

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) EM TUBETES COM POLÍMERO HIDRORETENTOR, DIFERENTES SUBSTRATOS E ADUBAÇÕES**

**HAROLDO SILVA VALLONE**

**2003**

**HAROLDO SILVA VALLONE**

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.) EM  
TUBETES COM POLÍMERO HIDRORETENTOR, DIFERENTES  
SUBSTRATOS E ADUBAÇÕES**

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

**Orientador**

**Prof. Dr. Rubens José Guimarães**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2003**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA.**

Vallone, Haroldo Silva

Produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes com polímero hidroretentor, diferentes substratos e adubações / Haroldo Silva Vallone. -- Lavras : UFLA, 2003.

75 p. : il.

Orientador: Rubens José Guimarães.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Café. 2. Muda. 3. Substrato. 4. Polímero hidroretentor. 5. Adubação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.7335  
-633.7389

**HAROLDO SILVA VALLONE**

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEEIRO (*Coffea arabica* L.) EM  
TUBETES COM POLÍMERO HIDRORETENTOR, DIFERENTES  
SUBSTRATOS E ADUBAÇÕES**

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

**APROVADA em 27 de fevereiro de 2003**

**Prof. Dr. Carlos Alberto Spaggiari Souza**

**CEPLAC**

**Prof. Dr. Jacinto de Assunção Carvalho**

**UFLA**

**Prof. Dr. Rubens José Guimarães**

**UFLA  
(Orientador)**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL**

*Aos meus pais, Haroldo e Maria de Lourdes*

*Aos meus irmãos*

## **OFEREÇO**

*À minha esposa, Juliana*

Ao meu filho, Pedro

## **DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelo dom da vida e pela presença constante;

Aos meus sogros, Adilson e Lúcia pela acolhida, apoio, orações e por todo o carinho dedicados a mim e minha família;

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade para a realização deste curso;

À coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao professor Dr. Rubens José Guimarães, pela orientação, amizade, valiosos ensinamentos e incentivo às novas realizações;

Ao professores Dr. Carlos Alberto Spaggiari Souza, pelas sugestões, convívio e amizade;

Ao professor Jacinto de Assunção Carvalho, pela presteza e sugestões para a realização do trabalho;

A todos os colegas e amigos do Setor de Cafeicultura: Fábio, Rodrigo, Sirlei, Alexandrino, César, Zeca, Leonardo, Bruno, Gustavo, José Marcos, Luiza, Vinícius, Sebastião, Cassiano e muitos outros pelo convívio enriquecedor e pelo auxílio na condução dos trabalhos;

Aos funcionários do Setor de Cafeicultura: Júlio, Fernando, José Maurício, José Avelino e Marcinho, pela ajuda na condução dos experimento e amizade;

A todas as pessoas que participaram desta importante conquista;

**Muito obrigado!**

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO .....	i
ABSTRACT .....	ii
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	3
2.1 Substrato .....	3
2.2 Pesquisa envolvendo substrato .....	9
2.3 Polímero hidrorretentor .....	12
2.4 Pesquisa envolvendo polímero hidrorretentor .....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	17
3.1 Recipientes .....	17
3.2 Substratos .....	17
3.3 Cultivar .....	18
3.4 O viveiro .....	19
3.5 Características avaliadas .....	19
3.6 Análise estatística .....	20
3.7 Experimentos .....	21
3.7.1 Experimento 1: Efeito de doses de polímero hidrorretentor na retenção de água por substratos alternativos em tubetes de 120 mL .....	21
3.7.2 Experimento 2: Produção de mudas de cafeeiro utilizando substratos alternativos contendo polímero hidrorretentor em tubetes de 120 mL .....	23
3.7.3 Experimento 3: Substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada para produção de mudas de cafeeiro em tubetes na presença de polímero hidrorretentor .....	23

3.7.4 Experimento 4: Desenvolvimento de mudas de cafeeiro produzidas em tubetes de 50 e 120 ml com diferentes doses de fertilizante de liberação lenta .....	24
4 RESULTADO E DISCUSSÃO .....	25
4.1 Experimento 1 .....	25
4.2 Experimento 2 .....	31
4.2 Experimento 3 .....	48
4.2 Experimento 4 .....	57
5 CONCLUSÕES .....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	65
ANEXOS .....	72

## RESUMO

VALLONE, Haroldo Silva. **Produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes com polímero hidroretentor, diferentes substratos e adubações.** Lavras: UFLA, 2003. 75p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)\*.

Foram conduzidos quatro experimentos no Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, com os objetivos de: a) verificar o efeito da adição de doses de polímero hidroretentor na capacidade de armazenamento de água e no desenvolvimento de mudas de cafeeiro em substratos alternativos em tubetes; b) avaliar a viabilidade técnica da substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada na produção de mudas de cafeeiro; c) verificar o desenvolvimento de mudas de cafeeiro produzidas em tubetes de 50 e 120 mL, em função de doses de fertilizante de liberação lenta. No primeiro e segundo experimentos foram testados os substratos: casca de arroz carbonizada (CAC); 70% de CAC + 30% de esterco; 70% de CAC + 30% de vermiculita; 50% de CAC + 50% de substrato comercial; substrato comercial e substrato padrão (70% de terra + 30% de esterco), acrescidos de cinco doses de polímero hidroretentor (0; 4; 8; 12 e 16 kg m<sup>-3</sup> de substrato). No terceiro experimento, foi estudada a substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada, em diferentes proporções (0%; 25%; 50%; 75% e 100%), na presença e ausência de polímero hidroretentor. No quarto experimento, estudou-se a produção de mudas em tubetes de 50 e 120 mL, com quatro doses de fertilizante de liberação lenta (0,4; 0,7; 1,0 e 1,3 gramas de fertilizante por tubete). A cultivar utilizada foi a Acaia Cerrado MG-1474 e foram avaliados o armazenamento de água pelos substratos e características de desenvolvimento das mudas. Os resultados obtidos permitiram concluir que a adição de polímero hidroretentor, aumenta a capacidade de armazenamento de água em substratos com alta porosidade, porém não proporciona melhorias nas características de desenvolvimento de mudas de cafeeiro; a substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada, entre 60 e 70%, proporciona maior desenvolvimento das mudas e em menor tempo; a resposta das mudas de cafeeiro, em relação às doses de fertilizante de liberação lenta estudadas, é a mesma nos tubetes de 50 e 120 mL, até o terceiro par de folhas verdadeiras; as mudas produzidas em tubetes de 120 mL apresentam maior desenvolvimento em relação às mudas produzidas em tubetes de 50 mL, sem contudo, afetar as relações entre parte aérea e sistema radicular até o terceiro par de folhas verdadeiras.

---

\*Orientador: Rubens José Guimarães – UFLA.

## ABSTRACT

VALLONE, Haroldo Silva. **Production of coffee seedlings (*Coffea arabica* L.) in tubes with water retention polymer, different substrates and fertilizations.** 2003. 75p. Dissertation. (Master in Agronomy) – Universidade Federal de Lavras\*.

Four experiments were carried out in the Coffee Section of the Federal University of Lavras, MG, aiming to verify: a) the effect of doses of a water retention polymer in the capacity of storing water and in the development of coffee seedlings in alternative substrates for tubes; b) evaluate the technical viability of substituting the commercial substrate for toasted rice coat, c) verify the development and the quality of coffee seedlings produced in tubes of 50 and 120 mL, depending on the different doses of slow liberation fertilizer. In the first and second experiment the following substrates were tested: Toasted rice coat (TRC); 70% TRC + 30% manure; 70% TRC + 30% vermiculite; 50% TRC + 50% commercial substrate; commercial substrate and regular substrate (70% earth + 30% manure), having added 5 doses of the water retention polymer (0; 4; 8; 12; 16 kg m<sup>-3</sup> of substrate). In the third experiment the replacement of commercial substrate for toasted rice coat, in different proportions (0%; 25%; 50%; 75% and 100% of replacement), with and without the water retention polymer. In the fourth experiment the production of coffee seedlings in 50 mL and 120 mL tubes, with four doses of slow liberation fertilizer (0,4; 0,7; 1,0; 1,3 grams of fertilizer per tube). The cultivar used in the experiments was the Acaia Cerrado MG-1474 and water retention for the substrates and the growth characteristics of the seedlings were evaluated. It was possible to conclude, based on the results, that adding the water retention polymer increases the capacity of storing water in substrates of high porosity, although it does not confer increases in the growth characteristics of coffee seedlings; the replacing of commercial substrate for toasted rice coat between 60 and 70%, confer greater increase in the seedlings in least time; the studied doses of slow liberation fertilizer do not change the growth of coffee seedlings in 50 and 120 mL tubes until the third pair of true leaves. The seedling produced in 120 mL tubes present higher development in comparison with the ones from 50 mL tubes, however not affecting the relation between canopy and roots, until the third pair of true leaves.

---

\*Major Professor: Rubens José Guimarães - UFLA .

## 1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura é reconhecida como uma atividade de grande importância econômica e social para o Brasil. Segundo o Anuário Estatístico do Café (2002/2003), o parque cafeeiro brasileiro é formado por 6.084 bilhões de plantas, em 2,616 milhões de hectares. Somente nos últimos 5 anos, o número de cafeeiros apresentou um aumento de cerca de 2,5 bilhões de plantas, (500 milhões a cada ano), grande parte delas plantadas em regiões marginais e utilizando alta tecnologia de produção.

A obtenção de mudas de cafeeiro de boa qualidade é um fator preponderante na implantação de uma lavoura produtiva, visto que qualquer descuido cometido durante esta fase acarretará prejuízos por toda a vida útil da lavoura. Devido a tal importância, vários trabalhos têm sido realizados buscando a produção de mudas com qualidade superior. Um item de suma importância que é alvo de várias pesquisas é a composição de substratos para a produção de mudas em tubetes. Segundo Tavares Júnior et al. (2001a), o termo substrato caracteriza o material ou mistura de materiais utilizados para o desenvolvimento de mudas, podendo ser de origem animal, vegetal ou mineral, com as funções de sustentação e fornecimento de nutrientes às mesmas.

No mundo todo, a indústria de substratos busca materiais substitutos para a turfa, consagrada como componente padrão. Resíduos da agroindústria, fibra de coco e materiais orgânicos decompostos aparecem como alternativas promissoras para misturas (Kämpf, 2000). A casca de arroz, resíduo de agroindústria abundante em algumas regiões do Brasil, após sofrer o processo de carbonização, apresenta potencial para ser utilizada pura como substrato ou em misturas, como condicionador (Bellé & Kämpf, 1993). Diante da importância da utilização de um substrato adequado, há muito o que se pesquisar com relação à interação substrato-planta, manejo de irrigação e nutrição mineral.

A cafeicultura brasileira é a uma das mais avançadas do mundo, utilizando técnicas modernas em todos os segmentos da cadeia produtiva. Uma técnica ainda muito pouco estudada é a adição de polímeros hidroretentores como condicionadores hídricos de solo, com o objetivo de aumentar a capacidade de armazenamento de água em substratos para mudas, propiciando melhor qualidade das mesmas.

Este trabalho, composto por quatro experimentos, foi realizado com os objetivos de: a) verificar o efeito da adição de doses de polímero hidroretentor na capacidade de armazenamento de água e no desenvolvimento de mudas de cafeeiro em substratos alternativos em tubetes; b) avaliar a viabilidade técnica da substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada; c) verificar o desenvolvimento de mudas de cafeeiro produzidas em tubetes de 50 e 120 mL, em função de diferentes doses de fertilizante de liberação lenta.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

A cultura do cafeeiro (uma planta perene) depende de vários fatores para o seu sucesso e dentre eles a formação de mudas de qualidade tem papel preponderante, pois qualquer erro cometido nessa fase trará reflexos negativos durante toda a vida da cultura (Carvalho, 1978). Nos últimos anos os tubetes de polietileno rígido têm substituído o saquinho plástico na formação de mudas nas empresas florestais, na formação de mudas de olerícolas e frutíferas e mais recentemente, de cafeeiros (Andrade Neto, 1998), devido a várias vantagens como economia de espaço e de transporte, qualidade e segurança com relação a nematóides, possibilidade de mecanização do enchimento com substrato, reaproveitamento do recipiente, entre outras.

### **2.1 Substrato**

O uso de substratos está relacionado, em geral, com o cultivo em recipientes, seja em sacos plásticos, latas, vasos, ou bandejas. Como substrato entende-se o produto usado em substituição ao solo, para a produção vegetal (Kämpf, 2000). Segundo Campinhos Jr. et al. (1984), o substrato ideal deve ser uniforme em sua composição, ter baixa densidade, ser poroso, ter elevada capacidade de troca catiônica, boa capacidade de retenção de água, ser isento de pragas, de organismos patogênicos e de sementes de plantas daninhas, além de apresentar coesão entre as partículas. Deve ser de fácil manuseio, ser abundante e economicamente viável. Campos (2002) afirma que para a produção de mudas de cafeeiros em tubetes, o substrato merece especial atenção, pois em um reduzido volume, geralmente 120 mL, ele deverá dar suporte para o desenvolvimento da planta durante todo o período de sua formação, propiciando uma muda saudável, com bom desenvolvimento radicular e uma boa relação parte aérea/raiz.

Uma função do substrato é nutrir a planta adequadamente. Porém, devido a sua composição, nem sempre o substrato contém nutrientes. É necessário então acrescentar adubo para que o nível de nutrientes disponíveis esteja à altura do bom desenvolvimento das plantas. A maior parte dos substratos comerciais para mudas contém adubo apenas para dar o “arranque inicial” do crescimento. Pressupõe-se que o crescimento deva ser controlado pelo produtor através de adubação criteriosa e equilibrada (Minami, 2000).

Para a produção de mudas de cafeeiro em tubetes, apenas o substrato, sem adubação, é responsável por 38% do custo de produção das mudas (Guimarães et al. 1998). Atualmente, o substrato mais utilizado para produção em tubetes é constituído de casca de Pinus moída, compostada e enriquecida com nutrientes. A fertilização do substrato tem sido realizada utilizando fertilizante de liberação lenta. Este fertilizante granulado possui a propriedade de liberar lentamente os nutrientes, dentro de um período de 4 a 6 meses, devido ao recobrimento dos grânulos por uma resina orgânica. Depois de sua aplicação ao substrato, o vapor d’água penetra na resina dissolvendo os nutrientes, os quais vão sendo liberados de maneira gradativa, dependendo da temperatura do substrato e do recipiente. Temperaturas mais altas provocam uma liberação mais rápida e conseqüentemente uma redução na longevidade (Andrade Neto, 1998).

O substrato é um insumo importante, presente na cadeia produtiva de culturas de alto valor econômico e com forte apelo social. Apesar disto, este produto ainda carece de regulamentação no país. O Brasil acompanha as tendências internacionais quanto ao desenvolvimento de uma consciência ambiental e à necessidade de preservar a natureza. O uso de substratos sem solo mineral surge como uma alternativa para eliminar a necessidade do uso de biocidas, como o brometo de metila, substância que contribui para a destruição da camada de ozônio e que na agricultura é utilizado para exterminar organismos patogênicos do solo e propágulos de plantas daninhas (Kämpf, 2002).

Os substratos podem ser formados por diferentes matérias-primas de origem mineral, orgânica ou sintética, de um só material, ou diversos materiais em mistura. Os materiais orgânicos mais usados são a turfa, casca de árvores picadas e compostadas, fibras vegetais, etc. As principais substâncias minerais são a vermiculita, perlita, espuma fenólica, e lã de rocha. A finalidade mais importante de um substrato é produzir uma planta (ou muda) de alta qualidade, em menor tempo e a baixo custo (Abreu et al. 2002).

A casca de arroz carbonizada vem sendo estudada em misturas de substratos para a produção de mudas e segundo Minami (1995), possui forma floculada, coloração escura, é leve, de fácil manuseio, com grande capacidade de drenagem, pH levemente alcalino, baixa capacidade de retenção de água, rica em cálcio e potássio, livre de pragas e patógenos devido ao processo de carbonização.

A casca de arroz passa pelo processo de carbonização com o objetivo diminuir a atividade biológica da mesma eliminando resíduos que poderiam fermentar durante a utilização, além disso a carbonização aumenta a porosidade e elimina pragas e agentes patogênicos. A carbonização é um processo simples que pode ser realizado na propriedade sem a necessidade de construção de nenhuma estrutura específica. Segundo Furlani & Fernandes (2001), utiliza-se uma manilha de barro (ou tubo de metal), na vertical, apoiada sobre duas pilhas de tijolos com cerca de 15 cm de altura à semelhança de uma chaminé (Figura 1). Na base desta estrutura inicia-se o fogo, em seguida deve-se amontoar a casca de arroz crua ao redor do tubo. A queima caminha de dentro para fora do monte de casca de arroz e não se deve permitir a formação de chama. Terminado o processo, a casca de arroz carbonizada deve ser espalhada e apagada utilizando água.



FIGURA 1- Método simples de carbonização da casca de arroz utilizando tubo metálico. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Segundo Puchalski & Kämpf (2000), a casca de arroz carbonizada possui espaço de aeração, isto é, volume de macroporos, superior a 42% e porosidade total acima de 80%, que, segundo Bailey et al. (1997) são características ideais para substratos utilizados em recipientes com pequeno volume. Verdonck et al. (1983a) relatam que um bom substrato deve ter ar e água facilmente disponível. Na maioria dos casos a água é suficiente, mas a quantidade de ar é uma propriedade determinante.

A água é retida no solo, isto é, em seus poros, devido a fenômenos de capilaridade e adsorção. A adsorção está relacionada à afinidade entre as partículas sólidas e a água e a capilaridade atua na retenção de água dos solos na faixa úmida, quando os poros se apresentam cheios de água (Reichardt, 1990).

Sabe-se que a forma e o tamanho do recipiente influenciam a dinâmica da movimentação de água neste pequeno volume. Sendo assim, recipientes com volumes entre 5 e 50 mL e altura entre 2 e 7 cm, denominados 'plugs', necessitam de substratos com porosidade total acima de 90% e densidade abaixo de  $200\text{g L}^{-1}$ . Os recipientes com volume entre 50 e 500 mL e altura entre 5 e 15

cm, denominados tubetes, sacos ou vasos, também necessitam de um substrato poroso e pouco denso. Por motivo de sanidade, densidade e retenção de água, não se recomenda a utilização de solo mineral nestes recipientes (Kämpf, 2002).

Segundo Fermino (2002), quanto mais alto o recipiente maior será o fluxo da água. Isto porque a base do recipiente atua como uma barreira, onde a água se encontra à pressão atmosférica ou potencial zero. A reduzida altura dos ‘plugs’ e tubetes dificulta a drenagem, eleva a capacidade de retenção, podendo levar ao encharcamento do substrato. Para evitar este problema, Puchalski & Kämpf (2000) recomendam o uso de substratos com elevado espaço de aeração, como a casca de arroz carbonizada, podendo ser utilizada em mistura com outros substratos ou mesmo pura.

As paredes e o fundo dos vasos restringem a drenagem da água, por isso os substratos precisam ter melhor aeração que os solos no campo. Se um substrato tem porosidade de ar suficiente, sua próxima propriedade mais importante é a sua capacidade em reter água (Beardsell et al. 1979, citados por Salvador, 2000).

Milner (2002) e Fermino (2002), salientam a importância da ‘capacidade de container’ ou ‘capacidade de recipiente’, conceito desenvolvido por White e Mastalerz (1966), definida como a máxima quantidade de água que permanece no substrato após a drenagem e anterior à evaporação. O valor da capacidade de recipiente depende da altura e do formato do recipiente. Para o mesmo substrato, a altura da camada saturada é a mesma não importando a altura do recipiente, após a saturação e a livre drenagem. Assim, o conteúdo relativo de água em um plug é maior que em um vaso. Isto explica porque a capacidade de recipiente é sempre maior que a capacidade de campo, para o mesmo material (Handreck & Black, 1999, citados por Fermino, 2002).

Bunt (1961), relata algumas modificações nas propriedades físicas entre raiz e substrato, quando se utiliza vasos, entre elas, o volume reduzido

proporciona alta concentração de raízes e conseqüentemente, uma alta demanda de oxigênio e de remoção de gás carbônico; a pequena profundidade do recipiente dificulta a drenagem da água, causando acúmulo desta.

Para substratos com partículas de dimensões entre 1 e 10 mm, tanto a porosidade como a quantidade de água retida variam pouco com o tamanho da partícula. O uso de partículas menores que 1mm, reduz bruscamente a porosidade e aumenta a retenção de água. Porém nem todas as partículas nesse tamanho têm a mesma influência (Miner 1994, citado por Fermino, 2002). Isto explica porque Handreck & Black, (1999) citados por Fermino (2002) afirmam que o aumento da proporção de partículas menores que 1 mm em substratos a base de cascas de *Pinus*, diminuem a mobilização da água aumentando a quantidade de água retida pelo substrato e reduzindo a disponibilidade de ar.

Os conceitos de espaço de aeração e água disponível estão alicerçados na curva de retenção de água, que se resume em preencher cilindros volumétricos com substrato, saturando-os e em seguida submetidos a progressivas tensões para determinação da água facilmente disponível (0,5 e 5 kPa) e água disponível (0,5 e 10 kPa), bem como a porosidade de aeração (Klein et al. (2002 b). Estas tensões são mais baixas que as utilizadas em solos, pois em recipientes as plantas são cultivadas em condições de umidade muito mais altas (Verdonck et al. 1983b)

As características físicas de um substrato, normalmente consideradas numa análise de rotina são a densidade de volume, a porosidade e a curva de retenção de água. Além destas, a ‘capacidade de recipiente’ e várias outras características físicas são influenciadas pela forma, largura, altura e material do qual é fabricado o recipiente utilizado na produção de mudas. Por isso ainda é a experiência adquirida com a observação do material durante o cultivo, sob determinadas condições que permitem, juntamente com um laudo de laboratório, fazer a melhor escolha entre substratos (Fermino, 2002).

## **2.2 Pesquisas envolvendo substratos**

Tavares Júnior et al., (2001b), avaliando a influência do volume e da granulometria do substrato comercial no desenvolvimento de mudas de cafeeiro, utilizaram tubetes de três tamanhos (50, 120 e 200 cm<sup>3</sup>) e substrato comercial, à base de turfa, perlita, vermiculita e cascas de Pinus e Eucalipto compostadas e moídas, na granulometria original, finamente moído e um tratamento adicional com substrato padrão para mudas de saquinhos (700 litros de terra e 300 litros de esterco bovino). Concluíram que a capacidade dos tubetes influenciou o crescimento e desenvolvimento das mudas e a diminuição da granulometria do substrato comercial afetou positivamente a qualidade das mudas, sendo estas, superiores às produzidas com substrato padrão para mudas em saquinhos.

Melo (1999) estudando a influência de tamanhos de tubetes (50 e 120 mL), na formação de mudas de cafeeiro, utilizou adubação individual, aplicando 0,65 gramas de fertilizante de liberação lenta por recipiente (equivalente a 13 kg m<sup>-3</sup> de substrato para o tubete de 50 mL e 5,5 kg m<sup>-3</sup> de substrato para o tubete de 120 mL), e substrato comercial Plantmax, chegou à conclusão que os tubetes de 50 mL permitem a produção de mudas com desenvolvimento semelhante ao daquelas produzidas em tubetes de 120 mL. O mesmo autor avaliou diferentes formas de aplicação de fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de cafeeiro em tubetes, utilizando substrato comercial. Os resultados observados mostraram que a aplicação localizada do fertilizante de liberação lenta permitiu a produção de mudas de cafeeiro com desenvolvimento semelhante ao daquelas produzidas com mistura ao substrato. Isso possibilitou a recomendação do fertilizante de liberação lenta em cobertura, abrindo portas para o semeio direto em tubetes.

Em um outro experimento, o mesmo autor avaliou o efeito de doses crescentes de fertilizante de liberação lenta em mudas de cafeeiro utilizando

substrato comercial. Os resultados indicaram que a dose de 450 gramas de fertilizante de liberação lenta, formulação 15-10-10 + micronutrientes, em 55 litros de substrato (8,18 Kg de fertilizante  $m^{-3}$  de substrato) promoveu melhor desenvolvimento das mudas.

Campos (2002), estudando o efeito de diferentes substratos, tamanhos de tubetes (50 e 120 mL), e adubação (tradicional e de liberação lenta) na produção de cafeeiro cultivar Catuaí e Acaiaí Cerrado, utilizou os substratos: vermiculita 50% mais composto orgânico 50%; Rendmax 100%; vermiculita 30% mais casca de arroz carbonizada 40% mais 30 % de esterco bovino, concluiu que o uso do fertilizante de liberação lenta mostrou-se superior em todos os caracteres avaliados, independente do substrato e que o substrato composto de 50% de vermiculita mais 50% de composto orgânico apresentou os melhores resultados em todas as variáveis analisadas. Concluiu também que o tubete de 120 mL apresentou resultados superiores em todas as características avaliadas, resultado esse diferente do encontrado por Melo (1999). No entanto, a autora utilizou dose única de fertilizante de liberação lenta equivalente a 8,2 kg  $m^{-3}$  de substrato para os dois tamanhos de tubetes, enquanto Melo (1999) utilizou 13 Kg  $m^{-3}$  de substrato nos tubetes de 50 mL e 5,5 Kg  $m^{-3}$  de substrato nos de 120 mL o que possivelmente favoreceu o desenvolvimento das mudas nos tubetes de 50 mL.

Vários outros pesquisadores já demonstraram que mudas de cafeeiros produzidas em recipientes com maior volume se apresentam mais vigorosas e com melhor qualidade (Godoy Júnior, 1965 e Besagoitia, 1980).

Carvalho et al. (2001), avaliando a eficiência de substratos e doses de fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de cafeeiro cultivar Acaiaí Cerrado, comparou o substrato comercial (Plantmax) e a mistura de 20% de terra de subsolo com 80% de esterco bovino, com 5 doses de fertilizante de liberação lenta e concluíram que as mudas de cafeeiro apresentam melhor desempenho quando é utilizado o substrato comercial e as melhores doses de fertilizante de

liberação lenta variam entre 56 e 68 g  $7,5L^{-1}$  de substrato, equivalente a 7,5 e 9,0  $kg\ m^{-3}$  de substrato, resultado semelhante ao encontrado por Melo, 1999.

Kainuma et al. (2001) avaliando o efeito de doses de fertilizante de liberação lenta em dois substratos (Plantmax e vermicomposto de esterco de curral com casca de arroz carbonizada na proporção de 4:1), concluíram que há necessidade de adubação dos substratos em tubetes para que as mudas atinjam crescimento adequado. A dose de 10 kg de fertilizante  $m^{-3}$  de substrato foi a mais adequada, sendo que doses superiores causaram desequilíbrio da parte aérea em relação ao sistema radicular. Para mudas em tubetes, a melhor relação parte aérea/raiz (massa seca/massa seca) está entre 4 e 7, com massa seca total entre 1,16 a 1,86 (g planta<sup>-1</sup>), relação altura da planta e diâmetro do coleto, entre 3,4 a 4,4.

Na produção de mudas de cafeeiro, a aplicação de nitrogênio em cobertura pode levar a um maior desenvolvimento da parte aérea em detrimento do sistema radicular (Tomaziello, et al., 1987; Guimarães, 1995).

Klein et al. (2002 a), com o objetivo de avaliar as alterações nas propriedades físico-hídricas de substratos comerciais, com a mistura de casca de arroz carbonizada em diferentes proporções, concluíram que a casca de arroz pode ser utilizada para melhorar as propriedades físico-hídricas de substratos hortícolas, melhorando a disponibilidade de água às plantas e a porosidade de aeração, não alterando a porosidade total e nem a retenção de água na tensão de 0,5 kPa.

Terra et al. (2002), com o objetivo de estudar o crescimento de crisântemo em vaso, sob fertirrigação, em diferentes substratos, utilizaram os seguintes tratamentos: casca de arroz carbonizada; substrato comercial, vermiculita + casca de arroz carbonizada (1:1); vermiculita + areia (1:1). Para a maioria das características avaliadas observaram a superioridade do substrato casca de arroz carbonizada sobre os demais, evidenciando a sua grande

potencialidade de uso no cultivo do crisântemo envasado. Esse resultado pode ser explicado pelo elevado valor da porosidade total deste substrato, que é fundamental para os processos de enraizamento e desenvolvimento das plantas. Por fim, os autores recomendam a utilização da casca de arroz, que além de promover a reciclagem e a reutilização de um resíduo da agroindústria, diminui consideravelmente os custos de produção.

Fior et al. (2002), estudando a emergência e desenvolvimento de Maçaranduba em diferentes substratos, realizou o semeio em recipientes de 200 mL com os seguintes substratos: casca de arroz carbonizada e turfa vermelha comercial. Os dados obtidos no trabalho não apresentaram diferenças significativas entre os substratos, quanto ao tempo de emergência, altura de plantas e ao número de folhas aos nove meses após a semeadura.

### **2.3 Polímero hidroretentor**

Os hidrogéis, polímeros ou poliacrilato super absorventes, doravante denominados polímeros hidroretentores, são produtos naturais (derivados do amido) ou sintéticos (derivados do petróleo), conhecidos por suas propriedades em absorver e armazenar água. Os mais utilizados são os polímeros sintéticos propenamida, originalmente denominados poliacrilamida, e os co-polímeros propenamida-propenoato, originalmente conhecidos com poliacrilamida acrilato, usados como floculante em fraldas e outros artigos sanitários, e para depósitos de líquidos químicos residuais (Moraes, 2001).

Os polímeros são constituídos de uma longa cadeia de unidades estruturais repetidas chamadas monômeros. A polimerização ocorre quando duas ou mais moléculas se combinam para formar moléculas maiores, os polímeros. Unidas por ligações covalentes, as moléculas individuais são atraídas e ligadas entre si por fortes ligações de hidrogênio. Em contato com a água, essas ligações são enfraquecidas e ocorre a expansão. Ligações cruzadas aumentam a

capacidade de expansão dos polímeros, e ocorre quando as cadeias de polímeros estão acopladas formando uma rede tridimensional (Moraes, 2001).

O polímero hidroretentor é caracterizado pela capacidade de absorver e liberar água e nutrientes solúveis. A natureza do arranjo das moléculas confere a este material uma forma granular, quando secos e ao serem hidratados, os grânulos dilatam-se transformando em partículas de gel. Segundo Fonteno e Bilderback (1993), citados por Prevedello & Balena (2000), as partículas de gel apresentam uma forma macia e elástica possibilitando absorver muitas vezes o seu peso em água e nutrientes. Porém, os efeitos dos polímeros em solos agrícolas ainda suscitam perguntas que necessitam ser respondidas, tais como: “Quando hidratados, os polímeros apresentam uma capacidade de retenção, em peso, de muitas vezes. No entanto, se primeiramente forem incorporados aos solos e só então hidratados esse aumento será na ordem de poucas vezes. Isso pode comprometer a disponibilidade de água às plantas?”

Smagin & Sadovnikova (1995), relatam que a incorporação de polímeros hidroretentores no solo impede a total expansão dos mesmos devido ao reduzido espaço poroso existente no solo.

Outras perguntas ainda não foram respondidas, como: Qual o comportamento dos polímeros em mistura com diferentes substratos? E: Após a secagem no solo, haverá rehidratação mantendo o armazenamento de água?

#### **2.4 Pesquisas envolvendo polímeros hidroretentores**

Prevedello & Balena (2000), citando vários autores com pesquisas realizadas entre os anos de 1982 a 1995, afirmam que a maior parte das pesquisas realizadas mostrou-se favorável ao emprego de polímeros nos solos, apresentando com principal fator de convergência a melhor utilização da água.

Já Hüttermann et al. (1999), afirmam que no passado foram feitos também estudos com adição de polímeros hidroretentores no solo, avaliando a

sobrevivência de árvores sob condições de seca, onde alguns pesquisadores não observaram efeitos benéficos mensuráveis deste tipo de produto, e em outros casos, a incorporação destes polímeros era até mesmo prejudicial às árvores jovens.

Prevedello & Balena (2000) estudando o efeito de polímeros hidrotentores nas propriedades físico-hídricas de dois meios porosos, um latossolo e uma areia quartzosa marinha, evidenciaram que os polímeros produziram um decréscimo nos valores da condutividade hidráulica saturada. Concluíram também que os valores dos diâmetros dos poros que armazenam mais água foram bem superiores quando da incorporação dos polímeros, para os dois meios porosos, chegando a aumentar o diâmetro em até quatro vezes. Já quanto ao efeito dos polímeros na conservação da água do solo, observaram que a adição do produto aumentou progressivamente a umidade do solo, chegando a duplicar a capacidade de armazenamento da água do latossolo para a concentração de  $32 \text{ kg m}^{-3}$ , na areia quartzosa marinha, o aumento na capacidade de armazenamento foi de 7,5 vezes, o que mostra a capacidade desse material em reter e conservar água no solo por períodos apreciáveis de evaporação. Verificaram também que a partir das concentrações de  $8 \text{ kg m}^{-3}$ , as propriedades físico-hídricas dos dois meios porosos foram dominadas pelo efeito dos polímeros, e que a capacidade de retenção de água no solo argiloso, na concentração de  $32 \text{ kg m}^{-3}$ , foi acrescida cerca de duas vezes. Segundo Reichardt (1990), a condutividade hidráulica afeta o movimento da água, e é um parâmetro importante que mede a facilidade com a qual o solo transmite água. Quanto maior a condutividade hidráulica, maior será a facilidade com que a água se move no solo.

Azevedo (2000) observou efeitos satisfatórios de um polímero hidrotentor sobre cafeeiros, aumentando a altura, massa seca da parte aérea e área foliar. Afirmou que o uso do polímero no solo permite ampliar os intervalos

entre irrigações sem comprometer o crescimento da planta por restrição hídrica, uma vez que as raízes crescem por dentro dos grânulos do polímero hidratado, com maior superfície de contato entre raízes, água e nutrientes.

Moraes (2001) com o objetivo de verificar o efeito da utilização de um polímero hidroretentor incorporado ao solo, sobre o intervalo de irrigação na cultura da alface, utilizou quatro doses de polímero em três turnos de rega diferentes e concluiu que houve efeito significativo na produção da cultura da alface quando se utilizou a maior dose do polímero ( $300 \text{ g m}^{-2}$  de canteiro) para um intervalo de irrigação de 5 dias.

Silva & Toscani (2000), também evidenciaram que os polímeros hidroretentores podem atuar como uma alternativa para situações em que não haja disponibilidade de água no solo, estresse hídrico, períodos longos de estiagem, etc.

Existem alguns trabalhos realizados verificando o efeito de polímeros hidroretentores em cafeeiros jovens e adultos, apresentando ainda resultados contraditórios. Calheiros et al. (2001), estudaram a eficiência do polímero hidroretentor como promotor da capacidade de armazenamento de água do solo e seu efeito no estabelecimento da cultura do café. Verificaram uma ação benéfica do hidroretentor no armazenamento de água pelo solo, melhorando o estabelecimento e o desenvolvimento das plantas e diminuindo a morte por estresse hídrico. Por fim, com respeito às transformações físico-hídricas do solo pela ação do produto, observou-se nas curvas ajustadas pela equação de Van Genuchten, que o polímero deslocou a curva para uma faixa de maior porcentagem de umidade, ou seja, sob mesma tensão, o solo apresenta-se mais úmido, aumentando a disponibilidade de água às plantas.

Ferreira et al. (2002), estudando o efeito do polímero hidroretentor no desenvolvimento inicial do cafeeiro em casa de vegetação sob diferentes níveis de déficit hídrico, observaram efeito não significativo da adição deste produto

nas características diâmetro de caule e sobrevivência das mudas. Verificaram também que o aumento nas doses do polímero proporcionou um menor incremento percentual nas variáveis altura de planta e área foliar.

Mendonça et al. (2002 a e b), estudando a produção de mudas de cafeeiro, cultivar Acaí e Rubi em tubetes com polímero hidroretentor adicionado ao substrato comercial Plantmax, concluíram que este produto não apresentou resultados satisfatórios para a produção de mudas de café, recomendando a condução de novos experimentos.

Lima et al. (2002), objetivando identificar a melhor dose de polímero hidroretentor sob diferentes lâminas de irrigação na produção de mudas de café cultivar Rubi, em tubetes de 120 mL com substrato comercial Plantmax, utilizaram 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 gramas/L de substrato, e concluíram que as lâminas de irrigação e doses de polímero exerceram influência negativa sobre a produção de mudas de cafeeiro.

Klein et al. (2002c) avaliando a retenção de água por um polímero hidroretentor, observaram que na capacidade de recipiente, o polímero apresentou uma retenção de água de 5408%. Quando o material foi submetido à tensão de 10 kPa, 319% da água foi retirada, indicando ser este mais apropriado para a utilização no solo, pois apresenta ótima capacidade de reter e disponibilizar água às plantas em tensões superiores.

Diante do exposto, percebe-se que substratos, polímero hidroretentor, nutrição e tamanho de recipientes para produção de mudas são temas frequentes de pesquisas, porém, não há consenso entre os resultados, indicando que ainda são necessários novos estudos visando elucidar questões ainda pendentes.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram instalados e conduzidos no Setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras – UFLA, localizada no sul do Estado de Minas Gerais, com uma altitude média de 910 metros, latitude de 21° 14' 06''S e longitude de 45° 00' 00''W. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é classificado como Cwa, temperado úmido. A temperatura média do mês mais quente é de 22,1°C, a do mês mais frio é de 15,8°C e a média anual é de 19,4°C. A precipitação anual média é de 1529,7 mm e a umidade relativa média anual é de 76,2% (Brasil, 1992).

#### **3.1 Recipientes**

Os recipientes utilizados foram tubetes de polietileno com capacidade de 50 e 120 mL. O de 50 mL possui forma cônica, seis estrias internas, 2,7 cm de diâmetro interno superior, 1,0 cm de diâmetro interno inferior e altura de 12,2 cm. O de 120 mL possui forma cônica, contendo cinco estrias internas, 3,7 cm de diâmetro interno da abertura superior, 0,8 cm de diâmetro interno da abertura inferior e 14 cm de altura.

#### **2.2 Substratos**

Foram testadas várias formulações de substratos nos experimentos realizados. O substrato comercial utilizado foi Plantmax hortaliças HT, substrato constituído à base de casca de pinus processada e enriquecida, vermiculita e turfa processada e enriquecida. Os outros materiais utilizados nas diferentes composições dos substratos foram casca de arroz carbonizada, vermiculita de

granulação fina, esterco bovino curtido e peneirado e terra argilosa de subsolo, peneirada.

O polímero hidroretentor utilizado como condicionador hídrico de solo foi o de marca comercial Hydrosolo, constituído de cadeias poliméricas, micronutrientes (Cu, Zn, Mo e Fe) e bicarbonatos. Trata-se de um pó insolúvel em água, de cor acinzentada e pH entre 5,0 e 5,5.

Para a fertilização dos substratos foi utilizada o fertilizante de liberação lenta Osmocote, formulação 15-10-10 de NPK acrescido de 3,5% de Ca, 1,5% de Mg, 3,0% de S, 0,02% de B, 0,05% de Cu, 0,5% de Fe, 0,1% de Mn, 0,004% de Mo e 0,05% de Zn. Foi utilizada a dosagem de 8,3 kg/m<sup>3</sup> de substrato (Melo, 1999), exceto no experimento 4 onde foi feito um estudo de doses deste fertilizante.

### **3.3 Cultivar**

A cultivar utilizada nos experimentos com plantas foi a Acaiá Cerrado, MG – 1474. As sementes foram colhidas no campo de produção de sementes do Setor de Cafeicultura da UFLA. Os frutos, no estágio de “cereja”, foram colhidos a dedo e despolidos. As sementes foram degomadas, secas à sombra, selecionadas e semeadas em germinador de areia durante o mês de abril. As sementes foram tratadas com fungicida recomendado para tratamento de sementes de cafeeiro (Pencycuron) na dosagem de 3 gramas por quilograma de sementes, e cobertas com uma camada de meio centímetro de areia no germinador. Para diminuir variações na umidade do substrato durante o dia, foi colocada uma tela plástica sombrite sobre o canteiro e este foi regado 2 a 3 vezes ao dia. Após o início da emergência das sementes o sombrite foi retirado e quando as plântulas atingiram o estágio de “palito de fósforo” foi feito o transplântio para os tubetes dos diferentes tratamentos.

### **3.4 O viveiro**

Os experimentos foram instalados e conduzidos no viveiro de mudas do Setor de Cafeicultura, Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras. Os tubetes foram colocados em um canteiro suspenso, a um metro de altura da superfície do solo, confeccionado com tela de arame ondulado com aberturas quadradas de 1 ½'', arame de 3,5 mm de diâmetro e com 1,2 m de largura.

A cobertura foi feita com sombrite de cor preta com passagem de 50% da luz, colocada a dois metros de altura em relação ao solo. As irrigações foram feitas duas vezes ao dia utilizando regadores manuais, procurando fornecer 4,5 mm de água por dia, de acordo com Guimarães et al. (1998).

O controle de doenças foi realizado aplicando produtos recomendados para a cultura de maneira preventiva (Benomyl e Mancozeb). O controle de pragas (Ácaro vermelho e Bicho Mineiro) foi feito após o aparecimento dos primeiros sinais das mesmas, utilizando os inseticidas Lambdacyhalothrin e Ethion.

### **3.5 Características avaliadas**

Os experimentos foram encerrados quando pelo menos 80% das plantas da parcela útil alcançaram o estágio mínimo para comercialização, isto é, quando apresentaram três pares de folhas verdadeiras, estando emitindo o quarto par (Guimarães & Mendes, 1998). As características avaliadas foram:

- a) Tempo para atingir o ponto comercial: em dias, contados a partir do transplântio até quando 80% das plantas da parcela útil atingissem 3 pares de folhas verdadeiras e início da emissão do quarto par;
- b) Altura das plantas: medida do colo até o meristema apical do ramo ortotrópico, obtendo-se a média por planta, em centímetros;

- c) Diâmetro do caule: medido na região do colo, obtendo-se o valor médio, em milímetros por planta;
- d) Área foliar: Obteve-se o valor médio, em centímetros quadrados por planta, estimado a partir da metodologia proposta por Huerta (1962) e Barros, et al. (1973), confirmada por Gomide et al. (1977), que consiste em medir o maior comprimento e a maior largura de uma das folhas de cada par, desde que esta não possua comprimento inferior a 2,5 centímetros. O valor obtido em cada folha de cada muda foi multiplicado pela constante 0,667, somados e multiplicados por dois para obter a área foliar de cada muda.
- e) Massa seca do sistema radicular e da parte aérea: As mudas foram retiradas dos tubetes e lavadas em água corrente. Em seguida, separou-se o sistema radicular da parte aérea cortando-se o caule na altura do colo. Os sistemas radiculares e as partes aéreas de cada parcela útil foram acondicionadas separadamente em sacos de papel, devidamente etiquetados e colocados para secar em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 60°C até atingirem peso constante. Pesou-se o material em balança de precisão e o resultado foi expresso em gramas por parcela de cinco plantas.
- f) Armazenamento de água (apenas para o experimento 1): medida a retenção de água em gramas por tubete após livre drenagem e sem perdas por evaporação e % de armazenamento de água, medida em porcentagem em relação ao peso seco de cada substrato. Metodologia descrita no item 3.7.1.

As parcelas dos experimentos onde houve transplântio de mudas foram compostas por 13 tubetes, sendo 5 úteis.

### **3.6 Análise estatística**

As análises estatísticas foram feitas, com base no delineamento adotado em cada experimento, realizando-se a análise de variância dos dados à

significância de 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, utilizando-se o programa computacional 'SISVAR', desenvolvido por Ferreira (2000). Quando diferenças significativas foram detectadas, os fatores qualitativos foram comparados entre si pelo teste de Scott-Knott, aos níveis de 5% e 1% de probabilidade e para os fatores quantitativos foi feito um estudo de regressão, segundo metodologia recomendada por Banzatto & Kronka (1995).

### **3.7 Experimentos**

Este trabalho, composto por quatro experimentos, foi realizado com os objetivos de avaliar a viabilidade técnica da utilização de substratos alternativos, contendo casca de arroz carbonizada e polímeros hidroretentores para produção de mudas de cafeeiro em tubetes, verificar o efeito da adição de doses de polímero hidroretentor na capacidade de armazenamento de água e no desenvolvimento de mudas de cafeeiro em substratos alternativos em tubetes, bem como verificar a qualidade de mudas de cafeeiro produzidas em tubetes de 50 e 120 mL, em função de diferentes doses de fertilizante de liberação lenta.

#### **3.7.1 Experimento 1: Efeito de doses de polímero hidroretentor na retenção de água por substratos alternativos em tubetes de 120 mL.**

O experimento foi montado e conduzido em casa de vegetação, no setor de Cafeicultura do Departamento de Agricultura da UFLA no período de 09 a 14/11/2002. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial (6x5) com 4 repetições, totalizando 30 tratamentos e 120 parcelas. Cada parcela foi composta por 3 tubetes. Os substratos utilizados foram: a) casca de arroz carbonizada (**CAC**); b) 70% de CAC + 30% de esterco bovino curtido e peneirado (**CAC + E**); c) 70% de CAC + 30% de vermiculita (**CAC + V**); d) 50% de CAC + 50% de substrato comercial Plantmax (**CAC + S. C.**); e) Substrato comercial Plantmax (**S. comercial**) e f) 70% de terra peneirada

+ 30% de esterco peneirado (**s. padrão**). Em cada um destes substratos foram adicionadas 5 doses de polímero hidroretentor: 0; 4; 8; 12 e 16 kg m<sup>-3</sup> de substrato. Inicialmente foram preparados todos os substratos, homogeneizando os mesmos em sacolas plásticas contendo quantidade suficiente para encher todos os tubetes de cada tratamento. Retirou-se uma amostra de cada substrato para a determinação da umidade original. Em seguida foram adicionadas as respectivas doses de polímero para cada tratamento. Encheu-se todos os tubetes e procedeu-se a pesagem de cada tubete contendo o substrato com sua umidade original (**P1**). A umidade original, por base no peso seco, dos substratos foi estimada por meio de secagem em estufa, os substratos apresentaram os seguintes valores de umidade: CAC: 0,4%; CAC + E: 0,33%; CAC + V: 0,49%; CAC + S. C.: 1,0%; S. Comercial: 1,17% e S. padrão: 0,14%. Em seguida os tubetes foram colocados em bandejas de isopor, para facilitar a movimentação, foram dispostos em blocos ao acaso e colocados em uma casa de vegetação onde recebeu uma irrigação abundante durante 12 horas, totalizando 100 mm de aplicação de água. Após a irrigação, as bandejas com os tubetes foram envoltos por uma lona preta, permanecendo cobertos por 48 horas para que toda a água em excesso drenasse. Transcorrido este período os tubetes foram novamente pesados, estando o substrato no máximo de retenção de água (**P2**) e sem haver ocorrido evaporação. O armazenamento de água pelos substratos foram quantificados em gramas de água por tubete (P2 – P1) e em % de armazenamento de água por meio da fórmula:

$$\frac{(P2 - P1).100}{P1}$$

### **3.7.2 Experimento 2: Produção de mudas de cafeeiro utilizando substratos alternativos contendo polímero hidrorretentor em tubetes de 120 mL.**

Este experimento foi montado e conduzido no viveiro de produção de mudas do Setor de Cafeicultura, do Departamento de Agricultura da UFLA no período de abril a novembro de 2002. O delineamento experimental e os tratamentos utilizados foram os mesmos do experimento anterior. A parcela foi composta por 13 tubetes sendo 5 úteis.

Foram preparados todos os substratos, adicionando-se o fertilizante de liberação lenta, na dosagem de  $8,3 \text{ kg m}^{-3}$  de substrato (Melo, 1999), e as respectivas doses do polímero hidrorretentor. Em seguida procedeu-se a homogeneização dos substratos em sacolas plásticas contendo quantidade suficiente para encher todos os tubetes de cada tratamento. O transplântio foi feito 97 dias após o semeio no germinador estando as plântulas no estágio de “palito de fósforo”.

### **3.7.3 Experimento 3: Substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada para produção de mudas de cafeeiro em tubetes na presença de polímero hidrorretentor.**

O experimento foi instalado e conduzido no viveiro de produção de mudas do Setor de Cafeicultura, do Departamento de Agricultura da UFLA no período de abril a novembro de 2002. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial ( $5 \times 2$ ) com 4 repetições, totalizando 10 tratamentos e 40 parcelas. A parcela foi composta por 13 tubetes sendo 5 úteis. Os tratamentos constaram de 5 proporções de casca de arroz carbonizada em relação ao substrato comercial (0%, 25%, 50%, 75% e 100%), com e sem a presença do polímero hidrorretentor, na dose fixa de 10 kg do polímero  $\text{m}^{-3}$  de substrato (recomendação do fabricante).

Os substratos foram preparados da mesma maneira dos experimentos anteriores, fazendo a mistura dos componentes, substratos, fertilizantes de liberação lenta e polímero hidroretentor, em sacolas e procedendo o enchimento dos tubetes com os respectivos substratos fazendo uma ligeira compactação.

O transplântio foi feito 99 dias após o semeio no germinador, estando as plântulas no estágio de “palito de fósforo”.

#### **3.7.4 Experimento 4: Desenvolvimento de mudas de cafeeiro produzidas em tubetes de 50 e 120 ml com diferentes doses de fertilizante de liberação lenta.**

O experimento foi instalado e conduzido no período de abril a novembro de 2002, no viveiro de produção de mudas do Setor de Cafeicultura da UFLA. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial (2 x 4) com 4 repetições, totalizando 8 tratamentos e 32 parcelas. Os tratamentos constaram de 4 doses de fertilizante de liberação lenta (0,4; 0,7; 1,0 e 1,3 gramas por tubete) em tubetes de 50 e 120 mL utilizando substrato comercial.

Os tubetes foram cheios com o substrato sem a adição do fertilizante. O transplântio foi feito 104 dias após o semeio no germinador estando as plântulas no estágio de “orelha de onça”. Dez dias após o transplântio, quando as plântulas já se apresentavam adaptadas às novas condições, foi feita a aplicação em cobertura das diferentes doses do fertilizante de liberação lenta, técnica testada e aprovada por Melo (1999).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1: Efeito de doses de polímero hidroretentor na retenção de água por substratos alternativos em tubetes de 120 mL.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados do resumo da análise de variância para as características armazenamento de água por tubete de 120 mL e porcentagem de armazenamento de água com base no peso seco do substrato na combinação de substratos e doses de polímero hidroretentor.

Para os substratos estudados, doses de polímero e interação substrato x dose, observa-se efeito significativo para as duas características avaliadas, indicando existir uma dependência entre os efeitos dos fatores.

TABELA 1 – Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias gerais para armazenamento de água por tubete e % de armazenamento de água. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Causas de variação	G. L.	Quadrados médios	
		Armazenamento (g/tubete)	Armazenamento (%)
Substrato (S)	5	2878,0006**	39553,4712**
Dose (D)	4	320,4249**	1285,5656**
S x D	20	40,9012**	225,1789**
Bloco	3	61,8540*	94,2715**
Erro	87	524,8392	19,9806
C. V. (%)		6,50	6,07
Média geral		37,80	73,67

\* e \*\* significativo a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Nas Tabelas 2 e 3 são apresentados respectivamente os resumos das análises de variância dos desdobramentos de substrato dentro de cada nível de dose de polímero e dose de polímero dentro de cada substrato. As significâncias

obtidas nos desdobramentos serão discutidas a seguir, de forma individual, dentro dos comentários referentes a cada uma das características avaliadas.

TABELA 2 – Resumo das análises de variância do desdobramento de substrato dentro de cada nível de dose de polímero hidroretentor para armazenamento de água. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Causas de variação	Dose	G. L.	Quadrados médios	
			Armazenamento (g/tubete)	Armazenamento (%)
Substrato	0	5	388,3481**	5521,0815**
Substrato	4	5	478,5418**	6118,2599**
Substrato	8	5	528,3844**	8125,9729**
Substrato	12	5	809,3101**	9698,1160**
Substrato	16	5	837,0210**	10990,7566**
Resíduo		87	524,8392	19,9806

\* e \*\* significativo a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

TABELA 3 – Resumo das análises de variância do desdobramento de dose de polímero hidroretentor dentro de cada substrato para armazenamento de água. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Causas de variação	Substrato	G. L.	Quadrados médios	
			Armazenamento (g/tubete)	Armazenamento (%)
Dose	CAC	4	255,5388**	1465,7531**
Dose	CAC + E	4	110,0901**	347,6460**
Dose	CAC+ V	4	119,7382**	564,1288**
Dose	CAC + S.C.	4	14,3729 <sup>(5,72)</sup> <sub>⊥</sub>	21,0833
Dose	S. Comercial	4	23,5215**	11,4041
Dose	S. Padrão	4	1,6695	1,4451
Resíduo		87	524,8392	19,9806

\*\* significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

<sub>⊥</sub> 5,72%: Nível de significância do desdobramento.

### Armazenamento de água por tubete de 120 mL

No desdobramento de substrato dentro de cada nível de dose de polímero (Tabela 2) observa-se que houve efeito significativo em todas as doses, indicando que os substratos apresentam armazenamento de água diferentes em cada uma das doses estudadas. Na Tabela 4, são apresentadas as médias de cada substrato em função das doses de polímero hidroretentor em estudo. O substrato CAC + V apresentou maiores valores de armazenamento de água por tubete em todas as doses de polímero, sendo significativamente semelhante ao substrato CAC + E, nas doses de 0 e 12 kg de polímero m<sup>-3</sup> de substrato.

TABELA 4 – Valores médios de armazenamento de água em gramas por tubete de seis substratos com cinco doses de polímero hidroretentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Substrato	Doses de polímero (kg m <sup>-3</sup> de substrato)				
	0	4	8	12	16
CAC	35,42 b	35,61 c	45,33 b	46,03 b	54,38 b
CAC + E	41,81 a	43,22 b	46,24 b	53,31 a	52,41 b
CAC + V	44,63 a	48,80 a	52,33 a	55,51 a	58,54 a
CAC + S. C.	24,67 c	25,50 d	26,31 d	25,59 d	29,55 d
S. Comercial	19,12 d	19,24 e	23,93 d	21,71 e	24,12 e
S. Padrão	35,53 b	36,24 c	37,22 c	35,98 c	35,84 c

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

O “substrato comercial” apresentou as menores médias de armazenamento de água em todas as doses estudadas, demonstrando a ineficiência do uso de polímeros hidroretentores nesse tipo de substrato. Também Mendonça, et al. (2002 a e b) e Lima et al. (2002) tiveram piores resultados com o uso desse produto, trabalhando com mudas em tubetes e substrato comercial. O substrato padrão, que tem solo em sua composição também não alcançou boas médias de armazenamento de água, sendo esses

resultados semelhantes aos obtidos por Ferreira, et al. (2002) e Hüttermann et al. (1999), que utilizando solo como substrato estudaram o efeito do polímero hidrorretentor no cafeeiro, observando efeito não significativo da adição deste produto e que o aumento nas doses do polímero proporcionou um menor desenvolvimento das plantas.

Os demais substratos apresentaram resultados intermediários. Percebe-se que os substratos mais porosos e leves apresentaram maiores médias de armazenamento de água em relação aos menos porosos e mais pesados.

Para a característica armazenamento de água por tubete (Tabela 3), houve efeito significativo da adição do polímero hidrorretentor para os substratos CAC, CAC +E, CAC + V e substrato comercial. Para CAC + S. C., houve efeito significativo ao nível de 5,72%. Para estes substratos a adição do polímero proporcionou diferenças significativas no armazenamento de água por tubete (Figura 2). Em todos estes, a adição de doses crescentes de polímero hidrorretentor proporcionou aumento no armazenamento de água, resultado este semelhante ao alcançado por Prevedello & Balena (2000) que estudando a capacidade de retenção de água por dois tipos de solo, observaram que a areia quartzosa apresentou um acréscimo na retenção em torno de 7,5 vezes, devido à adição de polímero hidrorretentor ao passo que o latossolo estudado obteve uma aumento na retenção de duas vezes. Já o substrato padrão, composto por 70% de terra argilosa e 30% de esterco não apresentou efeito significativo na alteração do armazenamento de água por tubete de 120 mL em função da adição polímero hidrorretentor nas doses estudadas. Este resultado concorda com Smagin & Sadovnikova (1995), que relata que os polímeros hidrorretentores incorporados a solos, têm seu poder de expansão e retenção de água bastante prejudicados, devido ao espaço limitado de poros.

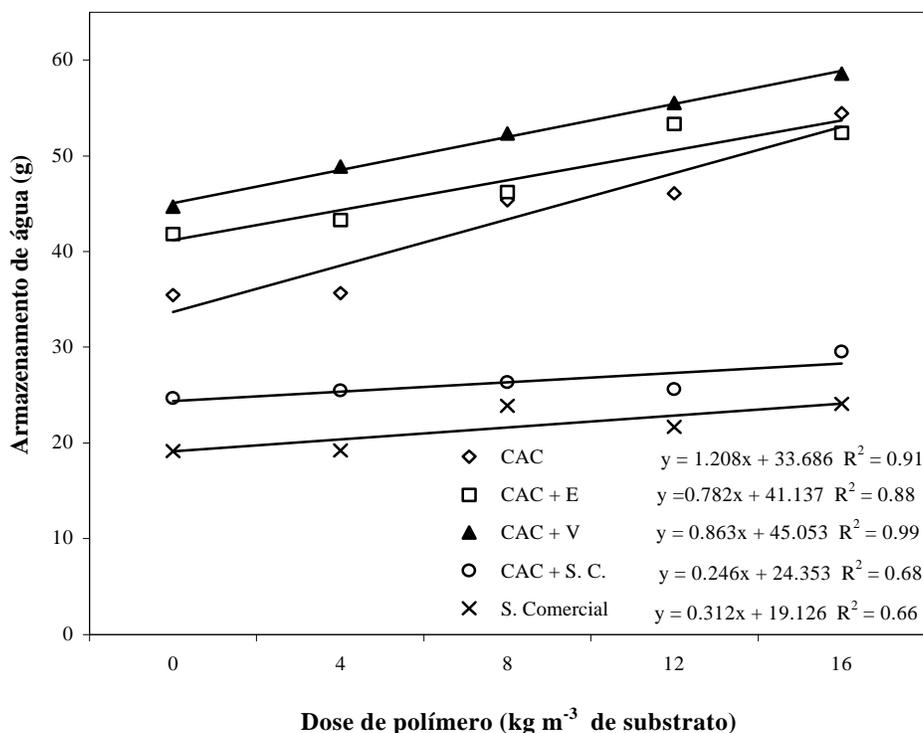


FIGURA 2 – Representação gráfica e equações de regressão para armazenamento de água por tubete de 120 mL, de cinco substratos em função de doses de polímero hidrotentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

### Porcentagem de armazenamento de água

Para a característica % de armazenamento de água com base no peso seco do substrato, observa-se no desdobramento de substrato dentro de cada dose de polímero (Tabela 2), efeito significativo para todas as doses. Na Tabela 5, são apresentadas as médias de cada substrato em função das dose de polímero hidrotentor. Novamente, nesta característica, o substrato CAC + V obteve média significativamente superior a todos os outros. As piores médias foram obtidas pelos substratos comercial e padrão. Assim como para a característica armazenamento de água por tubete, os substratos com maior porosidade e mais

leves, como já era de se esperar, apresentaram melhores médias em relação aos outros resultados, uma vez que esta característica é medida em função do peso seco de cada substrato.

No desdobramento de dose de polímero dentro de cada substrato, foram observados efeitos significativos apenas para os substratos CAC + V, CAC + E e CAC. Na Figura 3, pode-se observar que, nestes substratos, a adição de polímero hidroretentor proporcionou um aumento na porcentagem de armazenamento de água, seguindo uma tendência linear. Para os demais substratos a adição de polímero hidroretentor não alterou significativamente a porcentagem de armazenamento de água.

TABELA 5 - Valores médios de % de armazenamento de água com base no peso seco de seis substratos com cinco doses de polímero hidroretentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Substrato	Doses de polímero (kg m <sup>-3</sup> de substrato)				
	0	4	8	12	16
CAC	85,72 c	92,71 b	111,44 b	119,63 b	132,28 b
CAC + E	94,68 b	96,44 b	105,09 b	112,23 c	115,17 c
CAC + V	112,58 a	117,72 a	129,57 a	135,45 a	140,87 a
CAC + S. C.	39,07 d	42,80 c	43,79 c	41,89 d	45,18 d
S. Comercial	25,65 e	25,27 e	29,08 d	27,68 e	28,43 e
S. Padrão	31,20 e	32,01 d	31,82 d	32,38 e	32,80 e

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

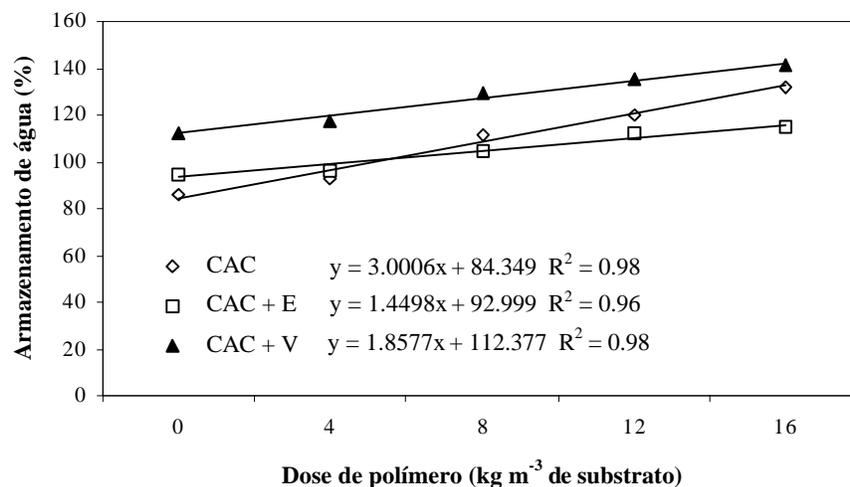


FIGURA 3 – Regressão para % de armazenamento de água com base no peso seco de cinco substratos em função de doses de polímero hidroretentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

#### 4.2 Experimento 2: Produção de mudas de cafeeiro utilizando substratos alternativos contendo polímero hidroretentor em tubetes de 120 mL.

Na Tabela 6, são apresentados os resultados do resumo da análise de variância para as características “tempo para atingir o ponto comercial”, “altura de planta”, “diâmetro do caule”, “massa seca da parte aérea (MSPA)”, “massa seca do sistema radicular (MSSR)”, “relação MSPA/MSSR”, “relação MSSR/MSPA” e “área foliar” na combinação de substratos e doses de polímero hidroretentor.

Para os substratos estudados observa-se efeito significativo, a 1 ou 5% de probabilidade pelo teste F, para todas as características avaliadas. Enquanto que para a adição de doses de polímero hidroretentor não foram observados

efeitos significativos apenas para as características tempo para atingir o ponto comercial, diâmetro de caule e massa seca do sistema radicular.

A interação entre substratos e doses de polímero hidretentor não revelou diferenças significativas apenas para diâmetro de caule, e para as relações MSPA/MSSR e MSSR/MSPA, sendo significativas para as demais características, indicando que o comportamento do substrato é influenciado pela dose de polímero hidretentor utilizada. As Tabelas 7 e 8 apresentam respectivamente o resumo das análises de variância dos desdobramentos de substrato dentro de cada nível de dose de polímero e dose de polímero dentro de cada nível de substrato. As significâncias obtidas nos desdobramentos serão discutidas a seguir, de forma individual, dentro dos comentários referentes a cada uma das características avaliadas.

### **Tempo para atingir o ponto comercial**

Na Tabela 7, pode-se observar efeito significativo para substratos em todas as doses de polímero hidretentor estudadas, indicando que para cada dose, pelo menos um substrato apresentou um tempo para formação de mudas comerciais diferente dos demais. As médias de tempo para cada substrato em função das doses de polímero são apresentadas na Tabela 9. Observa-se que o substrato padrão apresentou médias elevadas para tempo de formação de mudas, significativamente semelhante ao comercial na ausência de polímero. O substrato padrão demandou maior tempo na formação das mudas que todos os outros substratos nas demais doses, provavelmente devido à menor aeração deste substrato em função da granulometria de suas partículas (Kampf, 2000), volume reduzido do tubete e presença do polímero. Os demais substratos apresentaram menores tempos para a produção de mudas, sendo semelhantes entre si, exceto o substrato CAC + E na dose de  $8 \text{ kg m}^{-3}$  de substrato, que apresentou uma média intermediária. Na Tabela 8 é apresentado o desdobramento de dose dentro de

TABELA 6 – Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias gerais para oito características da produção mudas de cafeeiro em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Causas de variação	G L	Quadrados Médios							
		Tempo (dias)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MSPA (g)	MSSR (g)	PA/SR	SR/PA	Área Foliar (cm <sup>2</sup> )
Substrato (S)	5	413,4150**	54,9357**	0,1464**	11,8172**	1,6579**	0,3091*	0,0047**	15311,3735**
Dose (D)	4	28,4375	4,2870**	0,0332	1,1999**	0,0505	0,2763*	0,0037*	955,3314**
S x D	20	31,6775**	3,4730**	0,0367	0,8527**	0,1330**	0,1390	0,0018	745,5319**
Bloco	3	25,9194	2,1548**	0,0348	0,2411	0,1038	0,3310*	0,0047*	538,4707*
Erro	87	14,7355	0,9174	0,0237	0,2008	0,0473	0,0975	0,0013	147,2967
<b>C. V. (%)</b>		<b>3,90</b>	<b>7,24</b>	<b>6,03</b>	<b>9,98</b>	<b>13,92</b>	<b>10,73</b>	<b>10,51</b>	<b>9,28</b>
<b>Média geral</b>		<b>98,38</b>	<b>13,23</b>	<b>2,56</b>	<b>4,49</b>	<b>1,56</b>	<b>2,91</b>	<b>0,35</b>	<b>130,75</b>

\* e \*\* significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 7 – Resumo das análises de variância do desdobramento de substrato dentro de cada nível de dose de polímero hidroretentor na produção mudas de cafeeiro em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Causas de variação	Dose	G L	Quadrados Médios				
			Tempo (dias)	Altura (cm)	MSPA (g)	MSSR (g)	Área Foliar (cm <sup>2</sup> )
Substrato	0	5	132,1000**	15,3781**	4,1269**	0,4879**	4274,6535**
Substrato	4	5	48,0417**	15,5814**	3,0973**	0,3889**	3621,1307**
Substrato	8	5	109,5417**	12,2089**	2,4929**	0,4228**	3301,9645**
Substrato	12	5	144,8417**	13,0701**	2,9400**	0,4212**	3611,3717**
Substrato	16	5	105,6000**	12,5890**	2,5708**	0,4692**	3484,3808**
Resíduo		87	14,7355	0,9174	0,2008	0,0473	147,2967

\*\* significativo ao nível de 1% pelo teste F.

TABELA 8 – Resumo das análises de variância do desdobramento de dose de polímero hidroretentor dentro de substrato na produção mudas de cafeeiro em tubetes. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Causas de variação	Substrato	G L	Quadrados Médios				
			Tempo (dias)	Altura (cm)	MSPA (g)	MSSR (g)	Área Foliar (cm <sup>2</sup> )
Dose	CAC	4	16,1750	2,0647	1,3049**	0,0791	1212,3788**
Dose	CAC+E	4	16,4250	2,1152	0,2806	0,0871	325,2020
Dose	CAC+V	4	8,8000	2,5595*	0,6149*	0,1362*	683,2922**
Dose	CAC+S.C.	4	36,1750	2,4757*	0,7568**	0,0943	457,6851*
Dose	S. C.	4	73,2000**	8,9908**	1,8058**	0,2392**	1448,7730**
Dose	S. padrão	4	36,0500	3,4459**	0,7004*	0,0795	555,6598**
Resíduo		87	14,7355	0,9174	0,2008	0,0473	147,2967

\* e \*\* significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 9 – Valores médios de tempo em dias para atingir ponto comercial em mudas de cafeeiro produzidas em seis substratos com cinco doses de polímero hidroretentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Substrato	Doses de Polímero (kg m <sup>-3</sup> de substrato)				
	0	4	8	12	16
CAC	93,75 a	96,00 a	96,75 a	99,00 a	98,00 a
CAC + E	96,50 a	97,75 a	100,00 b	98,75 a	94,75 a
CAC + V	94,00 a	95,50 a	92,25 a	96,00 a	95,00 a
CAC + S. C.	93,25 a	99,50 a	93,00 a	97,50 a	93,25 a
S. comercial	106,00 b	100,00 a	95,00 a	96,50 a	98,00 a
S. padrão	104,50 b	105,00 b	106,25 c	112,00 b	107,50 b

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

cada substrato, observa-se efeito significativo apenas para o substrato comercial, sendo que a adição de polímero hidroretentor até a dose de 10,5 kg m<sup>-3</sup> de substrato proporcionou uma diminuição no tempo para formação de mudas, e a partir dessa dose voltou a aumentar o tempo, seguindo uma tendência quadrática (Figura 4). Este fato deve-se provavelmente à diminuição do espaço de aeração no substrato comercial, quando se adiciona polímero hidroretentor, como visto no experimento anterior.

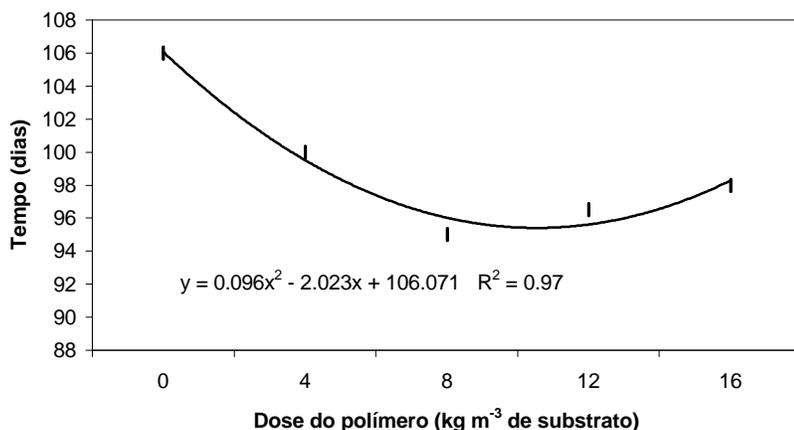


FIGURA 4 – Regressão para tempo de formação de mudas comerciais de cafeeiro com substrato comercial em função de doses de polímero hidrotentador. UFLA, Lavras, MG, 2003.

### Altura

Na Tabela 10 são apresentadas as médias de altura das mudas nos diferentes substratos em cada dose de polímero hidrotentador. Observa-se que na ausência de polímero (dose zero) os substratos comercial e padrão apresentaram médias semelhantes entre si e inferiores às demais. Na dose de 4 kg m<sup>-3</sup>, o substrato CAC + V apresentou a maior altura e o substrato padrão, a menor. Os demais substratos alcançaram médias intermediárias e semelhantes entre si. Nas dose 8 e 12 kg m<sup>-3</sup>, o substrato padrão também foi inferior e os outros substratos foram semelhantes entre si. Na maior dose (16 kg m<sup>-3</sup>), os substratos CAC + V e CAC + S. C. apresentaram médias superiores, o substrato padrão apresentou média inferior e os demais apresentaram médias intermediárias de altura de mudas. Na Tabela 8 observa-se efeito significativo da adição de doses de polímero hidrotentador apenas nos substratos CAC + V, CAC + S. C., padrão e comercial (Figura 5). Sendo que apenas este último apresentou tendência de aumento na altura de mudas em função do aumento na dose de polímero,

TABELA 10 – Valores médios de altura de mudas de cafeeiro, em centímetros, produzidas em seis substratos com cinco doses de polímero hidrotentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Substrato	Doses de Polímero (kg m <sup>-3</sup> de substrato)				
	0	4	8	12	16
CAC	14,62 a	13,77 b	13,06 a	13,00 a	12,96 b
CAC + E	14,21 a	13,93 b	14,19 a	12,69 a	12,93 b
CAC + V	15,75 a	16,10 a	14,83 a	14,51 a	14,25 a
CAC + S. C.	14,52 a	12,67 b	14,61 a	13,82 a	14,21 a
S. comercial	10,69 b	14,26 b	14,42 a	13,27 a	12,84 b
S. padrão	11,63 b	10,15 c	10,21 b	9,32 b	9,39 c

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

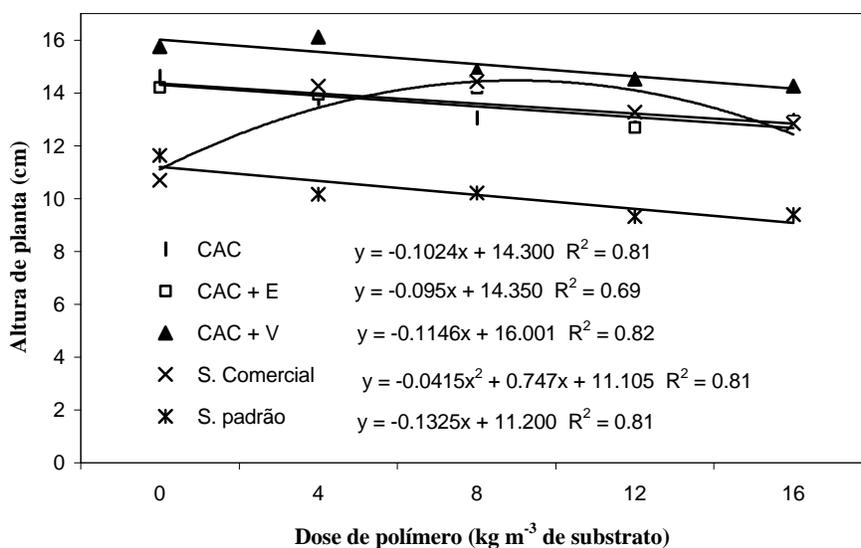


FIGURA 5 – Regressão para Altura de mudas de cafeeiro em cinco substratos em função de doses de polímero hidrotentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

seguindo uma tendência quadrática, alcançando a altura máxima na dose de 9 kg m<sup>-3</sup> de substrato. Nos demais a tendência foi linear e decrescente à medida em que se aumentava a dose de polímero.

### **Diâmetro**

O diâmetro do caule apresentou efeito significativo apenas para substrato (Tabela 6), indicando que, há diferença entre os substratos independente da dose de polímero. Na Tabela 11, observa-se que apenas o substrato Padrão apresentou média inferior aos demais substratos. Percebe-se que esta é uma característica pouco influenciada por fatores ligados ao substrato.

TABELA 11 – Valores médios de diâmetro de caule de mudas de cafeeiro, em milímetros, em diferentes substratos. UFLA, Lavras, MG, 2003.

<b>Substratos</b>	<b>Médias</b>
CAC	2,61 a
CAC + E	2,61 a
CAC + V	2,64 a
CAC + S. C.	2,55 a
S. comercial	2,52 a
Substrato padrão	2,40 b

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

### **Massa seca da parte aérea**

As médias obtidas por cada substrato em cada dose estudada encontram-se na Tabela 12. Observa-se novamente que o substrato padrão apresentou as menores médias em todas as doses. O substrato CAC + V apresentou as maiores médias na dose 4 e continuou com médias superiores, porém se igualando a outros substratos nas demais doses. O desdobramento de dose dentro de

substratos apresentou efeito significativo da adição de polímero hidroretentor nos substratos CAC, CAC + V, CAC + S. C., padrão e comercial.

TABELA 12 – Valores médios de massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas de cafeeiro, em gramas por parcela de cinco plantas, produzidas em seis substratos com cinco doses de polímero hidroretentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Substrato	Doses de Polímero (kg m <sup>-3</sup> de substrato)				
	0	4	8	12	16
CAC	5,54 a	5,04 b	4,33 b	4,38 a	4,22 a
CAC + E	4,84 b	4,70 b	4,54 b	4,31 a	4,20 a
CAC + V	5,45 a	5,75 a	5,45 a	4,87 a	4,87 a
CAC + S. C.	5,52 a	4,36 b	5,17 a	4,81 a	4,84 a
S. comercial	3,28 c	4,87 b	4,89 a	4,68 a	4,53 a
S. padrão	3,62 c	3,11 c	3,22 c	2,58 b	2,70 b

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Os dois primeiros juntamente com o substrato padrão apresentaram tendência linear negativa, à medida em que se aumentava a dose de polímero, o substrato CAC + S. C. apresentou tendência cúbica, não permitindo inferências práticas, enquanto que o substrato comercial apresentou tendência de aumento na MSPA de forma quadrática (Figura 6). Estes resultados obtidos com substrato padrão são muito semelhantes aos obtidos na característica altura de mudas de cafeeiro em que a dose ideal era de 9 kg m<sup>-3</sup> de substrato, sendo que para essa característica a dose ideal foi de 9,7 kg m<sup>-3</sup> de substrato.

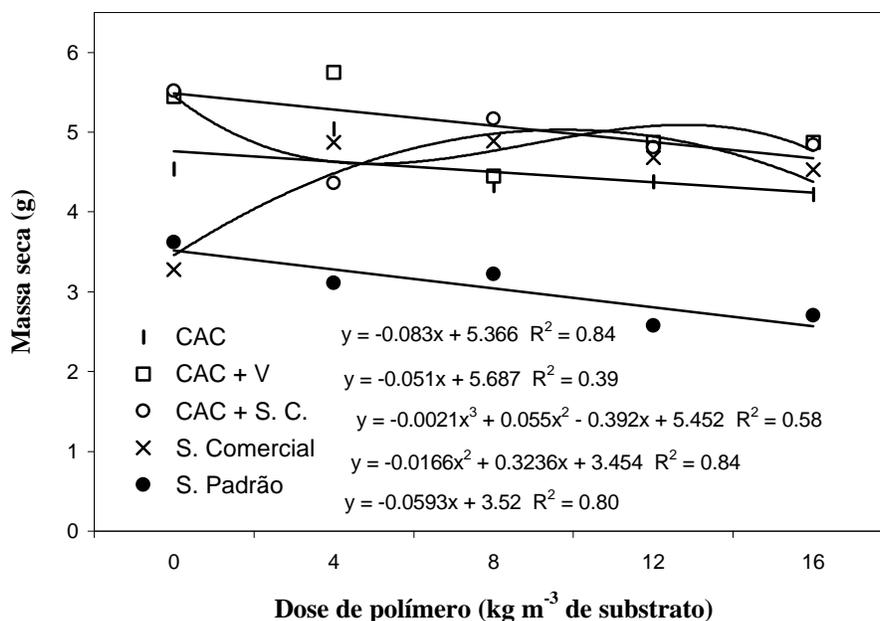


FIGURA 6 – Regressão para massa seca da parte aérea de mudas de cafeeiro em cinco substratos em função de doses de polímero hidroretentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

### Massa seca do sistema radicular

A massa seca do sistema radicular das mudas de cafeeiro sofreu influência de substrato em todas as doses de polímero utilizadas (Tabela 7), as médias apresentadas na Tabela 13 mostram uma tendência semelhante às apresentadas em outras características, sendo o substrato padrão inferior aos demais em todas as doses, sendo significativamente semelhante ao substrato comercial na dose zero. O substrato CAC + V foi superior a todos os outros na dose de 8 kg m<sup>-3</sup> e nas outras doses também foi superior sendo, no máximo igualado por outros. Isto pode ser devido ao fato de que estes substratos com grande quantidade de casca de arroz carbonizada e, principalmente acrescida com vermiculita apresenta alto índice de aeração no substrato e também alta capacidade de armazenamento de água.

A massa seca do sistema radicular em função das doses de polímero hidroretentor apresentou um comportamento quadrático para os dois substratos que apresentaram efeito significativo no desdobramento de dose dentro de substratos (Tabela 8), sendo que a massa seca aumenta até as doses de  $9,2 \text{ kg m}^{-3}$  de substrato para CAC + V e  $9,4 \text{ kg m}^{-3}$  de substrato para o substrato comercial, em seguida começa a diminuir, podendo ser devido ao excesso de umidade, diminuindo a aeração dos mesmos (Figura 7).

TABELA 13 – Valores médios de massa seca do sistema radicular (MSSR) de mudas de cafeeiro, em gramas por parcela de cinco plantas, produzidas em seis substratos com cinco doses de polímero hidroretentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Substrato	Doses de Polímero ( $\text{kg m}^{-3}$ de substrato)				
	0	4	8	12	16
CAC	1,97 a	1,83 a	1,65 b	1,66 a	1,67 a
CAC + E	1,72 a	1,69 a	1,40 c	1,54 a	1,42 b
CAC + V	1,61 a	1,89 a	2,12 a	1,79 a	1,87 a
CAC + S. C.	1,81 a	1,44 b	1,79 b	1,64 a	1,78 a
S. comercial	1,08 b	1,54 b	1,68 b	1,67 a	1,41 b
S. padrão	1,08 b	1,04 c	1,17 c	0,89 b	0,93 c

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

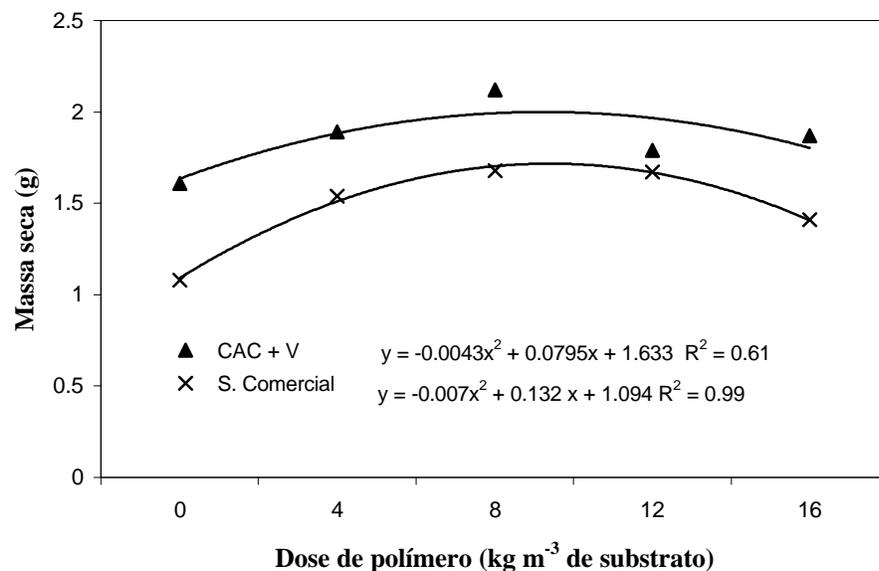


FIGURA 7 – Regressão para massa seca do sistema radicular de mudas de café em função de doses de polímero hidroretentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

#### Relações MSPA/MSSR e MSSR/MSPA

Estas duas características serão discutidas conjuntamente pelo fato de serem inversamente proporcionais. Não foram observados efeitos significativos para a interação substrato x doses de polímero, porém efeitos significativos para substratos e doses foram observados (Tabela 6). Na Tabela 14 e na Figura 8, são apresentadas as médias de cada substrato e o comportamento destas características em função das doses de polímero utilizadas. O substrato CAC foi significativamente superior aos demais tanto na relação MSPA/MSSR quanto MSSR/MSPA. De uma maneira geral o comportamento da relação MSPA/MSSR em função das doses de polímero seguiu uma tendência linear negativa à medida em que se aumentava a dose de polímero hidroretentor e vice-versa para a relação MSSR/MSPA. Isto se deve ao fato de que a adição de polímero resultou em uma diminuição na MSPA das plantas de três substratos, ao passo que aumentou a MSSR de dois deles.

TABELA 14 – Valores médios das relações MSPA/MSSR e MSSR/MSPA de mudas de cafeeiro em diferentes substratos. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Substratos	MSPA/MSSR	MSSR/MSPA
CAC	2,69 a	0,38 a
CAC + E	2,94 b	0,34 b
CAC + V	2,90 b	0,35 b
CAC + S. C.	2,94 b	0,34 b
S. comercial	3,07 b	0,33 b
S. padrão	2,93 b	0,34 b

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

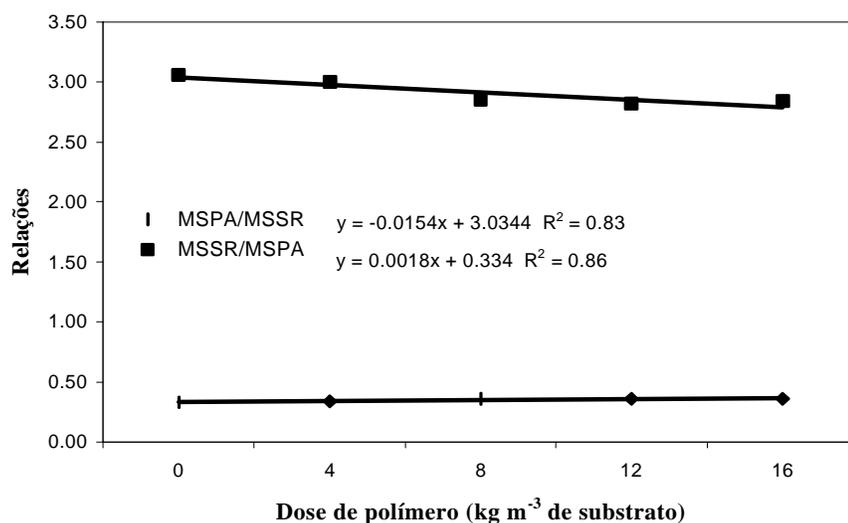


FIGURA 8 – Regressão para relação MSSR/MSPA e MSPA/MSSR de mudas de cafeeiro em função de doses de polímero hidrorretentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Este resultado de relação MSPA/MSSR, para mudas com três pares de folhas, são inferiores aos encontrados por Kainuma et al. (2001) que consideraram ideal a relação parte aérea/sistema radicular entre 4 e 7, porém, estes pesquisadores trabalharam com mudas com 5 pares de folhas. Entretanto, sabe-se que uma relação MSPA/MSSR mais baixa é desejável, desde que o desenvolvimento tanto da parte aérea quanto do sistema radicular seja satisfatório.

### **Área foliar**

Foram observados efeitos significativos de substratos, doses de polímero e da interação destes fatores na área foliar de mudas de cafeeiro (Tabela 6). Pela Tabela 7, observa-se efeito significativo em todas as doses, indicando que em cada uma, pelo menos um substrato proporcionou médias de área foliar diferentes das demais. Na Tabela 15, são apresentadas as médias de cada substrato nas doses em estudo. Novamente o substrato padrão apresentou as menores médias em todas as doses. Destacando-se também os substratos CAC + V e CAC + S. C. que alcançaram médias superiores em todas as doses, sendo igualadas pelos substratos CAC e CAC + E, nas doses de 4, 8 e 12 kg m<sup>-3</sup> de substrato.

O comportamento da área foliar de mudas de cafeeiro em função das doses polímero hidrotentor apresentou resultados muito parecidos com o obtido na altura de mudas, sendo que efeitos significativos foram obtidos nos substratos CAC, CAC + V, CAC + S. C., substrato comercial e substrato padrão (Figura 9). O substrato CAC + S. C., assim como para a matéria seca da parte aérea, apresentou tendência cúbica para área foliar. O substrato comercial apresentou comportamento quadrático positivo, enquanto que para os demais, a tendência foi sempre negativa, sendo linear para substrato padrão e CAC + V e

TABELA 15 – Valores médios de área foliar de mudas de cafeeiro, em centímetros quadrados, produzidas em seis substratos com cinco doses de polímero hidroretentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Substrato	Doses de Polímero (kg m <sup>-3</sup> de substrato)				
	0	4	8	12	16
CAC	164,64 a	144,54 a	124,54 a	129,52 a	123,55 b
CAC + E	143,97 b	143,21 a	140,95 a	128,84 a	124,41 b
CAC + V	162,41 a	167,08 a	152,25 a	138,97 a	138,67 a
CAC + S. C.	160,26 a	134,02 a	160,07 a	150,78 a	152,76 a
S. Comercial	97,37 c	144,16 a	142,11 a	131,98 a	135,81 a
S. Padrão	94,88 c	77,96 b	80,02 b	65,22 b	67,67 c

Médias seguidas pelas mesmas letras na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Skott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

quadrática para CAC. A tendência quadrática para o substrato comercial pode ser devido ao fato deste substrato apresentar baixa capacidade de armazenamento de água, conforme experimento anterior, e a adição do polímero, até a dose de 9,9 kg m<sup>-3</sup> de substrato melhorou a disponibilidade de água favorecendo um maior crescimento.

Os resultados alcançados neste experimento são semelhantes aos obtidos por Melo (1999), que estudando substratos e fontes de fósforo na produção de mudas de cafeeiro, utilizou substrato comercial e um substrato alternativo (mais poroso) formado por 60% de composto orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra de subsolo, alcançando resultados superiores para área foliar, massa seca da parte aérea e do sistema radicular quando utilizou o substrato alternativo.

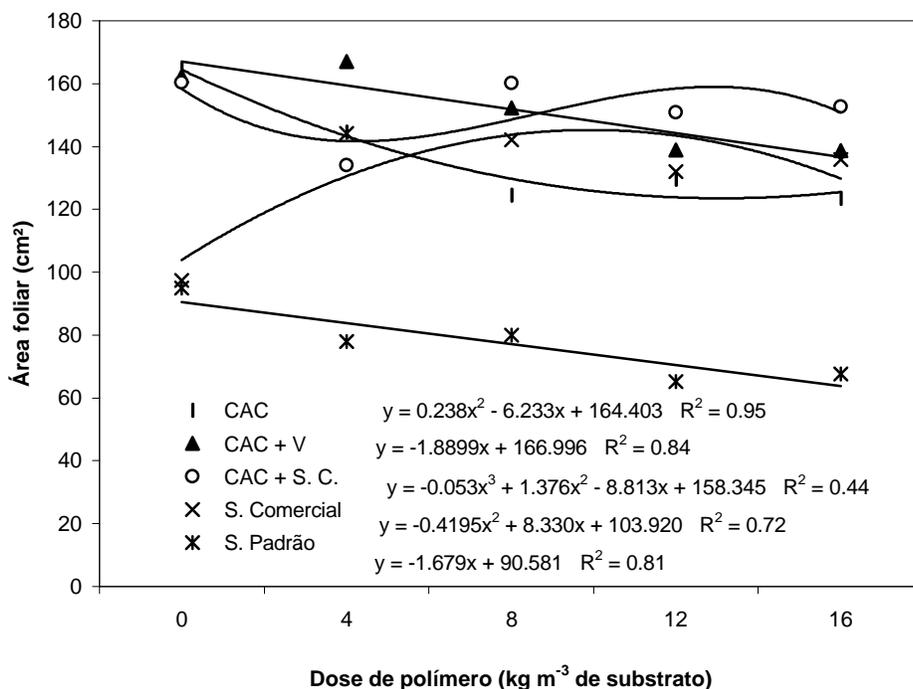


FIGURA 9 – Regressão para área foliar de mudas de cafeeiro em função de doses de polímero hidrorretentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Com relação à altura da muda e área foliar, os resultados alcançados concordam também com Ferreira et al. (2002), que obtiveram efeitos semelhantes em mudas de cafeeiro recém implantadas, utilizando solo argiloso com adição de 10% de esterco bovino. Porém, com relação ao substrato comercial, são contrários aos obtidos por Lima et al. (2002) e Mendonça, et al. (2002 a e b), que utilizando este substrato acrescido de polímero hidrorretentor alcançaram menores áreas foliares à medida em que aumentava a dose deste polímero. Vale ressaltar que o polímero utilizado por estes dois últimos autores é outro, podendo ter outra dinâmica no substrato em questão.

Esta tendência geral de diminuição das características de crescimento de mudas pode ser explicada pela diminuição da aeração dos substratos utilizados pela adição dos polímeros, visto que mesmo os constituídos de, pelo menos 70%

de casca de arroz carbonizada, oferecem boa retenção de água, superior ao substrato comercial, e também altos níveis de aeração. Por se tratarem de substratos muito porosos, esta característica favorece o desenvolvimento, radicular e, conseqüentemente, de toda a muda.

Para maiores esclarecimentos sobre as particularidades dos substrato estudados em função das doses de polímero hidroretentor é recomendável que se faça um estudo aprofundado de cada um deles, avaliando suas características físicas (densidade de volume, porosidade e curva de retenção de água) e químicas (pH, CTC, salinidade e níveis de macro e micronutrientes).

### **4.3 Experimento 3: Substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada para produção de mudas de cafeeiro em tubetes na presença de polímero hidroretentor.**

O resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias gerais referentes a oito características de produção de mudas de cafeeiro em tubetes encontram-se na Tabela 16.

Foram observadas diferenças significativas para o efeito de % de substrato comercial em todas as características, exceto diâmetro do caule. Com relação ao efeito da adição de polímero hidroretentor, diferenças significativas foram observadas para as características tempo para formação de mudas comerciais de cafeeiro, altura da muda, MSPA, MSSR e área foliar.

A interação entre % de substrato comercial x presença de polímero não revelou efeito significativo para nenhuma característica avaliada, indicando que o comportamento das mudas em cada substrato, não depende da presença do polímero hidroretentor.

#### **Tempo para formação de mudas comerciais**

As médias observadas para tempo de formação de mudas comerciais na presença e ausência de polímero hidroretentor são apresentadas na Tabela 17. Observa-se que existe diferença significativa entre estas, sendo que a ausência de polímero propiciou a formação de mudas em menor tempo, embora a diferença alcançada, cerca de 2,6 dias, não traduz, na prática, em grandes benefícios para a atividade.

TABELA 16 – Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias gerais de oito características de produção de mudas de cafeeiro em função de % de substrato comercial e presença de polímero hidroretentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Causas de variação	G L	Quadrados Médios							
		Tempo (dias)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MSPA (g)	MSSR (g)	PA/SR	SR/PA	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
% SC	4	53,8500*	4,4895*	0,0612	1,8471**	0,4171**	0,3507*	0,0034*	1211,7981*
Polímero (Pol)	1	67,6000*	18,0634**	0,0240	6,0528**	0,3441*	0,2544	0,0027	5087,7314**
% SC x Pol,	4	10,6000	1,9689	0,0438	0,4801	0,0719	0,0855	0,0005	633,7556
Bloco	3	3,1000	2,3605	0,0093	0,0887	0,0796	0,3109*	0,0023	123,9607
Erro	27	14,7852	1,3780	0,0227	0,3433	0,0761	0,1035	0,0009	325,9572
<b>C. V. (%)</b>		<b>4,02</b>	<b>8,29</b>	<b>5,83</b>	<b>11,18</b>	<b>16,62</b>	<b>10,02</b>	<b>9,65</b>	<b>10,93</b>
<b>Média geral</b>		<b>95,55</b>	<b>14,17</b>	<b>2,58</b>	<b>5,24</b>	<b>1,66</b>	<b>3,21</b>	<b>0,32</b>	<b>165,11</b>

\* e \*\* significativo ao nível de 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 17 – Médias de tempo para formação de mudas de cafeeiro, em dias, em função da presença de polímero hidroretentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Polímero hidroretentor	Médias
Sem	94,25 a
Com	96,85 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

O estudo de regressão para o tempo de formação de mudas em função da porcentagem de substrato comercial está representado na Figura 10. Observa-se que o tempo aumenta à medida em que se aumenta a porcentagem de substrato comercial na mistura, seguindo uma tendência linear. Neste estudo a diferença entre os extremos, ficou em torno de 7 dias, o que já pode ser considerado benéfico para a produção de mudas de cafeeiro.

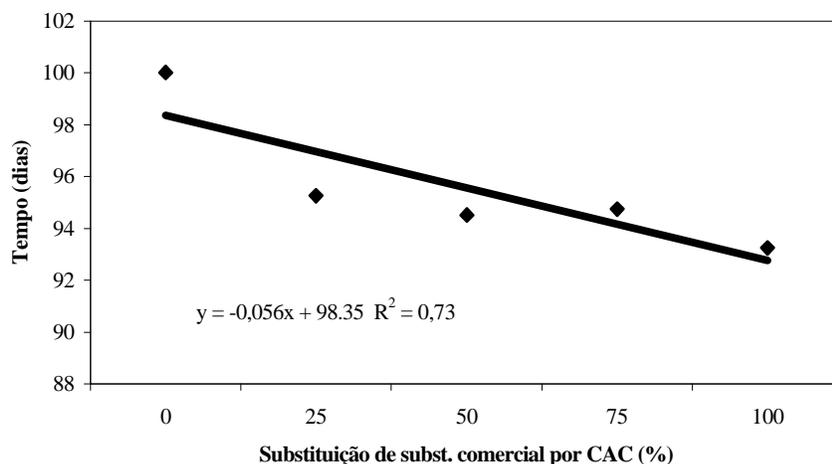


FIGURA 10 – Regressão para tempo de formação de mudas de cafeeiro em função de % de substituição do substrato comercial. UFLA, Lavras, MG, 2003.

### Altura da muda

A altura de mudas também sofreu influência significativa da presença do polímero hidroretentor, conforme pode-se observar na tabela 18.

TABELA 18 – Médias de altura de mudas de cafeeiro, em centímetros, em função da presença de polímero hidroretentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Polímero hidroretentor	Médias
Sem	14,84 a
Com	13,50 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Skott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

As mudas produzidas na ausência de polímero hidroretentor obtiveram médias de altura mais elevadas que as produzidas na presença do polímero. Na F estudo do comportamento das mudas em função da porcentagem de substrato comercial, pode-se observar, pela Figura 11, que a altura de mudas seguiu uma

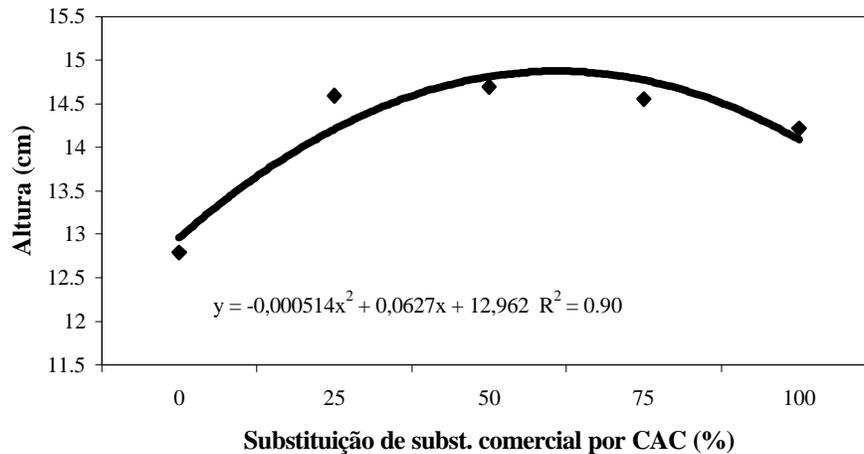


FIGURA 11 – Regressão para altura de mudas de cafeeiro em função da % de substituição do substrato comercial. UFLA, Lavras, MG, 2003.

tendência quadrática alcançando o máximo em 60,9% de substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada decrescendo em seguida.

### **Diâmetro do caule**

Na característica diâmetro do caule, não foram observados efeitos significativos tanto para porcentagem de substrato comercial, quanto para presença de polímero hidroretentor, indicando mais uma vez se tratar de uma característica pouco influenciável por propriedades do substrato. A média geral observada foi de 2,58 mm (Tabela 16).

### **Massa seca da parte aérea (MSPA)**

As médias de MSPA em função da presença ou não de polímero hidroretentor e o estudo de regressão em função da porcentagem de substrato comercial, encontram-se respectivamente na Tabela 19 e Figura 12. Observa-se que a presença de polímero nos substratos reduziu significativamente a MSPA das mudas de cafeeiro, enquanto que o aumento da porcentagem de substrato comercial também reduziu esta característica, seguindo uma tendência quadrática alcançando valor máximo com 66,85% de substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada, mostrando mais uma vez a eficiência deste substrato na produção de mudas de cafeeiro.

TABELA 19 – Médias de massa seca da parte aérea de mudas de cafeeiro em gramas por parcela de cinco plantas, em função da presença de polímero hidroretentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

<b>Polímero hidroretentor</b>	<b>Médias</b>
Sem	5,63 a
Com	4,85 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Skott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

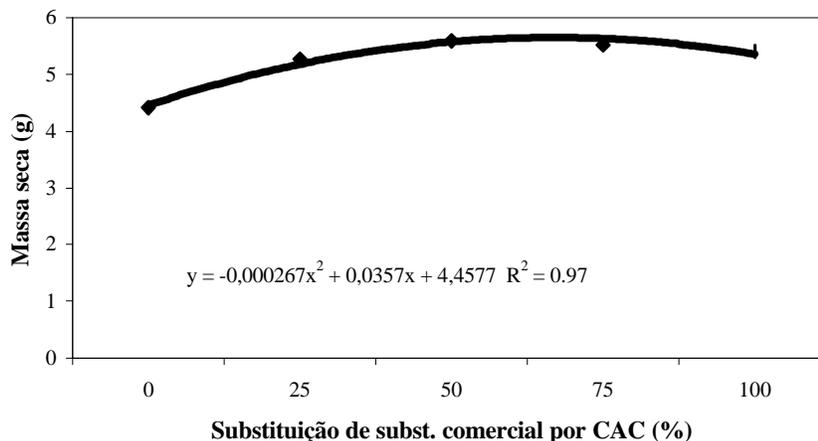


FIGURA 12 – Regressão para MSPA de mudas de cafeeiro em função de % de substituição do substrato comercial. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Assim, os resultados de MSPA, altura e diâmetro, nos permitem chegar a conclusões semelhantes às do experimento anterior e também dos trabalhos de Mendonça et al. (2002, a e b) e Lima et al. (2002), possivelmente devido ao fato de que o polímero pode diminuir muito a porosidade de aeração, parâmetro importante no desenvolvimento de plantas, presente em menor quantidade no substrato comercial em relação aos com casca de arroz carbonizada, de acordo com os resultados de Klein et al. (2002 a).

#### **Massa seca do sistema radicular (MSSR)**

A presença do polímero hidrorretentor, assim como aconteceu para MSPA, reduziu significativamente a MSSR das mudas de cafeeiro, como pode ser observado na Tabela 20. O aumento na porcentagem de substrato comercial também reduziu significativamente a massa seca do sistema radicular das mudas, seguindo uma tendência linear. Este último resultado confirma os obtidos no experimento anterior, onde substratos com maiores proporções de

casca de arroz carbonizada alcançaram médias superiores às obtidas pelo substrato comercial puro (Figura 13).

TABELA 20 – Médias de massa seca do sistema radicular de mudas de cafeeiro, em gramas por parcela de cinco plantas, em função da presença de polímero hidroretentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Polímero hidroretentor	Médias
Sem	1,75 a
Com	1,57 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Skott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Diante desses resultados pode-se afirmar que tanto a adição de polímero hidroretentor quanto a utilização de substrato comercial prejudicaram o desenvolvimento das mudas de cafeeiro.

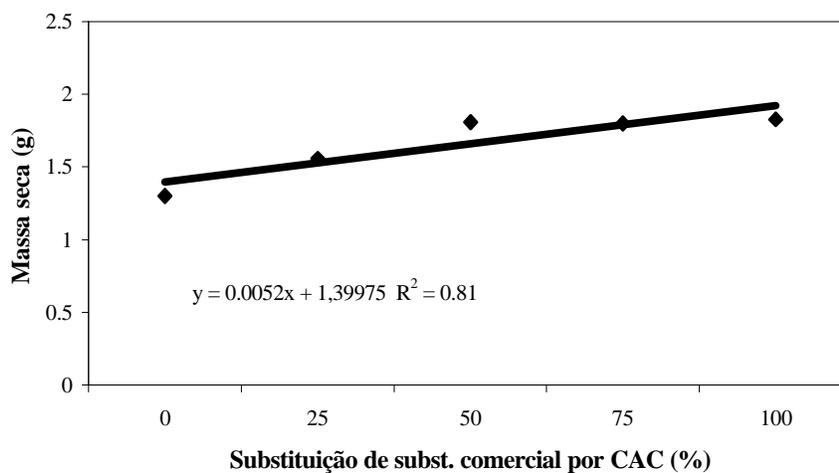


FIGURA 13 – Regressão para MSSR de mudas de cafeeiro em função da % de substituição do substrato comercial. UFLA, Lavras, MG, 2003.

### Relações MSPA/MSSR e MSSR/MSPA

Tanto a relação MSPA/MSSR quanto MSSR/MSPA não foram influenciadas significativamente pela adição de polímero hidroretentor, obtendo médias de 3,21 e 0,32, respectivamente (Tabela 16). Como a adição de polímero diminuiu tanto a MSPA quanto a MSSR sem alterar a relação entre as mesmas, significa que o referido produto prejudicou o desenvolvimento da muda como um todo.

Na figura 14, são apresentadas as regressões e as respectivas equações. Observa-se que em ambos os casos, seguiu-se uma tendência linear e, logicamente inversa, sendo que à medida em que se aumenta a porcentagem de substrato comercial, eleva-se a relação MSPA/MSSR e reduz-se a relação MSSR/MSPA. Kainuma et al. (2001), consideram como ideal a relação MSPA/MSSR entre 4 e 7, porém, trabalharam com mudas apresentando em média 5 pares de folhas. Todavia, para a determinação de qual relação ideal entre parte aérea e sistema radicular seriam necessários experimentos avaliando

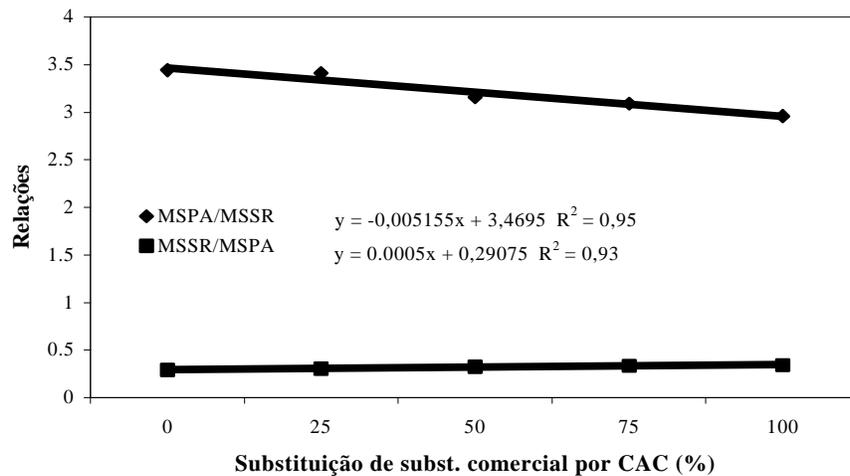


FIGURA 14 – Regressões para relações MSPA/MSSR e MSSR/MSPA de mudas de cafeeiro em função de % de substituição do substrato comercial. UFLA, Lavras, MG, 2003.

o desenvolvimento no campo, de mudas com diferentes relações entre parte aérea e sistema radicular.

### **Área foliar**

As médias de área foliar de mudas de cafeeiro produzidas em substratos com e sem polímero hidroretentor se encontram na Tabela 21. Observa-se que a ausência de polímero proporcionou um aumento significativo da área foliar das mudas. Este resultado concorda com Mendonça et al. (2002, a e b), Lima et al. (2002) e Ferreira et al. (2002), que, trabalhando com mudas de cafeeiro em substratos contendo polímero hidroretentor, concluíram que a presença do mesmo, reduziu a área foliar das mudas.

TABELA 21 – Médias de área foliar de mudas de cafeeiro em função da presença de polímero hidroretentor. UFLA, Lavras, MG, 2003.

<b>Polímero hidroretentor</b>	<b>Médias</b>
Sem	176,39 a
Com	153,83 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Skott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

A área foliar também foi influenciada significativamente pela porcentagem de substrato comercial, seguido uma tendência quadrática, em que a área foliar máxima foi conseguida 64,3% de substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada, reduzindo após estas proporções (Figura 15).

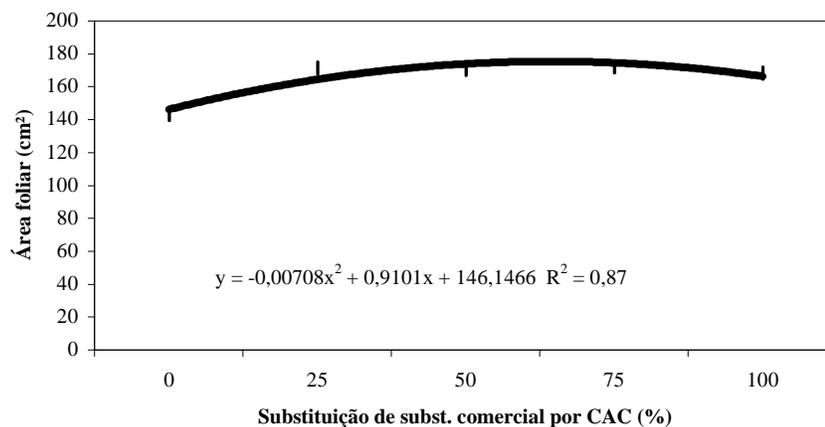


FIGURA 15 – Regressão para área foliar de mudas de cafeeiro em função de % de substrato comercial. UFLA, Lavras, MG, 2003.

#### 4.4 Experimento 4: Qualidade de mudas de cafeeiro produzidas em tubetes de 50 e 120 mL com diferentes doses de fertilizante de liberação lenta.

Na Tabela 23 são apresentados o resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias gerais a oito características de produção de mudas de cafeeiro em tubetes de 50 e 120 mL, utilizando quatro doses de fertilizante de liberação lenta.

Foram observadas diferenças significativas para o efeito de dose de fertilizante apenas para as características: tempo de formação de mudas comerciais e relações MSPA/MSSR e MSSR/MSPA, indicando que para as demais características avaliadas, a utilização de qualquer dose de fertilizante de liberação lenta, entre a menor e a maior dose aplicada neste experimento, resultaria em índices semelhantes entre si.

TABELA 23 – Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias gerais de oito características de produção de mudas de cafeeiro em função do tamanho de tubetes e de doses de fertilizante de liberação lenta. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Causas de variação	G L	Quadrados Médios							
		Idade (dias)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MSPA (g)	MSSR (g)	PA/SR	SR/PA	Área foliar (cm <sup>2</sup> )
Dose (D)	3	79,1146*	0,5015	0,0534	0,0455	0,1435	0,7136*	0,0058*	35,6763
Tubete (T)	1	675,2813**	32,4013**	0,3342**	8,1608**	1,0260**	0,2907	0,0014	19098,3968**
D x T	3	6,2813	1,8588	0,0117	0,1868	0,0275	0,0956	0,0008	314,7921
Bloco	3	7,6146	2,7306	0,0116	0,2403	0,1089	0,4129	0,0030	143,8662
Erro	21	24,6146	1,8766	0,0349	0,3161	0,0768	0,2245	0,0015	395,6398
<b>C. V. (%)</b>		<b>5,26</b>	<b>11,95</b>	<b>8,53</b>	<b>13,62</b>	<b>22,28</b>	<b>13,84</b>	<b>13,01</b>	<b>15,84</b>
<b>Média geral</b>		<b>94,34</b>	<b>11,46</b>	<b>2,19</b>	<b>4,13</b>	<b>1,24</b>	<b>3,42</b>	<b>0,30</b>	<b>125,56</b>

\* e \*\* significativo ao nível de 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.

Com relação ao efeito do tamanho do tubete, foram encontradas diferenças significativas para todas as características, exceto para as relações MSPA/MSSR e MSSR/MSPA.

A interação entre dose de fertilizante de liberação lenta e tamanho de tubete não revelou efeito significativo para nenhuma característica avaliada, indicando que não existe dependência entre os fatores, isto é, os efeitos das doses de fertilizante não dependem do tamanho de tubete utilizado, portanto, a resposta das doses de fertilizante de liberação lenta é a mesma nos dois tamanhos de tubete.

As médias observadas de tempo para formação de mudas comerciais, altura de mudas, diâmetro de caule, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular, e área foliar em função do tamanho de tubetes são apresentadas na Tabela 24.

TABELA 24 – Médias de tempo para formação de mudas comerciais, altura de mudas, diâmetro de caule, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular e área foliar em função do tamanho de tubetes. UFLA, Lavras, MG, 2003.

<b>Tamanho do tubete (mL)</b>	<b>Tempo (dias)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Diâmetro (mm)</b>	<b>MSPA* (g)</b>	<b>MSSR* (g)</b>	<b>Área foliar (cm<sup>2</sup>)</b>
50	98,94 b	10,46 b	2,09 b	3,62 b	1,06 b	101,13 b
120	89,75 a	12,47 a	2,29 a	4,63 a	1,42 a	149,99 a

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Skott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

\* O valor de massa seca da parte aérea e do sistema radicular está expresso em gramas por parcela de cinco plantas.

Para a característica tempo para a formação de mudas comerciais de cafeeiro foram observados efeitos significativos para doses de fertilizante de liberação lenta e para tamanho de tubetes. Para o efeito de doses (Figura 14),

observou-se que à medida em que se aumentava a dose de fertilizante, aumentava-se também o tempo para formação de mudas comerciais com uma diferença máxima de sete dias. Esta diferença, embora significativa na avaliação estatística, não chega a representar grande benefício, dado o longo período de formação de mudas, cerca de seis meses, e o tempo para a emissão de um par de folhas, que variou nas condições deste experimento entre 25 a 30 dias.

Observa-se pela Tabela 24 que para o tubete de 50 mL a média de tempo de formação de mudas foi superior em nove dias em relação ao tubete de 120 mL. Este resultado concorda com o obtido por Melo (1999), que, avaliando o número de pares de folhas verdadeiras em mudas de cafeeiros produzidas em tubetes de 50 e 120 mL, observou uma superioridade no número de pares de folhas emitidas pelas mudas produzidas em tubetes de 120 mL. Este fato pode ser explicado devido ao maior volume de substrato à disposição das mudas, oferecendo melhores condições de fornecimento de água e oxigênio para o sistema radicular.

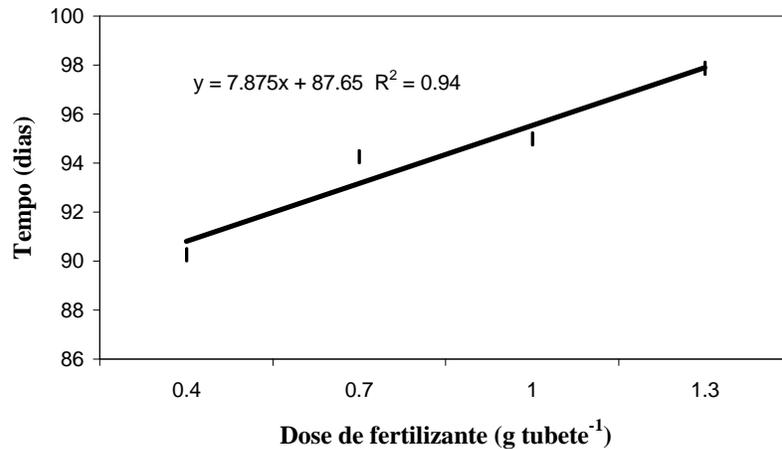


FIGURA 14 – Regressão para tempo de formação de mudas comerciais de café em função de dose de fertilizante de liberação lenta. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Para as características altura de mudas, diâmetro de caule, MSPA, MSSR e área foliar não foram detectados efeitos significativos para doses de fertilizante de liberação lenta. Efeitos significativos foram detectados apenas para tamanho de tubetes. As médias observadas nos dois tamanhos de tubetes estudados se encontram na Tabela 24. Observa-se que as mudas produzidas em tubetes de 120 mL apresentaram médias superiores às produzidas em tubetes de 50 mL em todas as características, mesmo recebendo doses iguais de fertilizante por tubete. Esta superioridade das mudas produzidas em tubetes de 120 mL, também pode ser atribuída ao maior volume de substrato à disposição das mudas, podendo fornecer melhores condições de aeração e de armazenamento de água, inclusive evitando encharcamento devido a maior altura do tubete, conforme relatado por Fermino (2002). Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Campos (2002), Besagoitia (1980) e Godoy Júnior (1965), porém, são diferentes dos resultados encontrados por Melo (1999), que não observou diferenças significativas para diâmetro, altura de mudas, área foliar e massa seca do sistema radicular e parte aérea.

As relações MSPA/MSSR e MSSR/MSPA não apresentaram diferenças significativas devido aos efeitos de tamanho de tubete, indicando que as mudas produzidas nestes dois recipientes possuem relações semelhantes. As relações MSPA/MSSR e MSSR/MSPA obtidas foram, respectivamente, 3,42 e 0,30. A relação MSPA/MSSR observada foi menor que a observada por Kainuma et al. (2001), que, avaliando mudas com 5 pares de folhas, consideraram como melhor relação MSPA/MSSR, entre 4 e 7, porém, sabe-se que uma relação parte aérea/sistema radicular menor é interessante, podendo favorecer o “pegamento” das mudas no campo. As regressões para as relações MSPA/MSSR e MSSR/MSPA e as respectivas equações, são apresentadas na Figura 15.

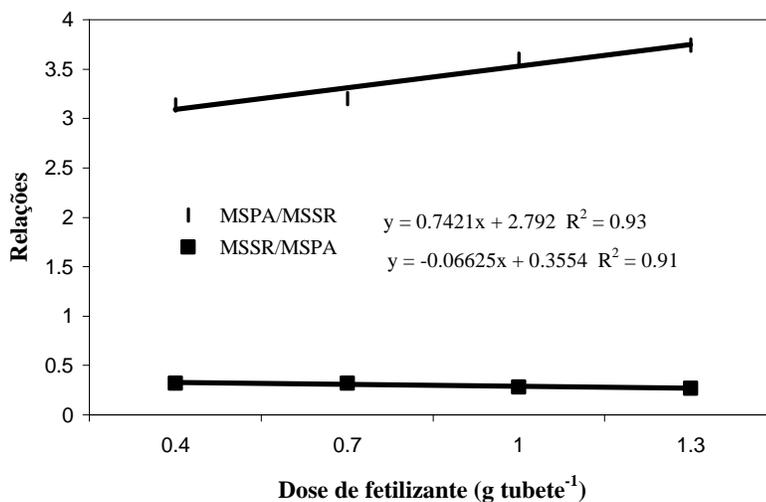


FIGURA 15 – Regressão para relações MSPA/MSSR e MSSR/MSPA em função de dose de fertilizante de liberação lenta. UFLA, Lavras, MG, 2003.

Observa-se que à medida em que se aumenta a dose de fertilizante por tubete, aumenta-se também a relação MSPA/MSSR e, conseqüentemente,

diminui-se a relação MSSR/MSPA, devido, provavelmente ao aumento na disponibilidade de nitrogênio que, segundo Tomaziello et al. (1987) e Guimarães (1995), em doses altas pode causar grande desenvolvimento da parte aérea em detrimento do sistema radicular. Este resultado também concorda com Melo (1999) e Kainuma (2001).

A superioridade das mudas produzidas em tubetes de 120 mL encontradas no presente trabalho pode não produzir, em campo, diferenças significativas com relação a “pegamento” e desenvolvimento em relação as de 50 mL, assim como menores relações “massa seca da parte aérea/ massa seca do sistema radicular” não podem ser interpretadas simplesmente como o ideal para o “pegamento” das mudas em campo. Para isto, seriam necessários experimentos de implantação de lavouras, com mudas provenientes de tubetes de 50 e 120 mL e com várias relações MSPA/MSSR para só assim ser possível afirmar qual tipo de muda possui qualidade superior e qual é a relação “parte aérea/raiz” ideal. Quanto ao efeito de doses do fertilizante de liberação lenta vale ressaltar que vários pesquisadores encontraram efeitos significativos da adição deste fertilizante (Melo, 1998 e Kainuma et al., 2001). Estes pesquisadores incluíram em seus experimentos a dose zero e também conduziram as mudas por um período mais prolongado, podendo ser estes os motivos da discrepância entre os resultados.

## CONCLUSÕES

A adição de polímero hidroretentor, aumenta a capacidade de armazenamento de água em substratos com alta porosidade, porém não proporciona melhorias nas características de desenvolvimento de mudas de cafeeiro;

A substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada, entre 60 e 70%, proporciona maior desenvolvimento das mudas e em menor tempo;

A resposta das mudas de cafeeiro, em relação às doses de fertilizante de liberação lenta estudadas, é a mesma nos tubetes de 50 e 120 mL, até o terceiro par de folhas verdadeiras;

As mudas produzidas em tubetes de 120 mL apresentam maior desenvolvimento em relação às mudas produzidas em tubetes de 50 mL, sem contudo, afetar as relações entre parte aérea e sistema radicular até o terceiro par de folhas verdadeiras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p. 17-28. (Documentos IAC, 70).
- ANDRADE NETO, A. **Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para a produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes**. 1998. 65 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CAFÉ. Rio de Janeiro: Coffee Business. 2002/2003. 101 p.
- AZEVEDO, T. L. F. **Avaliação da eficiência do polímero agrícola de poliácridamida no fornecimento de água para o cafeeiro (*Coffea arabica* L.) Cv. Tupi**. 2000. 38 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247 p.
- BAILEY, D. A.; FONTENO, W. C.; NELSON, P. V. **Greenhouse substrates and fertilization**. Raleigh: North Caroline State University, Oct. 1997. Disponível em: <<http://www2.ncsu.edu/unity/lockers/project/floriculture>>. Acesso em:
- BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; VIEIRA, M.; BRAGA FILHO, L. J. Determinação da área de folhas do café (*Coffea arabica* L cv. 'Bourbon Amarelo'). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 20, n. 107, p. 44-52, mar. 1973.
- BELLÉ, S.; KÄMPF, A. N. Produção de mudas de maracujá-amarelo em substratos à base de turfa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 385-390, mar. 1993.
- BESAGOITIA, M. C. R. Efecto del tamaño de la bolsa en el desarrollo del cafetos cultivares 'Bourbon' y 'Pacas' en vivero. **Resúmenes de**

**Investigaciones en café – 1979/1980.** Nueva San Salvador, v. 3 p. 71-72, nov. 1980.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Normais climatológicas (1960-1990).** Brasília: MA/SNI/DNMET, 1992. 84 p.

BUNT, A. C. Some physical properties of pot-plant compost and their effect on plant growth. Bulk physical conditioners. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 4, p. 322-332, 1961.

CALHEIROS, R. de O.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E.; PIRES, R. C. de M.; BORTOLETO, N. Efeito de condicionador hídrico nas características físico-hídricas do solo, no estabelecimento de mudas de café e na relação solo-água-planta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25., 2001, Uberaba-MG. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MA/PROCAFÉ, 2001. p. 398-401.

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

CAMPOS, K. P. **Desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) produzidas em diferentes substratos, fertilizações e tamanhos de tubetes.** 2002. 90 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CARVALHO, G. M. B.; MELO, B. de; REIS, E. H. S. Produção de mudas de café em diferentes substratos e doses crescentes de fertilizantes de liberação lenta (osmocote) em tubetes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27., 2001, Uberaba-MG. **Trabalhos apresentados....** Rio de Janeiro: MA/PROCAFÉ. 2001. p. 107-109.

CARVALHO, M. M. de Formação de mudas. **Informe Agropecuário.** Belo Horizonte, v. 4, n. 44, p. 14-18, ago. 1978.

FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI, A. M. C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas.** Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p. 29-37. (Documentos IAC, 70).

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FERREIRA, R. de S.; VALLONE, H. S.; GUIMARÃES, R. J.; MELO, L. Q. de; CARVALHO, J. de A. Efeito de poliacrilato superabsorvente no desenvolvimento inicial do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em casa de vegetação sob diferentes níveis de déficit hídrico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002, Caxambú, MG. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MA/PROCAFÉ. 2002. p. 202-204.

FIOR, C. S.; SILVA, L. C. da; NILSON, A. D.; RODRIGUES, L. R. emergência e desenvolvimento de Maçaranduba (*Persea pyrifolia* Nees et Martius ex Nees) em diferentes substratos. In: FURLANI, A. M. C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas.** Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p. 104. (Documentos IAC, 70).

FURLANI, P. R.; FERNANDES, F. Hidroponia vertical: nova opção para produção de morango no Brasil. **O Agrônomo**, Campinas, v. 53, n. 2, p. 26-28, 2001. (Série Técnica Apta).

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

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

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

GUIMARÃES, R. J. **Formação de mudas de cafeeiro: (*Coffea arabica* L.): efeitos 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 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

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

HÜTTERMANN, A.; ZOMMORODI, M.; REISE, K. Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedlings subjected to drought. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 50, n. 3/4, p. 195-304, May 1999.

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.

KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, 2000. p. 139-145.

KÄMPF, A. N. O uso de substrato em cultivo protegido no agronegócio brasileiro. In: FURLANI, A. M. C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p. 1-6. (Documentos IAC, 70).

KLEIN, V. A.; CAMARA, R. K.; SIMON, M. A.; DIAS, S. T. Casca de arroz carbonizada com condicionador de substrato. In: FURLANI, A. M. C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002a. p. 95. Documentos IAC, 70.

KLEIN, V. A.; CAMARA, R. K.; SIMON, M. A.; DIAS, S. T. Metodologia para análise da retenção de água em substratos. In: FURLANI, A. M. C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002b. p. 79. (Documentos IAC, 70).

KLEIN, V. A.; DIAS, S. T.; CAMARA, R. K.; SIMON, M. A. Quantificação da retenção de água por polímero hidrorretentor. In: FURLANI, A. M. C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002c. p. 77. (Documentos IAC, 70).

LIMA, L. M. L. de; FERNANDES, D. L.; ALMEIDA, F. G. de; MENDONÇA, F. C.; TEODORO, R. E. F. Utilização de hidrogel em substrato para produção de mudas de café, sob diferentes lâminas de irrigação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 5., 2002, Araguari, MG. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002. p. 37-41.

MELO, B. de **Estudos sobre produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes**. 1999. 65 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MENDONÇA, C. M.; TEODORO, R. E. F.; LIMA, L. M. L. de; FERNANDES, D. L.; ALMEIDA, F. G. de; CUNHA, A. A. Produção de mudas de café (*Coffea arabica* L.) cv. Rubi em tubetes com polímero hidroabsorvente adicionado ao substrato. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 5., 2002, Araguari, MG. **Anais.....** Uberlândia: UFU, 2002a. p. 177-180.

MENDONÇA, C. M.; TEODORO, R. E. F.; LIMA, L. M. L. de; FERNANDES, D. L.; CORDEIRO, M. G.; NOVAES, Y. N. Produção de mudas de café (*Coffea arabica* L.) cv. Acaiá em tubetes com polímero hidroabsorvente adicionado ao substrato. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 5., 2002, Araguari, MG. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002b. p. 167-171.

MILNER, L. Manejo de irrigação e fertirrigação em substratos. In: FURLANI, A. M. C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p. 45-51. (Documentos IAC, 70).

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: Fundação Salim Farah Maluf, 1995. 128 p.

MORAES, O. **Efeito do uso de polímero hidroretentor no solo sobre o intervalo de irrigação na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.)**. 2001. 73 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

PREVEDELLO, C. L.; BALENA, S. O. Efeitos de polímeros hidroretentores nas propriedades físico-hídricas de dois meios porosos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 251-258, abr./jun. 2000.

PUCHALSKI, L. E. A.; KÄMPF, A. N. Efeito da altura do recipiente sobre a produção de mudas de hibiscus rosa sinensis L. em plugs. In: Kämpf, A. N.; FERMINO, M. H. (Ed.) **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, 2000. p. 209-215.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo: Editora Manole, 1990. 188 p.

SALVADOR, E. D. **Caracterização física e formulação de substratos para o cultivo de algumas ornamentais**. 2000. 148 p. Tese (Doutorado em Produção vegetal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

SILVA, E. T. da; TOSCANI, E. Efeito da adição de polímeros hidroretentor na temperatura de três diferentes substratos em uma casa de vegetação com controle de temperatura e umidade relativa do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBEA, 2000.

SMAGIN, A. V.; SADOVNICOVA, N. B. Impact of strongly swelling hydrogels on water-holding capacity of light textured soils. **Eurasian Soil Science**, Silver Spring, v. 27, n. 12, p. 26-34, Dec. 1995.

TAVARES JÚNIOR, J. E.; OLIVEIRA, C. A. de; FAZUOLI, L. C.; BRAGHINI, M. T. Influência de diferentes substratos sobre a formação de mudas de café (*Coffea arabica* L.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27., 2001, Uberaba-MG. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: MA/PROCAFÉ, 2001. p. 118-120.

TAVARES JÚNIOR, J. E.; FAVARIN, J. L.; FAZUOLI, L. C.; PIEDADE, S. M. S. Influência do volume e da granulometria do substrato comercial na formação de mudas de café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Anais....** Brasília: EMBRAPA-CAFÉ, 2001. CD-ROM.

TERRA, S. B.; FERREIRA, A. A. F.; PEIL, R. M. N.; STUMPF, E. R. T. Crescimento de crisântemo (*Dendranthema morifolium* Ramat. , var. **Funny**) em vaso com diferentes substratos sob fertirrigação. In: FURLANI, A. M. C. et

al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas.** Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. p. 113. (Documentos IAC, 70).

TOMAZIELLO, R. A.; OLIVEIRA, E. G.; TOLEDO FILHO, J. A. **Cultura do café.** Campinas: CATI, 1987. 56 p. (Boletim Técnico, 193).

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

VERDONCK, O.; VLEESCHAUWER, D.; PENNINCK, R. Barckcompost a new accepted growing medium for plants. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, n. 133, p. 221-227, 1983b.

WHITE, J. W.; MASTALERZ, J. W. Soil moisture as related to "container capacity". **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, New York, v. 89, p. 758, June 1966.

## **ANEXOS**

ANEXO A

Página

TABELA 1A	Teores médios de macro e micronutrientes de folhas de mudas de cafeeiro com 4 pares de folhas verdadeiras (Experimento 2). UFLA, Lavras, MG, 2003. ....	72
TABELA 2A	Teores médios de macro e micronutrientes de folhas de mudas de cafeeiro com 4 pares de folhas verdadeiras (Experimento 4). UFLA, Lavras, MG, 2003. ....	73

ANEXO A:

TABELA 1 A: Teores médios de macro e micronutrientes de folhas de mudas de cafeeiro com 4 pares de folhas verdadeiras (Experimento 2). UFLA, Lavras, MG, 2003.

<b>Substrato</b>	<b>Dose polímero (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>%N</b>	<b>% P</b>	<b>%K</b>	<b>%Ca</b>	<b>%Mg</b>	<b>%S</b>	<b>ppm B</b>	<b>ppm Cu</b>	<b>ppm Mn</b>	<b>ppm Zn</b>	<b>ppm Fe</b>
CAC	0	2,46	0,42	1,59	0,94	0,18	0,26	36,5	9,3	603,9	23,1	198,9
CAC	16	2,48	0,39	1,65	1,23	0,47	0,21	40,3	5,9	226,0	22,7	162,0
CAC + E	0	2,89	0,42	1,57	1,17	0,32	0,22	41,8	7,5	263,9	22,5	187,6
CAC + E	16	2,73	0,37	1,90	1,10	0,47	0,21	33,0	7,0	78,7	22,1	178,6
CAC + V	0	2,57	0,40	1,66	0,87	0,34	0,23	28,7	7,0	299,5	21,5	201,9
CAC + V	16	2,22	0,37	1,79	1,06	0,42	0,19	35,7	8,2	280,8	25,4	196,9
S. comercial	0	2,63	0,40	1,76	1,45	0,42	0,23	26,5	3,0	264,9	20,2	214,7
S. comercial	16	2,48	0,39	1,58	1,23	0,36	0,24	45,7	6,3	53,3	22,8	235,2

ANEXO A:

TABELA 2 A: Teores médios de macro e micronutrientes de folhas de mudas de cafeeiro com 4 pares de folhas verdadeiras (Experimento 4). UFPA, Lavras, MG, 2003.

<b>Volume do tubete (mL)</b>	<b>Dose fertilizante (g/tubete)</b>	<b>%N</b>	<b>% P</b>	<b>%K</b>	<b>%Ca</b>	<b>%Mg</b>	<b>%S</b>	<b>ppm B</b>	<b>ppm Cu</b>	<b>ppm Mn</b>	<b>ppm Zn</b>	<b>ppm Fe</b>
50	0,4	2,54	0,35	1,55	0,91	0,33	0,22	39,9	20,1	121,6	22,9	207,4
120	0,4	3,01	0,38	1,65	1,42	0,36	0,25	42,6	3,0	178,5	20,8	201,8
50	0,7	2,47	0,45	1,86	1,40	0,33	0,20	49,1	15,6	104,5	26,2	226,3
120	0,7	2,80	0,42	1,99	1,47	0,36	0,22	50,9	21,1	138,7	23,7	242,6
50	1,0	3,09	0,43	1,67	1,45	0,35	0,23	57,1	101,3	263,6	22,7	249,8
120	1,0	2,89	0,45	1,88	1,52	0,35	0,24	65,3	29,7	174,3	26,7	238,8
50	1,3	2,89	0,44	1,84	1,33	0,33	0,24	51,9	73,4	265,5	24,2	227,4
120	1,3	2,95	0,46	1,70	1,49	0,36	0,22	56,5	29,9	244,4	21,8	222,4