

RICARDO DIAS

PROPORÇÃO DE MATERIAL ORGÂNICO, NO SUBSTRATO ARTIFICIAL,  
NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO EM TUBETES

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  
2006

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

D541p Dias, Ricardo, 1960-  
Proporção de material orgânico no substrato artificial na produção de mudas de cafeeiro em tubetes / Ricardo Dias. - 2006.  
38 f. : il.

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

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

CDU: 633.73.03

---

RICARDO DIAS

PROPORÇÃO DE MATERIAL ORGÂNICO, NO SUBSTRATO ARTIFICIAL,  
NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO EM TUBETES

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 21 de dezembro de 2006.

Prof. Dr. Marcelo Tavares

UFU

Prof. Dr. Berildo de Melo

UFU

Prof. Dr. José Ricardo Peixoto

UnB

Prof. Dr. Benjamim de Melo  
ICIAG-UFU  
(Orientador)

*Aos meus familiares, em especial aos meus pais Osório Dias e Hermínia Pádua Dias  
(in memorian), sempre presentes, por tudo o que significaram para mim.*

OFEREÇO.

*À minha esposa Maria Margarete Faria Dias,  
Aos meus filhos Osório e Raquel,  
Pela compreensão, incentivo e carinho,*

DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela força concebida em todos os momentos desta jornada.

À Universidade Federal de Uberlândia, por toda sua estrutura que me foi concedida para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao Instituto de Ciências Agrárias, pela oportunidade concedida para a realização do mestrado.

Ao Prof. Dr. Benjamim de Melo, pela orientação, pelos ensinamentos, exemplo de otimismo, apoio, incentivo e amizade durante o mestrado.

À Direção da Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia, pelo apoio e a todos os colegas, pelo incentivo.

Ao Prof. Dr. Marcelo Tavares, pela contribuição nas análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Berildo de Melo, pelas contribuições concedidas e amizade.

À Professora Zilda Corrêa de Lacerda, por toda colaboração.

Ao Graduando Wilson Joaquim Boitrigo, por suas grandes contribuições nas avaliações do experimento.

À Bioplant Misturadora Agrícola Ltda., pela doação do substrato comercial.

À Fertivel Indústria de Fertilizantes Ltda., pela doação de substratos alternativos.

Aos colegas e amigos, pela troca de conhecimentos.

A todos os demais que não foram citados, mas que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

DIAS, RICARDO. **Proporção de material orgânico, no substrato artificial, na produção de mudas de cafeeiro em tubetes.** 2006. 38 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.<sup>1</sup>

A utilização de matérias orgânicas pode contribuir para reduzir o custo da produção, manter o desenvolvimento vegetativo e a qualidade das mudas de cafeeiro. Com o objetivo de avaliar os efeitos da utilização de diferentes materiais orgânicos, no substrato artificial, na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes, foi instalado um experimento na Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia – EAFU, em viveiro comercial de produção de mudas, no período de julho de 2005 a janeiro de 2006. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 3 x 6, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por seis tubetes. Os fatores estudados foram três fontes de material orgânico: esterco de curral (bovino) curtido, cama de peru curtida e resíduo de fumo curtido e seis proporções destes materiais no substrato artificial (0, 20, 40, 60, 80 e 100%). Na fertilização dos substratos, utilizou-se o fertilizante de liberação gradual (osmocote), fórmula NPK 15-09-12, aplicado em mistura homogênea, na dose de 1 g do produto comercial por recipiente. Como recipientes foram utilizados tubetes de plástico rígido com capacidade volumétrica de 120 mL. Foram avaliadas as seguintes características: altura da planta, diâmetro do caule, número de pares de folhas, área foliar, peso da matéria seca da parte aérea, do sistema radicular, total e relação raiz/parte aérea. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, em que utilizou-se o teste de F, considerando-se a significância nos níveis tradicionais de 5 e 1%, o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, e análise de regressão por meio de primeira e segunda derivada. Nas condições experimentais, conclui-se que a cama de peru foi o material orgânico que apresentou os mais altos valores médios em todas as características avaliadas, com exceção do diâmetro do caule; a adição de 40% de cama de peru ao substrato padrão favoreceu o desenvolvimento das mudas do cafeeiro; o esterco bovino adicionado ao substrato artificial, independente de sua proporção, prejudicou o desenvolvimento das mudas; o resíduo de fumo, além de prejudicar o desenvolvimento das mudas, a partir de 60%, provocou a morte de todas as plântulas de cafeeiro.

Palavras-chave: Mudas. Tubetes. Substrato artificial. Materiais orgânicos.

---

<sup>1</sup> Orientador: Prof. Dr. Benjamim de Melo – UFU.

## ABSTRACT

DIAS, RICARDO. **Proportion of organic material in standard substrate in coffee seedlings production in tubetts.** 2006. 38 p. Uberlândia; UFU, 2006. 38 p. Dissertation (Master Program Agronomy/Crop Science) – Federal University of Uberlândia, Uberlândia.<sup>1</sup>

Utilization of organic materials might contribute to reduce costs of production and enhance vegetative development and quality of coffee seedlings. With the objective of evaluating the effects of the utilization of different organic materials on the standard substrate used for coffee seedlings production, (Coffe Arabic L.), an experiment was conducted at the Agrotecnical Federal School -EAFU in Uberlândia, MG, Brazil, in a commercial nursery of fruit-bearing and forest seedling production, from July 2005 though January 2006. It was utilized a randomized complete-block design with treatments organized as a 3 x 6 factorial arrangement with four replications. The factors studied were composed of three sources of organic materials: mature bovine manure, mature turkey bed and mature tobacco residues, all of them in six proportions of the original substrate (0, 20, 40, 60, 80 and 100%). For the fertilization of the substrate, it was utilized a slow-releasing fertilizer (“osmocote”) with the formula NPK 15-09-12 applied in homogenous mixture in the dose of 1 g of the commercial product per container. The containers utilized were rigid plastic tubettes with volumetric capacity of 120 mL. The following traits were evaluated: plant height, stem diameter, number of leaf pairs, leaf area and root and shoot dry matter weight. All data were submitted to appropriate statistical analysis. The F test was utilized to test the significance of the factors effects, considering the traditional levels of probability of 5 and 1%. In order to limit the significant difference among the sources of the organic materials, the Tukey test was used at the 5% probability level in order to compare the means. On the other hand, for the proportions of organic materials a regression analysis procedure was utilized. It was conclude that the turked bed was the organic material which presented the highest average values for all traits evaluated. The addition of 40% of turkey bed to the standard substrate, regardless of the mixture proportions, hindered seedling development; tobacco plant residue also impaired seedlings development, and from 60% lead to death all the coffee seedlings.

Keywords: Seedlings. Plastic pot. Artificial substrate. Organic materials.

---

<sup>1</sup> Major Professor: Dr. Benjamim de Melo – UFU.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	08
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1 Produção de mudas de cafeeiro.....	10
2.2 Substratos.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Preparo das sementes e cultivar utilizada.....	16
3.2 Semeadura.....	16
3.3 Repicagem das plântulas.....	16
3.4 Recipiente.....	16
3.5 Irrigação.....	17
3.6 Sombreamento das mudas.....	17
3.7 Fertilização dos substratos.....	17
3.8 Delineamento experimental.....	17
3.9 Características avaliadas.....	18
3.10 Análise estatística.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5 CONCLUSÕES.....	30
REFERÊNCIAS.....	31
ANEXO A – Resultados da análise química da cama de peru.....	35
ANEXO B – Resultados da análise química do resíduo de fumo.....	36
ANEXO C – Resultados da análise química do esterco de bovino.....	37
ANEXO D – Resultados da análise química do substrato comercial.....	38

## 1 INTRODUÇÃO

Na cultura do cafeeiro, a utilização de mudas saudáveis, provenientes de linhagens com alta capacidade produtiva, bem adaptadas e desenvolvidas, associada à utilização de matérias orgânicas mais acessíveis contribui para reduzir o custo da produção e manter o desenvolvimento vegetativo e a qualidade das mudas de cafeeiro.

A produção de mudas de qualidade é fundamental para o sucesso na implantação de um cafezal, bem como o desenvolvimento de novas estratégias para reduzir o custo da produção, por meio da utilização de matérias orgânicas mais acessíveis aos produtores.

Tradicionalmente, utiliza-se na produção de mudas de cafeeiro, sacos plásticos e substrato constituído da mistura de esterco bovino e terra de subsolo complementado com fertilizantes químicos. Entretanto, atualmente, o tubete vem substituindo o saco plástico na formação de mudas, principalmente por apresentar algumas vantagens, tais como: a facilidade de manuseio, a redução na área do viveiro e um menor volume de substrato, pois os recipientes utilizados com esta finalidade possuem menor capacidade volumétrica (120mL) em relação ao recipiente tradicional. Desta forma, faz-se necessário encontrar formas alternativas de substratos que, mesmo em menor quantidade, possam proporcionar desenvolvimento adequado às mudas de cafeeiro.

De acordo com Cunha et al. (2002), a produção de mudas de cafeeiros em tubetes surge a partir da busca de inovações técnicas que visam à melhoria do sistema de produção, com melhor qualidade da muda e redução nos custos.

Segundo Melo (1999), a produção de mudas em tubetes representa uma opção para se formar mudas de cafeeiro que tem apresentado resultados promissores, entretanto, o autor menciona que faz-se necessário desenvolver estudos para aprimorar a produção de mudas nesse recipiente que relacionem: o tamanho adequado do tubete, a composição do substrato a ser utilizado, o tipo de semeadura mais apropriado, a fertilização e frequência de irrigação mais adequados.

Andrade Neto et al. (1999) revelam que a forma usual para produção de mudas de cafeeiros é a utilização de um substrato composto por 70% de solo e 30% de esterco bovino enriquecido com adubos químicos.

Considerando-se que o substrato é um fator que exerce influência significativa no desenvolvimento das mudas e que vários materiais podem ser utilizados na sua composição, tem sido recomendada para a produção de mudas de cafeeiro em tubetes a

utilização de Plantmax®, produto constituído por vermiculita e casca de pinus moída compostada e enriquecida com nutrientes (MELO, 1999).

Este trabalho foi desenvolvido com objetivo de avaliar o efeito de diferentes proporções de material orgânico, no substrato artificial, na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Produção de mudas de cafeeiro**

Com o crescente desenvolvimento tecnológico e o aumento da concorrência internacional, surge a necessidade de se buscar melhores condições para permanecer no mercado globalizado. Assim, a produção de mudas com qualidade torna-se imprescindível para o sucesso de uma cultura perene, como é o caso do cafeeiro.

Campinhos Jr. e Ikemori (1983) ressaltam que, tradicionalmente, o saco plástico é o recipiente mais utilizado para a produção de mudas de cafeeiro. Contudo, Simões (1987) pondera que o tubete vem substituindo o saco plástico na formação de mudas.

De acordo com Campinhos Jr. e Ikemori (1983), os recipientes empregados na produção de mudas devem impedir o envelopamento das raízes, serem resistentes para não se desintegrarem na fase de formação do viveiro e, principalmente, durante o transporte.

Segundo Lima (1986), o sistema de produção de mudas em tubetes com substratos esterilizados, sob telados e a certa altura do solo, facilita o isolamento do viveiro, a proteção contra os nematóides e outras doenças do solo, além de apresentar maior facilidade no controle de pragas e doenças da parte aérea e preservar a integridade do sistema radicular durante as fases de produção das mudas.

Fagundes e Fialho (1987) destacaram algumas vantagens técnicas do sistema de produção de mudas em tubetes: formação de sistema radicular sem enovelamento, crescimento inicial das mudas acelerado (após plantio) e facilidades operacionais.

A produção de mudas de cafeeiro em tubetes é acelerada em um a dois meses na fase de formação, além de permitir que as mudas fiquem nesse tipo de recipiente por um ano, até o seu plantio definitivo (COSTA et al., 1989).

Os tubetes substituem, com vantagens, os recipientes tradicionais na formação de mudas de café, pois seu formato cônico afunilado e aberto na extremidade inferior drena eficientemente o excesso de água e bloqueia o crescimento das raízes pela luz e o ar circulante na saída do recipiente (FAVORETO et al., 1992), de modo que a utilização de tubete induz o desenvolvimento das raízes do cafeeiro, sem os problemas do enovelamento das mesmas como ocorre no recipiente convencional (COSTA et al., 1993).

De acordo com Andrade Neto (1998), a forma usual para produção de mudas de cafeeiro é a utilização de um substrato composto com 70% de solo e 30% de esterco bovino, enriquecido com adubos químicos e acondicionados em saquinhos de plástico (polietileno). Menciona ainda que, em virtude do referido sistema apresentar alguns inconvenientes, a geração de novas tecnologias para produção de mudas de cafeeiro tornou-se necessária. Assim, a produção de mudas em tubetes com substrato adequado tem como principal objetivo a obtenção de mudas com sistema radicular bem desenvolvido, com maior vigor vegetativo, livre de pragas, doenças e plantas daninhas.

Melo (1999) afirmou que a cultura do cafeeiro no Brasil sempre ocupou posição de destaque, 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. Segundo o autor, o aumento do interesse em produzir mudas de cafeeiro em recipientes de plástico rígido (tubetes) é resultante das vantagens apresentadas como a diminuição da área necessária para o viveiro e a redução dos custos de produção, transporte e plantio da muda.

De acordo com Tavares Jr. (2004), no sistema convencional de formação de mudas, a mistura de terra argilosa com esterco curtido resulta num substrato com partículas coesas e aderência suficiente destas com as raízes das plantas, conferindo remitência do torrão à deformação, após a retirada do recipiente plástico, no momento do plantio. Assim, as plantas ficam mais vulneráveis, em virtude da exposição de suas raízes, porém preservam a sua disposição nos espaços porosos do substrato, sendo portanto, pouco danificadas. Ainda segundo o autor, a utilização de tubetes e substratos alternativos é uma inovação técnica que vem sendo assimilada pelo setor cafeeiro, na área de produção de mudas, o que resulta em menor demanda de mão-de-obra e espaço para a instalação do viveiro, assim como de quantidade de substratos, visto que os recipientes utilizados possuem menor capacidade volumétrica (120 mL). Carvalho et al. (2005) destacam ainda a possibilidade de mecanização do enchimento dos recipientes e reaproveitamento do tubete.

É importante ressaltar que a utilização de novas tecnologias geralmente necessita de mão-de-obra qualificada. Conforme Tavares Jr. (2004), a falta de mão-de-obra e a necessidade de maior cuidado no manuseio da muda formada em tubete é, em parte, responsável pelos casos de insucessos do plantio.

## 2.2 Substratos

Janick (1968) afirma que no Brasil o substrato mais utilizado é o esterco bovino misturado ao solo. Sendo que o esterco atua como um reservatório de nutrientes e de umidade aumentando o arejamento do solo, fornecendo micronutrientes reguladores de crescimento e aumentando a disponibilidade de nutrientes às plantas. Por outro lado, Silva Jr. e Giorgi (1992) ponderam que o esterco bovino apresenta restrições quanto ao grau de humificação e balanço de nutrientes.

De acordo com Sturion (1981), substrato é o material ou mistura de materiais utilizados para o desenvolvimento de semente, muda ou estaca, sustentando e fornecendo nutrientes para a planta. Pode ser de origem animal, vegetal, mineral e sintético, sendo composto por uma parte sólida (partículas minerais e orgânicas) e contendo poros que são ocupados por água e ar. Portanto, o substrato exerce uma influência significativa na arquitetura do sistema radicular e no estado nutricional das plantas (SPURR; BARNS, 1973 apud ANDRADE NETO, 1998).

Campinhos Jr., Ikemori e Martins (1984) afirmaram que um substrato é ideal quando satisfaz as exigências físicas e químicas e contém quantidades suficientes de elementos essenciais (ar, água e nutrientes minerais) ao crescimento das plantas. O meio ideal de crescimento deve ser uniforme em sua composição, ter baixa densidade, ser poroso, ter elevada CTC (Capacidade de Troca de Cátion) e adequada retenção de umidade, ser isento de pragas, de organismos patogênicos e de sementes de plantas daninhas; também deve ser operacionalizável a qualquer tempo e ser economicamente viável. De acordo com os autores, os substratos com predominância de materiais como terra ou areia são inadequados para tubetes, em virtude de seu peso e conseqüente desagregação, bem como por não serem estéreis.

O substrato comercial (plantmax®) proporciona melhores características de fertilidade e teores de nutrientes na matéria seca total das plantas e maior crescimento dos limoeiros “Cravo” (LIRA, 1990).

Toledo (1992) ressaltou que a escolha do substrato deve ser feita em função da disponibilidade de materiais, suas características físicas e químicas, seu peso e custo e da sua formulação. Nesse aspecto, deve-se considerar a importância de se aproveitar os recursos regionais que podem se apresentar como uma alternativa mais econômica, e, se bem planejada, pode ser eficiente, aumentando a competitividade.

O substrato é o componente mais sensível e complexo do sistema de produção de mudas, uma vez que qualquer variação na sua composição pode alterar o processo de formação da planta, reduzindo, acentuadamente, a germinação da semente e, até mesmo, o crescimento vegetativo das plantas (MINAMI, 1995). O autor mencionou, ainda, que o substrato deve apresentar as seguintes características: baixa densidade, elevada porosidade, isentos de contaminantes fitopatogênicos, elevada capacidade de retenção de água, quantidade de sais solúveis que não prejudique o desenvolvimento das raízes, nutrientes em quantidade suficiente para o bom desenvolvimento das mudas e baixo custo por unidade.

De acordo com Fachinello et al. (1995), a areia é um material que pode fazer parte do substrato para a produção de mudas, por ser de baixo custo, fácil disponibilidade e principalmente por permitir boa drenagem do substrato.

Silva Jr., Macedo e Stuker (1995) utilizaram esterco de peru na produção de mudas de tomateiro, concluindo que a proporção de 5 a 10% de esterco de peru para 90 a 95% de solo proporciona um melhor desenvolvimento das mudas, e que, com a adição de plantmax® ao substrato, em mistura com o esterco, as mudas produzidas são mais vigorosas.

De acordo com Lopes (1996), o plantmax® vem sendo utilizado em formação de mudas de eucalipto, pinus, citrus, maracujazeiro, olerícolas, e também em cafeeiro, pois possui boas características físicas, mas necessita de complementação de nutrientes através da aplicação de solução química. Este substrato é constituído pela mistura de vermiculita expandida, casca de pinus, turfa e perlita, enriquecido com nutrientes minerais, é isento de patógenos e de propágulos de plantas daninhas, dispensando a aplicação de defensivo para expurgá-los (MELO, 1999; FAVORETO et al., 1992).

Melo (1999) concluiu que as mudas de café, formadas com uma mistura composta por 60% de material orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra argilosa de subsolo, propiciaram um crescimento superior, em relação às plantas produzidas somente com o substrato comercial plantmax®. Menciona ainda que o substrato ideal deve apresentar baixa densidade, ser rico em nutrientes, ter composição física e química uniforme, elevada capacidade de troca catiônica, adequada retenção de água, drenagem e aeração, além da coesão entre as partículas que deve ser suficiente e da aderência com as raízes, não se constituindo em fontes de inóculos.

Matiello et al. (2001) apontaram que o uso de substrato artificial (Plantmax®) em tubetes cresceu muito nos últimos anos, especialmente nas regiões com problemas com nematóides e produção de mudas enxertadas.

Segundo Souza et al. (2001), a produção de novos substratos alternativos tem sido uma constante para empresas que trabalham com produção de mudas de plantas de diversas espécies, uma vez que, por serem estéreis, apresentam vantagens, eliminando, assim, a possibilidade de transmissão de doenças via substrato, além de estarem isentos de plantas daninhas e possuírem boa estrutura.

De acordo com Cabrera (2004), substratos alternativos têm sido utilizados para promover um melhor estabelecimento de plantas em viveiro, a fim de assegurar que as plantas saudáveis sejam transferidas para o campo. O autor destacou ainda a importância da qualidade do substrato empregado para diminuir o período de formação da muda e reduzir os custos de produção.

Além disso, vale lembrar que muitos dos produtos que podem ser utilizados como adubo orgânico são produzidos nas próprias fazendas, como os estercos, camas de galinha, palhas, restos vegetais, pois apresentam fácil manejo e baixo custo. Há ainda os produtos de origem industrial ou agroindustrial, mas para estes o custo do transporte é importante para verificar a viabilidade econômica de sua utilização (THEODORO; CAIXETA; PEDINI, 2006).

Para Tavares Jr. (2004), entre os problemas verificados no plantio de mudas de café, formadas em tubete com substrato alternativo e comercializado como plantmax®, destaca-se a maior dificuldade operacional que, em algumas situações, compromete, substancialmente, o estabelecimento da planta no campo, comparativamente ao método convencional em que é utilizado recipiente plástico contendo uma mistura de terra argilosa de subsolo com estercos curtidos.

Vallone (2005) discorreu sobre a importância da correta elaboração do substrato para a produção de mudas de café, considerando-a como um fator de extrema importância na formação de mudas, visando um vigor das mesmas até o momento do plantio e um menor custo de produção. O referido autor mencionou ainda que deve-se considerar diversos fatores para a escolha do substrato destinado à produção de mudas, tais como: fatores de ordem econômica, química e física. Dentre esses, destacam-se os de ordem econômica em termos de custo, disponibilidade, qualidade e facilidade.

Carvalho et al. (2005) afirmam que os substratos podem ser formados por diferentes matérias-primas de origem mineral, orgânica, sintética, de um só material, ou diversos materiais em mistura.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi instalado e conduzido em viveiro comercial de produção de mudas da Escola Agrotécnica Federal de Uberlândia, localizada na Fazenda Sobradinho, no município de Uberlândia-MG, situado a 18° 45' 55" de latitude sul, 48° 17' 16" de longitude oeste e altitude de 622 m, informações coletadas por Global Positioning System (G.P.S.), no período de julho de 2005 a janeiro de 2006.

#### **3.1 Preparo das sementes e cultivar utilizada**

Foram utilizadas sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) da cultivar Acaia Cerrado, linhagem 1474, que foram obtidas no Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Uberlândia, situado na Fazenda Experimental do Glória. Os frutos foram colhidos de forma seletiva, no estágio de maturação cereja. Em seguida, os mesmos passaram por um processo de seleção e foram despolidos. As sementes secaram à sombra até atingirem 12% de umidade, passando por outro processo de seleção, no qual foram eliminadas as sementes mal formadas.

#### **3.2 Semeadura**

A semeadura foi realizada em sementeira, utilizando-se areia lavada como substrato. Para manter o substrato com umidade adequada procederam-se irrigações diárias durante os períodos de germinação das sementes e emergência das plântulas.

#### **3.3 Repicagem das plântulas**

A repicagem foi realizada com plântulas normais e uniformes quando as mesmas atingiram o estágio de "orelha de onça".

#### **3.4 Recipientes**

Foram utilizados tubetes de forma cônica, de material rígido (propileno), de cor preta, contendo oito estrias internamente, com dimensões de 14 cm de altura, 3,5 cm de

diâmetro interno na abertura superior, 1,5 cm de diâmetro interno na abertura inferior, possibilitando capacidade volumétrica de 120 mL.

### **3.5 Irrigação**

Para manter a umidade dos substratos foi utilizado o sistema de irrigação de micro aspersão por nebulização, com vazão de 120 litros hora<sup>-1</sup>, com turno de rega de seis em seis horas, com duração de cinco minutos por vez.

### **3.6 Sombreamento das mudas**

Foi utilizada como cobertura para controle de insolação, tela sombrite, de cor preta, com passagem de 50% de luz, posicionada a dois metros acima dos tubetes. Na parte lateral do viveiro, também utilizou-se essa cobertura, para evitar a incidência direta da luz solar sobre as mudas.

### **3.7 Fertilização química dos substratos**

A fertilização dos substratos foi realizada utilizando-se o fertilizante de liberação gradual (osmocote®), fórmula NPK 15-09-12, aplicado em mistura homogênea, na dose de 1 g do produto comercial por recipiente.

### **3.8 Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 3 x 6, com quatro repetições.

Os fatores estudados foram três fontes de material orgânico (esterco de curral (bovino) curtido, cama de peru curtido e resíduo de fumo curtido) e seis proporções do material orgânico no substrato artificial (0, 20, 40, 60, 80 e 100%). Como substrato artificial foi utilizado o BioPlant-café. As parcelas foram constituídas por seis tubetes. Os resultados das análises físico-químicas das diferentes fontes de material orgânico e do substrato artificial encontram-se nas Tabelas 1A, 2A, 3A e 4A.

### 3.9 Características avaliadas

Para avaliação do desenvolvimento das mudas, foram consideradas as seguintes características:

- Altura da planta – foram coletadas as medidas da região compreendida entre o colo e a gema terminal do ramo principal, em centímetros, obtendo-se a média de cada parcela.
- Diâmetro do caule – medida na altura do colo das plantas, em milímetros, com auxílio de paquímetro, obtendo-se o diâmetro médio da parcela.
- Número de pares de folhas – foi realizada a contagem dos pares de folhas de cada planta obtendo-se o número médio de cada parcela.
- Área foliar – medida em centímetros quadrados, foi estimada pela fórmula proposta por Huerta (1962) e Barros et al. (1973), confirmada por Gomide et al. (1977), que consiste em medir o comprimento e a maior largura de uma folha de cada par, em todos os pares de folhas da planta, multiplicar a largura pelo comprimento e pelo valor dois, correspondente ao par, e pelo coeficiente 0,667. Posteriormente, calculou-se o valor médio da parcela.
- Pesos da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular – após a lavagem do sistema radicular, em água corrente, separou-se da parte aérea na altura do colo. Em seguida, as raízes e a parte aérea foram acondicionadas separadamente em sacos de papel, sendo submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 60° C até peso constante. Os resultados foram expressos em gramas planta<sup>-1</sup>.
- Peso da matéria seca da total – obtida a partir da somatória dos pesos da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular.
- Relação raiz/parte aérea – obtida pela divisão dos valores de massa seca do sistema radicular pelo de massa seca da parte aérea.

### 3.10 Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância em esquema fatorial para a avaliação da significância do efeito dos fatores, considerando-se a significância nos níveis tradicionais de 5 e 1% de probabilidade. Observando-se diferença significativa entre as fontes de material orgânico, aplicou-se o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para comparação das médias, ao passo que, para as proporções

do material orgânico, procedeu-se a análise de regressão polinomial (BANZATTO; KRONKA, 2006).

A análise estatística foi realizada por meio do software SAS (SAS, 2005).

Determinaram-se os pontos de máximo ou mínimo das equações de regressão por meio da primeira e segunda derivada (BANZATTO; KRONKA, 2006; FERREIRA, 1999).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que os quadrados médios foram significativos, pelo teste F, em um nível de significância de 0,05, para todas as características avaliadas: número de pares de folha, altura da planta, diâmetro do caule, área foliar, pesos das matérias secas da parte aérea, sistema radicular, total e relação raiz/parte aérea, considerando as fontes de variação material orgânico e proporções. No entanto, para a interação entre matéria orgânica e proporções, somente a variável número de pares de folha apresentou resultado não significativo pelo teste F, por isso esta variável foi avaliada isoladamente.

Os coeficientes de variação apresentam valores de baixo a médio e somente a variável área foliar apresentou estimativa um pouco mais elevada (19,59%), em relação às demais características. A menor estimativa (7,79%) foi observada para número de pares de folhas (Tabela 1).

Por meio da análise do comportamento dos materiais orgânicos utilizados, verificou-se que os melhores resultados foram proporcionados pela cama de peru, na proporção de 40%. Silva Jr., Macedo e Stuker (1995) verificaram que, quando foi adicionado plantmax® ao substrato em mistura com o esterco de peru, as mudas de tomateiro produzidas eram mais vigorosas e que as proporções de 5 a 10% de esterco de peru para 90 a 95% de solo proporcionaram melhor desenvolvimento das mudas.

Quando foi adicionado esterco bovino ao substrato artificial, o desenvolvimento das mudas foi prejudicado, independente da proporção. Entretanto, Carvalho, Duarte e Ramalho (1978) constataram que o desenvolvimento de mudas de cafeeiro, em saquinhos plásticos, utilizando Latossolo Vermelho Escuro misturado com esterco de curral, em concentrações de 70 e 30% em volume, com adição de 5 kg de superfosfato simples, foram proporcionados os melhores resultados.

A utilização do resíduo de fumo como fonte de matéria orgânica, em proporções superiores a 60%, demonstrou efeito fitotóxico às plântulas. Andrade Neto et al. (1999), por sua vez, verificaram que o uso de substrato, com doses acima de 40% de esterco de galinha ou moinha de café, provocou uma elevada porcentagem de morte das plântulas.

TABELA 1. Resumos das análises de variância para as características avaliadas no experimento sobre diferentes materiais orgânicos, no substrato artificial, de mudas de cafeeiro, Uberlândia, 2006.

Causas de variação	G.L.	Quadrados Médios							
		Número de pares de folhas	Altura da planta (cm)	Diâmetro do caule (mm)	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	Matérias Secas (g)			Relação Raiz / Parte aérea
						Parte aérea	Sistema Radicular	Total	
Blocos	3	0,0633 <sup>NS</sup>	5,5947 <sup>NS</sup>	0,8685 <sup>NS</sup>	442,1000 <sup>NS</sup>	0,0310 <sup>NS</sup>	0,0037 <sup>NS</sup>	0,0435 <sup>NS</sup>	0,0114 <sup>NS</sup>
Material Orgânico (MO)	2	1,8702 <sup>**</sup>	200,7566 <sup>**</sup>	1,3385 <sup>*</sup>	62154,46010 <sup>*</sup>	2,2708 <sup>*</sup>	0,2196 <sup>*</sup>	3,7865 <sup>*</sup>	0,9451 <sup>*</sup>
Proporções (P)	5	0,5751 <sup>*</sup>	21,4112 <sup>*</sup>	1,1474 <sup>*</sup>	12955,0300 <sup>*</sup>	0,4558 <sup>*</sup>	0,1347 <sup>*</sup>	1,0628 <sup>*</sup>	0,2705 <sup>*</sup>
Interação MO x P	8	0,3013 <sup>NS</sup>	33,0133 <sup>*</sup>	0,2286 <sup>*</sup>	9040,3700 <sup>*</sup>	0,3284 <sup>*</sup>	0,0321 <sup>*</sup>	0,5279 <sup>*</sup>	0,1325 <sup>*</sup>
Resíduo	45	0,2346	3,9213	0,0834	1852,8600	0,0320	0,0064	0,0516	0,0131
Coefficiente de variação (%)		7,79	9,81	9,93	19,59	12,75	18,12	12,33	12,41

<sup>NS</sup> Não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.

<sup>\*</sup> Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de F.

<sup>\*\*</sup> Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

O número de pares de folhas verdadeiras das mudas de cafeeiro variou entre os materiais orgânicos, sendo que a cama de peru apresentou a maior média (6,41), seguida pelo esterco bovino (6,25) e resíduo de fumo (5,88) (Tabela 2).

TABELA 2. Estimativas de médias<sup>1</sup> do número de pares de folhas obtidos nos diferentes materiais orgânicos utilizados, Uberlândia-MG, 2006.

<b>Material orgânico</b>	<b>Número de pares de folha</b>
Esterco bovino	6,25 ab
Resíduo de fumo	5,88 b
Cama de peru	6,41 a

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Cunha et al. (2002) apontaram que o número médio de pares de folhas verdadeiras pode ser influenciado pelo fator substrato e recipiente e pela interação entre esses dois fatores. Tavares Júnior (2004), por sua vez, ressaltou que o número de pares de folhas varia em razão do volume e granulometria do substrato, quanto maior o recipiente, maior o número de pares de folhas. Em tubetes com volume de 120 mL de substrato, as plântulas apresentaram valores médios de 5,72 pares de folhas. O autor destaca ainda que o número de pares de folhas é um parâmetro utilizado para definir o manejo das mudas em condições de viveiro, como a transferência, aclimação e transplântio no campo.

Com relação ao efeito das proporções de material orgânico sobre o número de pares de folhas das plantas, verificou-se que houve uma redução linear no número de pares de folhas do cafeeiro à medida que aumentou-se sua proporção no substrato artificial (Figura 1). Tal resultado corrobora com o estudo realizado por Cunha et al. (2002), em que os substratos compostos por 50 e 60% de composto orgânico apresentaram resultados inferiores aos obtidos com Plantmax® e 50% de esterco, 30% de terra de subsolo e 20% da mistura (50% de vermiculita, 25% de areia grossa e 25% de casca de arroz carbonizada) que apresentaram maiores números médios de pares de folhas em tubetes com capacidade de 120 mL.

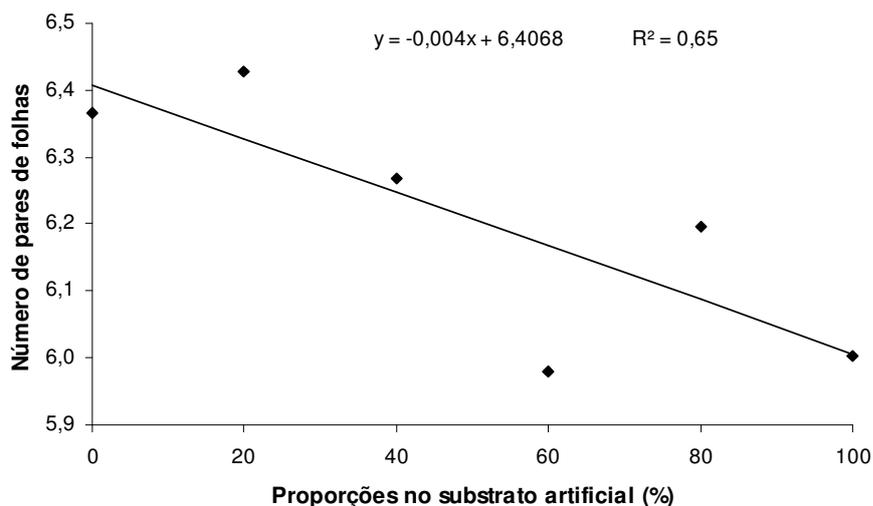


FIGURA 1. Equação de regressão com respectivo coeficiente de determinação para a característica número de pares de folhas, independente do material orgânico.

A altura das plantas reduziu com o aumento das proporções em dois tipos de materiais orgânicos estudados (esterco bovino e resíduo de fumo), sendo que a cama de peru proporcionou o melhor resultado, com aumento da altura da planta, a medida que se aumentou a proporção utilizada, sendo a melhor dose de 61,36%, com altura máxima de 23,92 cm (Figura 2).

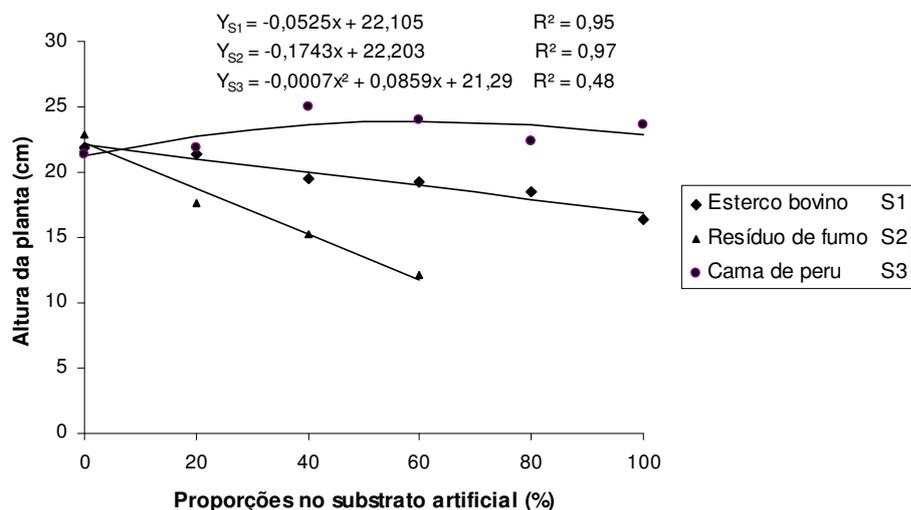


FIGURA 2. Equações de regressão com respectivos coeficientes de determinação para altura da planta, em função das diferentes proporções de material orgânico.

A redução da altura da planta foi acentuada quando utilizou-se resíduo de fumo e mais suave para o esterco bovino. Analisando as médias das alturas das plantas, nota-se

que houve um decréscimo linear, com relação aos materiais citados, com o aumento da sua proporção no substrato, o que corrobora com estudos de Andrade Neto, Mendes e Guimarães (1999), que observaram que a altura máxima das plantas foi obtida com pequenas porcentagens de esterco de galinha e moinha de café, e que em maiores doses desses materiais orgânicos reduzia-se drasticamente o desenvolvimento da muda. Os autores revelaram que as fontes de matéria orgânica afetaram a altura das plântulas, de acordo com os tratamentos esterco de curral (20,03 cm) e húmus de minhoca (18,34 cm), superando o tratamento com plantmax® 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 20,30 cm, que corresponde a 32% a mais, em relação à testemunha. Cabrera (2004) observou que a altura das mudas cítricas que utilizaram vermicomposto (50 e 100%) foi superior a altura daquelas que utilizaram somente o substrato comercial. Cunha et al. (2002) constataram que o substrato que proporcionou melhor crescimento das mudas de cafeeiro em tubetes com capacidade volumétrica de 120mL foi o plantmax®.

Em relação ao diâmetro do caule, o esterco bovino e a cama de peru apresentaram comportamentos semelhantes, pois ocorreu um decréscimo gradativo e de pequena magnitude do diâmetro do caule com o aumento da proporção no substrato padrão, conforme Figura 3.

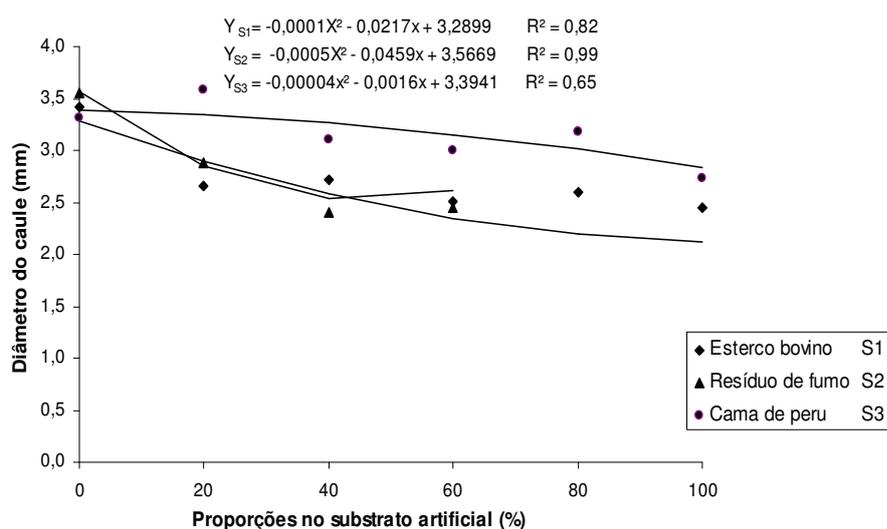


FIGURA 3. Equações de regressão com respectivos coeficientes de determinação para a variável diâmetro do caule, em função das diferentes proporções de material orgânico.

Cunha et al. (2002) apontaram que a característica diâmetro de caule das mudas pode ser afetada pelo tipo de substrato, e que o emprego de tubetes de 120 mL proporciona maior valor em diâmetro de caule das mudas (2,61 mm). Os autores sugeriram em seu estudo que o melhor substrato a ser utilizado é o convencional (plantmax® mais osmocote®), seguido do substrato alternativo, composto de 50% de esterco, 30% de terra de subsolo e 20% da mistura (composta de: 50% de vermiculita, 25% de areia grossa e 25% de casca de arroz carbonizada). Andrade Neto (1998) relatou que para conseguir o mesmo diâmetro de caule obtido por plantmax® foram necessárias doses de 16,5% de húmus de minhoca ou 87,7% de esterco de curral adubados com osmocote®. Por outro lado, Vallone et al. (2004) não observaram efeitos significativos para porcentagem de substituição de substrato comercial por casca de arroz carbonizada e afirmam que isso indica que se trata de uma característica pouco influenciável por propriedades do substrato.

Houve uma redução linear da área foliar, com o aumento da proporção dos materiais orgânicos esterco bovino e resíduo de fumo. Para o material orgânico cama de peru, a medida que se aumentou a proporção utilizada, houve aumento na área foliar, obtendo-se a área foliar máxima (260,6 cm<sup>2</sup>), na proporção de 45,57%, entretanto, em proporções mais elevadas, ocorreu um decréscimo na área foliar, mostrando um possível efeito fitotóxico da matéria orgânica (Figura 4).

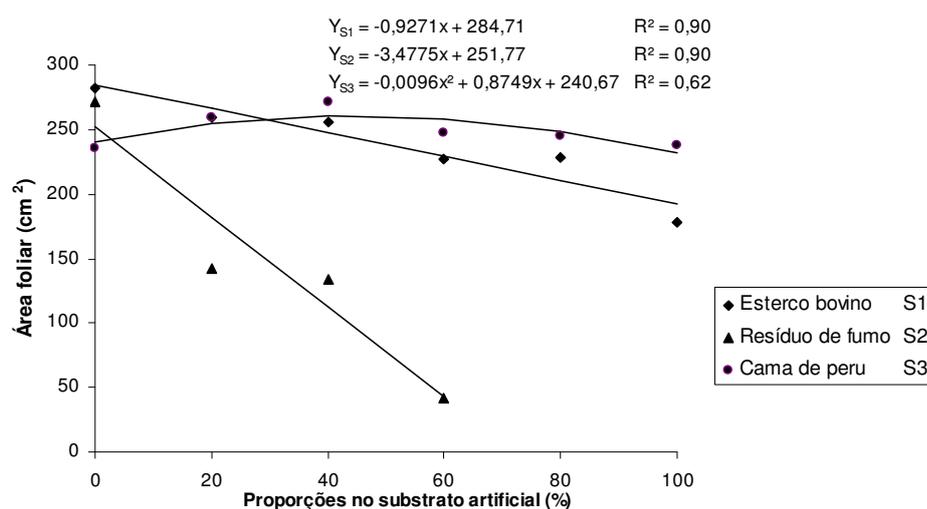


FIGURA 4. Equações de regressão com respectivos coeficientes de determinação para a área foliar, em função das diferentes proporções de material orgânico.

Andrade Neto (1998) constatou que o tratamento com moinha de café e osmocote® (testemunha) proporcionou área foliar máxima, em uma proporção de 0%. Enquanto Vallone et al. (2004) relataram que a área foliar foi influenciada significativamente pela substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada, em que o ponto máximo foi obtido com 63,4% de substrato comercial.

A matéria seca da parte aérea apresentou valor máximo (1,8 g) com adição de 53,12% do material orgânico cama de peru. Para o esterco bovino e o resíduo de fumo, os valores máximos foram obtidos na proporção zero dos mesmos (Figura 5). Desse modo, observa-se um comportamento semelhante ao verificado para a característica área foliar, pois houve uma redução linear para estes materiais, sendo que o resíduo de fumo apresentou efeito mais prejudicial e o esterco bovino uma redução menos acentuada.

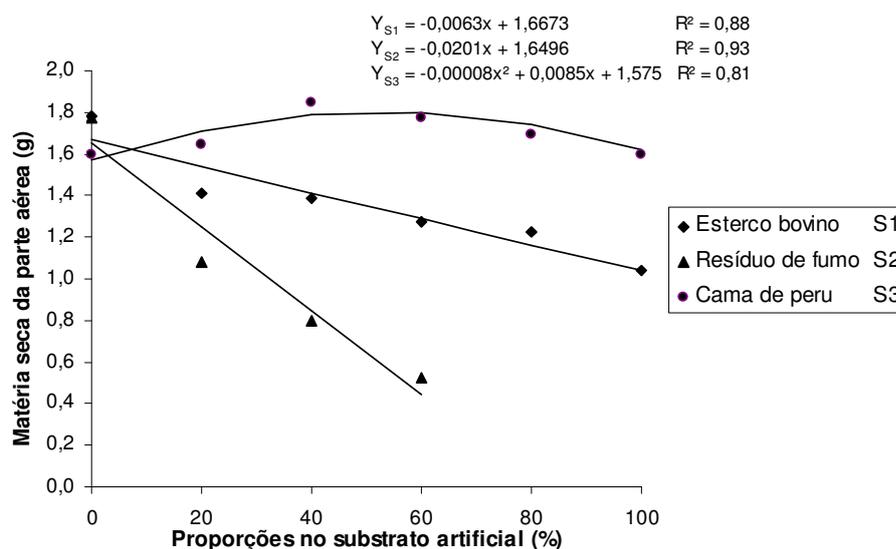


FIGURA 5. Equações de regressão com respectivos coeficientes de determinação para a matéria seca da parte aérea, em função das diferentes proporções de material orgânico.

Andrade Neto et al. (1999) constataram que a fonte de matéria orgânica que apresentou melhores resultados foi o esterco de curral, na dose de 80% adubado com osmocote, cujo valor estimado foi de 15,69g, 347% a mais que a testemunha (0% de fonte orgânica).

Os maiores valores de matéria seca do sistema radicular foram obtidos quando utilizou-se o material orgânico cama de peru, com valor máximo de 0,6 g, que corresponde a proporção de 25%. Com relação ao esterco bovino e resíduo de fumo,

constatou-se o ponto mínimo na proporção de 83% (0,25 g) para o primeiro e uma redução linear acentuada para o segundo (Figura 6).

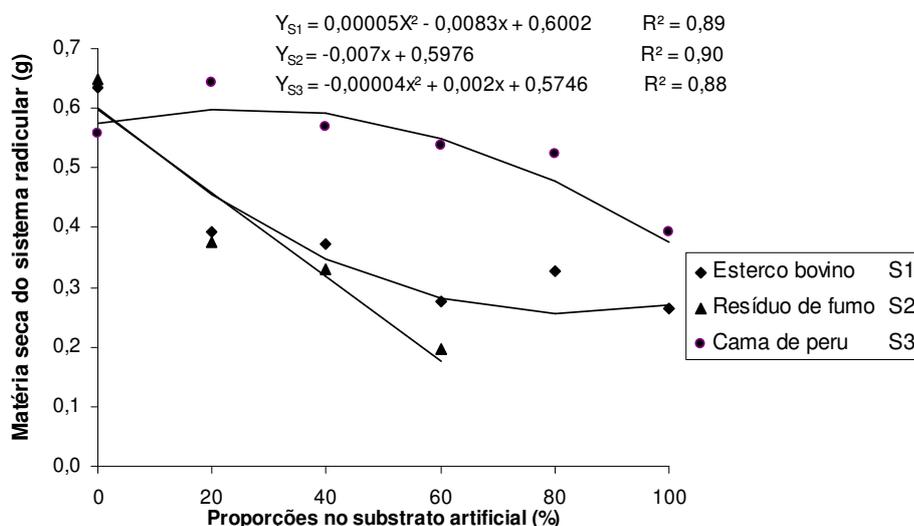


FIGURA 6. Equações de regressão com respectivos coeficientes de determinação para a matéria seca do sistema radicular, em função das diferentes proporções de material orgânico.

Andrade Neto et al. (1999) verificaram que o esterco de curral, na dose de 80%, adubado com osmocote® foi o tratamento que apresentou os maiores valores para as características peso de matéria seca de raízes e peso de matéria seca da parte aérea em comparação com o substrato comercial plantmax®.

Os maiores valores de matéria seca total se assemelham àqueles obtidos para matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, para o esterco bovino e o resíduo de fumo, os quais foram obtidos na proporção zero dos mesmos (Figura 7). O peso mínimo de matéria seca total para o esterco bovino foi estimado na proporção de 98,3% (1,43 g) e o valor máximo para matéria seca total (2,42 g) foi obtido na proporção de 52,5% de cama de peru, enquanto o resíduo de fumo apresentou uma redução linear acentuada.

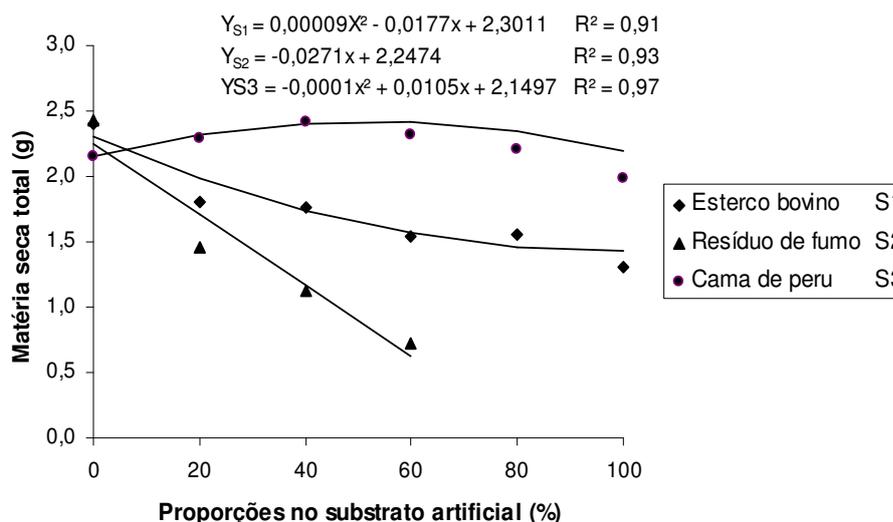


FIGURA 7. Equações de regressão com respectivos coeficientes de determinação para a matéria seca total, em função das diferentes proporções de material orgânico.

Os maiores valores da relação raiz/parte aérea para os materiais orgânicos esterco de curral e resíduo de fumo foram obtidos na proporção zero dos mesmos. O comportamento desses dois materiais foi bastante semelhante, já que encontrou-se um melhor ajuste na equação linear e os coeficientes angulares apresentaram valores bastante próximos, além da qualidade dos ajustes ter sido alta, em função dos valores encontrados para o coeficiente de determinação. Já para o material orgânico cama de peru, o comportamento foi diferenciado dos demais, tal como vem ocorrendo com as características avaliadas anteriormente. O coeficiente de determinação demonstra um ótimo ajuste, por seu valor ser 0,97. Desse modo, verificou-se a maior estimativa desta relação (1,1) para o material orgânico cama de peru, na proporção de 43,3% e a menor (0,74) para o material orgânico esterco bovino, na proporção 92%. Pode-se dizer que os dados do material orgânico cama de peru se assemelham àqueles obtidos por Vallone et al. (2004) que ao avaliarem a relação raiz/parte aérea, em função da substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada, observaram uma tendência linear de redução, pois a medida que se aumentava a proporção de casca de arroz carbonizada, diminuía-se a discrepância entre o desenvolvimento da parte aérea em relação ao do sistema radicular.

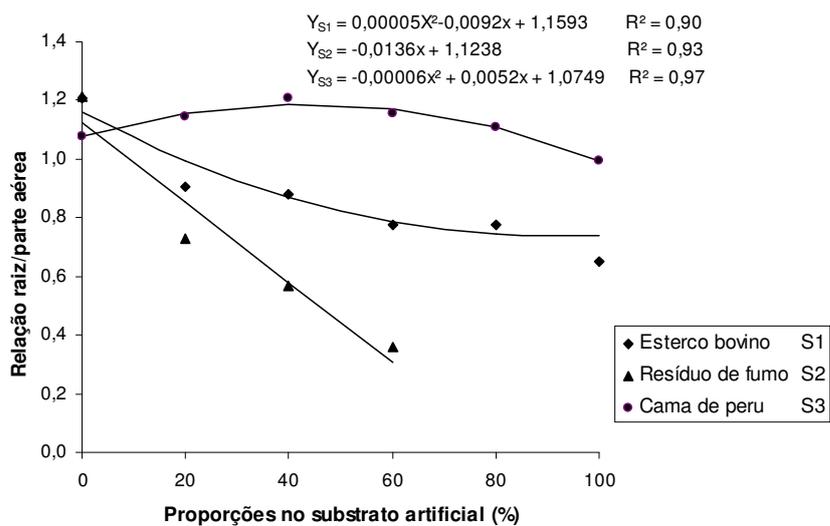


FIGURA 8. Equações de regressão com respectivos coeficientes de determinação para a variável relação raiz/parte aérea, em função das diferentes proporções de material orgânico.

## 5 CONCLUSÕES

- A cama de peru foi o material orgânico que proporcionou os mais altos valores médios para todas as características avaliadas na produção de mudas de cafeeiro em tubetes, exceto para a variável diâmetro do caule;
- O resíduo de fumo prejudicou o desenvolvimento das mudas e a partir de 60% provocou a morte de todas as plântulas de cafeeiro;
- A adição de 40% de cama de peru ao substrato artificial favoreceu o desenvolvimento das mudas de cafeeiro;
- O esterco bovino adicionado ao substrato artificial não favoreceu o desenvolvimento das mudas.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE NETO, A. **Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes**. 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. N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; VIEIRA, M.; BRAGA FILHO, L. J. Determinação da área de folhas de café (*Coffea arabica* L.) cv. Bourbon Amarelo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 20, n. 107, p.44-52, 1973.

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

CAMPINHOS JÚNIOR, E.; IKEMORI, Y. K. Introdução de nova técnica na produção de mudas de essências florestais. **Silvicultura**, São Paulo, v. 8 n. 28, p. 226-228, 1983.

CAMPINHOS JÚNIOR, E.; IKEMORI, Y. K.; MARTINS, F. C. G. Determinação do meio de crescimento mais adequado à formação de mudas de *Eucalyptus* spp. (estacas e sementes) e *Pinus* spp. (sementes) em recipientes plásticos rígidos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1984. p.350-358.

CARVALHO, J. A.; VALLONE, H. S.; GUIMARÃES, R. J.; MIRANDA, G. R. B. Produção de mudas de cafeeiros em tubetes de 120 mL utilizando substratos contendo vermiculita e casca de arroz carbonizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 31., 2005, Guarapari. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/Procafé, 2005. p. 291-292.

CARVALHO, M. M.; DUARTE, G. de S.; RAMALHO, M.A.P. Efeito de composição do substrato no desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v. 2, n. 2, p.224-237, jul./dez. 1978.

COSTA, A. C. M. de; CORSI, T.; FAVORETO, A. J.; MOTA FILHO, C.; BALUTI, F. F. Nova tecnologia de produção de mudas de café em tubetões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 18., Araxá, 1993. **Anais...** Araxá: IBC, 1993.

COSTA, P. C.; SANTINATO, R.; GROHMANN, F.; MATIELLO, J.B. Dados preliminares de nova tecnologia de produção de mudas de café. **Cafeicultura Moderna**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 5, p. 50-54, jan./fev. 1989.

CUNHA, R. L.; SOUZA, C. A. S.; ANDRADE NETO, A.; MELO, B.; CORRÊA, J.F. Avaliação de substratos e tamanhos de recipientes na formação de mudas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p.7-12, jan./fev. 2002. Disponível em: <[http://www.editora.ufla.br/revista/26\\_1/art01.pdf](http://www.editora.ufla.br/revista/26_1/art01.pdf)>. Acesso em: 14 set. 2006.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E.; FORTES, J.R. de L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPEL, 1995. 178p.

FAGUNDES, N. B.; FIALHO, A. A. Problemática da produção de mudas em essências florestais. **IPEF**, Piracicaba, v. 4, n. 13, p. 25-27, dez. 1987 (Série Técnica).

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

FERREIRA, R. S. **Matemática aplicada às ciências agrárias**: análise de dados e modelos. Viçosa: UFV, 1999. 333p.

GOMIDE, W. V.; LEMOS, O. V.; TOURINHO, D.; CARVALHO, M. N.; CARVALHO, J. G.; DUARTE, G. S. Comparação entre métodos de determinação de área foliar em cafeeiros Mundo Novo e Catuaí. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 1, n. 2, p.118-123, 1997.

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

JANICK, J. A. A tecnologia da horticultura. In: JANICK, J. A. **Ciência da horticultura**. Viçosa: Freitas Bastos, 1968. p. 159-396.

LIMA, J. E. O. de. Novas técnicas de produção de mudas cítricas. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 2, n. 7, p. 463-438, nov. 1986.

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

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

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 CAFEEIRAS, 27., 2001, Uberaba. **Anais...** Rio de Janeiro: Fundação PROCAFÉ, 2001. p. 24-25.

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

MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. 128p.

SAS Institute Inc. Version 9.1.3. Cary, NC, 2005.

SILVA JÚNIOR, A. A.; GIORGI, E. **Substratos alternativos para a produção de mudas de tomate**. Florianópolis: EPAGRI, 1992. 23p. (Boletim Técnico, 59).

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

SIMÕES, J. W. Problemática da produção de mudas em essências florestais. **IPEF**, Piracicaba, v. 4, n. 13, p. 1-29, dez. 1987 (Série Técnica).

SOUZA, C. A. S.; PAIVA, L. C.; RASO, B. S. M.; MELO, L. Q.; GUIMARÃES, R.J.; PEREIRA, C.A. Uso de Substrato alternativo para produção de mudas de cafeeiro em sacolas de polietileno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27., 2001, Uberaba. **Anais...** Rio de Janeiro: Fundação PROCAFÉ, 2001. p. 357-358.

STURION, J. A. **Métodos de produção e técnicas de manejo que influenciam o padrão da qualidade de mudas de essências florestais.** Curitiba: EMBRAPA – URPFCS, 1981. 18p. (EMBRAPA-URPFCS. Documento 3).

TAVARES JÚNIOR, J. E. **Volume e granulometria do substrato na formação de mudas de café.** Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Piracicaba, 2004.

THEODORO, V. C. A.; CAIXETA, I. F.; PEDINI, S. **Bases para a produção de café orgânico.** Boletim Técnico. Disponível em: <[http://www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensao/bol\\_09.pdf](http://www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensao/bol_09.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2006.

TOLEDO, A. R. M. **Efeito de substratos na formação de mudas de laranja (*Citrus sinensis* (L.) OSBECK cv. “Pera Rio”) em vaso.** Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1992.

VALLONE, H. S. Desenvolvimento de mudas de cafeeiro em diferentes porcentagens de vermiculita x casca de café carbonizada (CCC.) como substrato alternativo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 31., 2005, Guarapari. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/Procafé, 2005. p. 290-291.

VALLONE, H. S.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S.; CARVALHO, J. A.; FERREIRA, R. S.; OLIVEIRA, S. Substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada para produção de mudas de cafeeiro em tubetes na presença de polímero hidrorretentor. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 593-599, maio/jun. 2004. Disponível em: <[http://www.editora.ufla.br/revista/28\\_3/art15.pdf](http://www.editora.ufla.br/revista/28_3/art15.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2006.

TABELA 1A. Resultados da análise química<sup>1</sup> da cama de peru.

Análise	Unidade	Base Seca (110°C)	Umidade Natural
pH CaCl 20,01M (Ref. 1:2,5)	pH	-----	6,1
Densidade	g cm <sup>3</sup>	-----	0,454
Umidade perdida à 60-65°C	%	-----	25,68
Umidade perdida entre 65-110 °C	%	-----	3,45
Umidade Total	%	-----	29,13
Materiais Inertes	%	-----	0,00
Nitrogênio Total	%	1,41	1,00
Mat. Orgânica Total (Combustão)	%	43,25	30,65
Mat. Orgânica Compostável (Titulação)	%	34,50	24,45
Mat. Orgânica resistente à compostagem	%	8,75	6,20
Carbono Total (orgânico e mineral)	%	24,03	17,03
Carbono Orgânico	%	19,16	13,58
Resíduo Mineral Total	%	58,78	41,65
Resíduo Mineral Insolúvel	%	32,56	23,08
Resíduo Mineral Solúvel	%	26,21	18,58
Relação C/N (C Total e N Total)	----	17 / 1	17 / 1
Relação C/N (C Orgânico e N Total)	----	14 / 1	14 / 1
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total)	%	5,53	3,92
Potássio (K <sub>2</sub> O Total)	%	1,80	1,28
Cálcio (Ca Total)	%	6,08	4,31
Magnésio (Mg Total)	%	0,62	0,44
Enxofre (S Total)	%	0,35	0,25
Boro (B Total)	mg kg <sup>-1</sup>	144	102
Cobre (Cu Total)	mg kg <sup>-1</sup>	335	237
Ferro (Fe Total)	mg kg <sup>-1</sup>	23334	16536
Manganês (Mn Total)	mg kg <sup>-1</sup>	1009	715
Zinco (Zn Total)	mg kg <sup>-1</sup>	862	611
Sódio (Na Total)	mg kg <sup>-1</sup>	1554	1101

<sup>1</sup> Análise realizada no laboratório de análise de solo, adubo, calcário e foliar do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, 2006.

TABELA 2A. Resultados da análise química<sup>1</sup> do resíduo de fumo.

Análise	Unidade	Base Seca (110°C)	Umidade Natural
pH CaCl 20,01M (Ref. 1:2,5)	pH	-----	9,3
Densidade	g cm <sup>-3</sup>	-----	0,708
Umidade perdida à 60-65°C	%	-----	25,04
Umidade perdida entre 65-110 °C	%	-----	2,54
Umidade Total	%	-----	27,58
Materiais Inertes	%	-----	0,00
Nitrogênio Total	%	2,26	1,63
Mat. Orgânica Total (Combustão)	%	47,65	34,51
Mat. Orgânica Compostável (Titulação)	%	39,87	28,87
Mat. Orgânica resistente à compostagem	%	7,78	5,63
Carbono Total (orgânico e mineral)	%	26,47	19,17
Carbono Orgânico	%	22,15	16,04
Resíduo Mineral Total	%	53,72	38,90
Resíduo Mineral Insolúvel	%	23,90	17,31
Resíduo Mineral Solúvel	%	29,82	21,59
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)	%	1,20	0,87
Potássio (K <sub>2</sub> O Total)	%	5,11	3,70
Cálcio (Ca Total)	%	3,96	2,87
Magnésio (Mg Total)	%	0,94	0,68
Enxofre (S Total)	%	0,36	0,26
Boro (B Total)	mg kg <sup>-1</sup>	42	30
Cobre (Cu Total)	mg kg <sup>-1</sup>	136	99
Ferro (Fe Total)	mg kg <sup>-1</sup>	17724	12836
Manganês (Mn Total)	mg kg <sup>-1</sup>	224	162
Zinco (Zn Total)	mg kg <sup>-1</sup>	227	164
Sódio (Na Total)	mg kg <sup>-1</sup>	1847	1338

<sup>1</sup> Análise realizada no laboratório de análise de solo, adubo, calcário e foliar do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, 2006.

TABELA 3A. Resultados da análise química<sup>1</sup> do esterco de bovino.

Análise	Unidade	Base Seca (110°C)	Umidade Natural
pH CaCl 20,01M (Ref. 1:2,5)	pH	-----	7,6B
Densidade	g cm <sup>3</sup>	-----	0,482
Umidade perdida à 60-65°C	%	-----	14,14
Umidade perdida entre 65-110 °C	%	-----	3,79
Umidade Total	%	-----	17,94
Materiais Inertes	%	-----	0,00
Nitrogênio Total	%	1,78	1,46
Mat. Orgânica Total (Combustão)	%	39,20	32,17
Mat. Orgânica Compostável (Titulação)	%	28,85	23,68
Mat. Orgânica resistente à compostagem	%	10,35	8,49
Carbono Total (orgânico e mineral)	%	21,78	17,87
Carbono Orgânico	%	16,03	13,15
Resíduo Mineral Total	%	63,20	51,86
Resíduo Mineral Insolúvel	%	36,43	29,90
Resíduo Mineral Solúvel	%	26,77	21,97
Relação C/N (C Total e N Total)	----	12 / 1	12 / 1
Relação C/N (C Orgânico e N Total)	----	9 / 1	9 / 1
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total)	%	1,71	1,41
Potássio (K <sub>2</sub> O Total)	%	3,09	2,51
Cálcio (Ca Total)	%	0,91	0,75
Magnésio (Mg Total)	%	0,64	0,53
Enxofre (S Total)	%	0,52	0,43
Boro (B Total)	mg kg <sup>-1</sup>	12	10
Cobre (Cu Total)	mg kg <sup>-1</sup>	89	73
Ferro (Fe Total)	mg kg <sup>-1</sup>	84814	69602
Manganês (Mn Total)	mg kg <sup>-1</sup>	208	171
Zinco (Zn Total)	mg kg <sup>-1</sup>	61	50
Sódio (Na Total)	mg kg <sup>-1</sup>	208	171

<sup>1</sup> Análise realizada no laboratório de análise de solo, adubo, calcário e foliar do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, 2006.

TABELA 4A. Resultados da análise química<sup>1</sup> do substrato comercial.

Análise	Unidade	Base Seca (110°C)	Umidade Natural
pH CaCl 20,01M (Ref. 1:2,5)	pH	-----	5,2
Densidade	%	-----	0,521
Materiais Inertes	%	-----	0,00
Nitrogênio Total	%	0,65	0,29
Mat. Orgânica Total (Combustão)	%	65,67	29,02
Relação C/N (C Total e N Total)	-----	56 / 1	56 / 1
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total)	%	1,48	0,74
Potássio (K <sub>2</sub> O Total)	%	0,61	0,27
Cálcio (Ca Total)	%	1,15	0,67
Magnésio (Mg Total)	%	1,11	0,55
Enxofre (S Total)	%	0,67	0,35
Boro (B Total)	mg kg <sup>-1</sup>	27	12
Cobre (Cu Total)	mg kg <sup>-1</sup>	43	29
Ferro (Fe Total)	mg kg <sup>-1</sup>	11245	4969
Manganês (Mn Total)	mg kg <sup>-1</sup>	288	127
Zinco (Zn Total)	mg kg <sup>-1</sup>	182	97
Sódio (Na Total)	mg kg <sup>-1</sup>	208	220

<sup>1</sup> Análise realizada no laboratório de análise de solo, adubo, calcário e foliar do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, 2006.