Análise Composto Orgânico</b>			
Laudo Nº 434/2009 Entrada: 21/09/2009 Gerado: 13/10/2009 Solicitante: PROF. BENJAMIM DE MELO Município: UBERLÂNDIA - MG Proprietário: CICERO JOSE DA SILVA Telefone: ( ) - Propriedade: - Convênio: PESQUISA Cod. Lab. : 4/2009 Amostra: húmus de mata			
ANÁLISES	UNIDADE	BASE SECA - 110°C	UMIDADE NATURAL
pH CaCL2 0,01M (Ref. 1:5)	pH		6,60
Densidade	g/cm <sup>3</sup>		0,64
Umidade Perdida à 60-65°C	%		11,83
Umidade Perdida entre 65 e 110°C	%		2,03
Umidade Total	%		13,86
Materiais Inertes	%		0,00
Nitrogênio Total	%	1,07	0,92
Mat. Orgânica Total (Combustão)	%	32,40	27,91
Mat. Orgânica Compostável (Titulação)	%	25,12	21,64
Mat. Orgânica Resistente à Compostagem	%	7,28	6,27
Carbono Total (Orgânico e Mineral)	%	18,00	15,51
Carbono Orgânico	%	13,96	12,02
Resíduo Mineral Total	%	69,00	59,44
Resíduo Mineral Insolúvel	%	54,61	47,04
Resíduo Mineral Solúvel	%	14,39	12,40
Relação C/N (C Total e N Total)		17/1	17/1
Relação C/N (C Orgânico e N Total)		13/1	13/1
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total)	%	0,27	0,23
Potássio (K <sub>2</sub> O Total)	%	1,04	0,90
Cálcio (Ca Total)	%	1,06	0,91
Magnésio (Mg Total)	%	0,29	0,25
Enxofre (S Total)	%	0,20	0,17
Boro (B Total)	mg/kg	13	11
Cobre (Cu Total)	mg/kg	35	30
Ferro (Fe Total)	mg/kg	17908	15426
Manganês (Mn Total)	mg/kg	782	674
Zinco (Zn Total)	mg/kg	103	89
Sódio (Na Total)	mg/kg	510	439
CTC (Capacidade Troca de Cátions)	Cmol/kg	ns	ns
<b>Observações:</b> Resíduos: Gravimétricos. CTC: Rodella, A.A.; Alcard, J.C. N - [N Total] = Digestão Sulfúrica. P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn = Digestão Nitro Perclórico. B = Colorimétrico Azometina-H.  ns = Não Solicitado O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises. Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo.			
		 P/ regina maria quintao lana Responsável Técnico CREA: 50.347/d	
Página 3			

**TABELA 4A - Laudo de análise química do substrato Bioplant<sup>®</sup> café.**

 UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - AGRONOMIA LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLOS E CALCÁRIOS Av. Amazonas, s/nº - Bloco 4C Sala 102 - Campus Umuarama - Uberlândia - MG Fone: Fax (034) 3218-2225 Ramal 215 e-mail: labas@umuarama.ufu.br			
<b>Laudo de Análise Composto Orgânico</b>			
Laudo Nº 434/2009 Entrada: 21/09/2009 Gerado: 13/10/2009 Solicitante: PROF. BENJAMIM DE MELO Município: UBERLÂNDIA - MG Proprietário: CICERO JOSE DA SILVA Telefone: ( ) - Propriedade: - Convênio: PESQUISA Cod. Lab.: 6/2009 Amostra: substrato bioplant			
ANÁLISES	UNIDADE	BASE SECA - 110°C	UMIDADE NATURAL
pH CaCl <sub>2</sub> 0,01M (Ref. 1:5)	pH		4,60
Densidade	g/cm <sup>3</sup>		0,52
Umidade Perdida à 60-65°C	%		48,42
Umidade Perdida entre 65 e 110°C	%		2,58
Umidade Total	%		51,00
Materiais Inertes	%		0,00
Nitrogênio Total	%	0,65	0,32
Mat. Orgânica Total (Combustão)	%	67,60	33,12
Mat. Orgânica Compostável (Titulação)	%	54,51	26,71
Mat. Orgânica Resistente à Compostagem	%	13,09	6,41
Carbono Total (Orgânico e Mineral)	%	37,56	18,40
Carbono Orgânico	%	30,28	14,84
Resíduo Mineral Total	%	33,26	16,30
Resíduo Mineral Insolúvel	%	19,50	9,55
Resíduo Mineral Solúvel	%	13,75	6,75
Relação C/N (C Total e N Total)		58/1	58/1
Relação C/N (C Orgânico e N Total)		47/1	46/1
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total)	%	1,05	0,51
Potássio (K <sub>2</sub> O Total)	%	0,68	0,33
Cálcio (Ca Total)	%	1,69	0,83
Magnésio (Mg Total)	%	0,70	0,34
Enxofre (S Total)	%	1,03	0,50
Boro (B Total)	mg/kg	33	16
Cobre (Cu Total)	mg/kg	54	26
Ferro (Fe Total)	mg/kg	6259	3067
Manganês (Mn Total)	mg/kg	255	125
Zinco (Zn Total)	mg/kg	117	57
Sódio (Na Total)	mg/kg	944	463
CTC (Capacidade Troca de Cátions)	Cmol/kg	ns	ns
<b>Observações:</b> Resíduos: Gravimétricos CTC: Rodella, A.A.; Alcard, J.C. N - [N Total] = Digestão Sulfúrica P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn = Digestão Nitro Perclórico. B = Colorimétrico Azometina-H.  ns = Não Solicitado O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises. Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo.			
		 / / regina maria quintao lana Responsável Técnico CREA: 50.347/d	
Página 5			



**FIGURA 1B** – Desenvolvimento vegetativo das mudas de cafeeiro sob diferentes proporções de cama de frango (A), esterco bovino (B) e húmus de mata (C) aos 210 dias após a semeadura.



**FIGURA 2B** – Desenvolvimento vegetativo e radicular das mudas de cafeeiro sob diferentes proporções de cama de frango (A), esterco bovino (B) e húmus de mata (C) aos 210 dias após a semeadura.