

**MÉTODOS ALTERNATIVOS DE  
DESINFESTAÇÃO DE SUBSTRATOS PARA  
FORMAÇÃO DE MUDAS DE CAFEEIRO (*Coffea  
arabica* L.).**

**GUSTAVO RABELO BOTREL MIRANDA**

**2005**

**GUSTAVO RABELO BOTREL MIRANDA**

**MÉTODOS ALTERNATIVOS DE DESINFESTAÇÃO DE SUBSTRATOS  
PARA FORMAÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.).**

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

Orientador  
Prof. Dr. Rubens José Guimarães

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2005

**GUSTAVO RABELO BOTREL MIRANDA**

**MÉTODOS ALTERNATIVOS DE DESINFESTAÇÃO DE SUBSTRATOS  
PARA FORMAÇÃO DE MUDAS DE CAFEIEIRO (*Coffea arabica* L.)**

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

APROVADA em 22/06/2005

Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães UFLA

Prof. Dr. Paulo César Melo UFU

Prof. Dr. Rubens José Guimarães  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

A Deus; aos meus pais, Renato Miranda e Débora Rabelo Botrel Miranda,  
e a minha família.

## **OFEREÇO E DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela alegria, misericórdia e magnitude que representa, e pelas ótimas oportunidades que me deu de ser feliz.

A minha família, especialmente meus pais, Renato Miranda e Débora Rabelo Botrel Miranda, pelo amor, pela presença e pelos exemplos de dignidade.

A minha avó Zezé (*in memoriam*), que praticamente me criou, e aos meus avós Paulo, Marlene e Norberto (*in memoriam*).

Aos meus primos que me acompanharam durante toda a vida, Alexander, Lissandra, Norberto, Cristiely, Mona Lisa, Cecília, e aos que me acompanharam mais recentemente, Leo, Bruno, Gilcielly, Marcela, Lucas e Giogio.

Aos tios Sérgio, Conceição, Afonso, Luciane, Nina, Hélio, Marcelo, Carmem Lúcia, e tios de segundo grau sempre presentes na minha vida.

Aos amigos Thiago Mesquita, Tiago Costa, Jacques e Diguinho, inseparáveis em Três Pontas. Aos amigos da república Pervoly Hills, com saudades.

Aos amigos César, Lelel, João Marcos, Márcio, Juninho, Felipe e aos amigos da república Balaio de Gato.

Aos professores Edílson Lopes Serra e Antônio Marciano da Silva, que também participaram de minha formação dentro da UFLA, pela amizade.

Ao meu orientador Rubens José Guimarães pela amizade, pelo exemplo profissional e pela prontidão nas horas mais difíceis, orientando-me desde o 5º período da graduação.

Ao professor Antônio Nazareno Guimarães Mendes pela amizade e colaboração.

Ao professor Flávio Meira Borém pelos conselhos e relacionamentos muito proveitosos.

Aos professores Élberis Pereira Botrel, Vicente Paulo Campos e Itamar Ferreira de Souza pela amizade e co-orientação.

Aos professores Antônio Carlos Fraga e Pedro Castro Neto pela amizade, apoio e incentivo.

Aos professores e funcionários do Departamento de Agricultura, Departamento de Fitopatologia e CEPECAFÉ, que muito colaboraram para a realização deste trabalho.

Aos amigos Sirley, André Delly, Cebola, Diguinho, João Vieira, Gustavo Rennó, Gustavo Melasipo, Marcelo (Perdões), Helena, Jeham, Keline, Nina, Amanda, Zezinho, Paulo, Kênia, Lucrécio, Serjão, Serginho, José Marcos, Leandro, Zeca, Fábio Dias, Haroldo, Alexandrino, César Botelho, Fernando, Júlio, Zé Maurício, Marcinho, Vinícius, Leonardo, Rodrigo, Raphael (Poke Mon), Fábio (Lacraia) e Alex e aos colegas da Hidráulica, que colaboraram muito para o meu enriquecimento pessoal e profissional.

Enfim, a DEUS por tudo, pela vida, pelos erros que me fizeram crescer e acertos que me fizeram caminhar para a felicidade.

GLÓRIA E LOUVOR.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Produção de Mudras de Cafeeiro.....	3
2.2 Esterilização de Substrato para Produção de Mudras de Cafeeiro com Brometo de Metila.....	4
2.3 Produtos e Métodos Utilizados na Desinfestação de Plantas Invasoras em Substratos para Produção de Mudras de Cafeeiro .....	6
2.3.1 Brometo de Metila.....	6
2.3.2 Calor Úmido.....	7
2.3.3 Solarização.....	8
2.3.4 Coletor Solar.....	10
2.3.5 Fogo Direto.....	11
2.3.6 Fosfeto de Alumínio.....	11
2.3.7 Quinotozene (PCNB).....	12
2.3.8 Formaldeído.....	12
2.3.9 Hipoclorito de Sódio.....	13
2.4 Importância e Biologia das Plantas Invasoras na Produção de Mudras de Cafeeiro.....	14
2.4.1 Beldroega.....	14
2.4.2 Braquiária.....	15
2.4.3 Caruru.....	16
2.4.4 Falsa Serralha.....	16
2.4.5 Pé-de-galinha.....	16
2.4.6 Picão Branco.....	17
2.4.7 Tiririca.....	18
2.4.8 Trevo.....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Área Experimental.....	19
3.2 Delineamento Experimental.....	19
3.3 Viveiro.....	20
3.4 Preparo do Substrato.....	20
3.5 Tratamentos Utilizados.....	21
3.5.1 Testemunha.....	21
3.5.2 Brometo de Metila.....	21

3.5.3 Autoclave.....	21
3.5.4 Solarização com 15 dias.....	22
3.5.5 Solarização com 30 dias.....	22
3.5.6 Solarização com 45 dias.....	22
3.5.7 Coletor Solar.....	22
3.5.8 Aplicação de Fogo Direto.....	23
3.5.9 Fosfeto de Alumínio.....	24
3.5.10 Quintozene 750 PM (PCNB).....	24
3.5.11 Formol (3 litros).....	24
3.5.12 Formol (2 litros).....	24
3.5.13 Hipoclorito de Sódio.....	25
3.6 Formação de Mudanças.....	25
3.7 Condução do Experimento.....	25
3.8 Análise Estatística.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1 Contagem de Galhas de Nematóides.....	28
4.2 Resultados e Discussões Referentes a Plantas Invasoras.....	28
4.2.1 Beldroega.....	29
4.2.2 Braquiária.....	31
4.2.3 Caruru.....	33
4.2.4 Falsa Serralha.....	35
4.2.5 Pé-de-galinha.....	37
4.2.6 Picão Branco.....	38
4.2.7 Tiririca.....	40
4.2.8 Trevo.....	42
4.2.9 Incidência Total das Plantas Invasoras.....	43
4.3 Avaliação do Crescimento de Mudanças.....	46
4.3.1 Altura de Plantas.....	48
4.3.2 Diâmetro de Caule.....	50
4.3.3 Massa Seca da Parte Aérea.....	51
4.3.4 Área Foliar Total.....	52
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
6 CONCLUSÕES.....	56
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61

## RESUMO

MIRANDA, Gustavo Rabelo Botrel. **Métodos alternativos de desinfestação de substratos para formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. 2005. 64 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG\*.

Com o objetivo de verificar o efeito de diferentes métodos para tratamento de substratos utilizados na produção de mudas de cafeeiro em saquinhos de polietileno, instalou-se em viveiro de cobertura alta na Universidade Federal de Lavras o presente trabalho. Foram utilizados treze tratamentos (possíveis métodos de desinfestação do substrato), sendo: Testemunha (sem tratamento); Brometo de Metila; Autoclave; Fosfeto de Alumínio; PCNB regado na muda; solarização com Coletor Solar; Solarização com 15, 30 e 45 dias de exposição; Formol com duas concentrações (3 e 2 litros da mistura); Hipoclorito de Sódio a 5% e Fogo Direto. A mistura para os tratamentos com Formol foi preparada com 20 litros de água para 1 litro de Formol. O substrato utilizado foi o padrão para mudas de sacolas de polietileno com solo de superfície colhido em uma lavoura cafeeira de 20 anos. Utilizou-se a cultivar Paraíso H 419-1. Avaliou-se o número de plantas invasoras emergidas durante os cinco primeiros meses de condução do viveiro e o crescimento das plantas de cafeeiro quando estas estavam com 5 pares de folhas verdadeiras, sendo: altura de plantas (cm), diâmetro de caule (mm), massa seca do sistema radicular (g), massa seca da parte aérea (g), número de nós do ramo ortotrópico da muda e área foliar total (cm<sup>2</sup>). Concluiu-se que os tratamentos com Brometo de Metila e Autoclave são igualmente eficazes na desinfestação de substratos; porém, entre esses o Brometo de Metila proporciona maior desenvolvimento das mudas de cafeeiro. O uso do Coletor solar é promissor para a desinfestação de substratos por proporcionar bom desenvolvimento de mudas de cafeeiro, a exemplo do brometo de metila. Os melhores tratamentos para controle de Beldroega (*Portulaca oleracea* L.) e Braquiária (*Brachiaria decumbens* L.) em substratos foram os tratamentos realizados com Brometo de Metila, Autoclave e Solarização (30 dias); para controle de Caruru (*Amaranthus viridis* L.) e Falsa serralha (*Emilia sonchifolia* L.), Brometo de Metila e Autoclave; para controle de Pé-de-galinha (*Eleusine indica* L.), Brometo de Metila, Autoclave, PCNB, Coletor Solar, Solarização (30 e 45 dias) e Formol (2 e 3 litros); para controle de Picão branco (*Bidens subalternans* L.), Brometo de Metila, Autoclave, Coletor Solar, Solarização (30 dias) e Formol (3 litros); para controle de Tiririca (*Cyperus rotundus* L.), Brometo de Metila, Autoclave, Fosfeto de Alumínio, Solarização (15 e 30 dias)

e Hipoclorito de Sódio; e para controle de Trevo (*Oxalis corniculata* L.) Brometo de Metila, Autoclave e Coletor Solar.

---

\*Orientador: Rubens José Guimarães – UFLA.

## ABSTRACT

MIRANDA, Gustavo Rabelo Botrel. **The effectiveness of alternative methods for disinfestation of coffee nursery substrates.** 2005. 64 p. Dissertation (Master in Agronomy) – Lavras Federal University, Lavras, Minas Gerais, Brazil.\*

Coffee seedlings with different substrate disinfestation treatments were evaluated to the number of weed species during five months after treatments and coffee plants growth when these were with 5 pairs of true leaves. Methyl Bromide and Autoclave treatments were equally efficient for substrate disinfestation; however, coffee growth responses were higher with Methyl Bromide. Solar Collector is effective for substrate disinfestation with good coffee seedling growth. The best results to control *Portulaca oleracea* L. and *Brachiaria decumbens* L. in substrates were using Methyl Bromide, Autoclave and Solarization (30 days); for *Amaranthus viridis* L. and *Emilia sonchifolia* L., were Methyl Bromide and Autoclave; for *Eleusine indica* L., Methyl Bromide, Autoclave, PCNB, Solar Collector, Solarization (30 and 45 days) and Formol (2 and 3 liters); for *Bidens subalternans* L., Methyl Bromide, Autoclave, Solar Collector, Solarization (30 days) and Formol (3 liters); for *Cyperus rotundus* L., Methyl Bromide, Autoclave, Aluminum Phosphide, Solarization (15 and 30 days) and Sodium hypochlorite; and for *Oxalis corniculata* L., Methyl Bromide, Autoclave and Solar Collector..

---

\*Major Professor: Rubens José Guimarães – Lavras Federal University - UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de café há mais de 150 anos (Guimarães et al., 2002), e no período de 1994/95 a 2000/01 representou aproximadamente 25,7% da produção mundial (Floriani, 2001). Em 2005, de acordo com previsões da CONAB, o Brasil deve representar aproximadamente 30% da produção mundial, com 32,46 milhões de sacas de café beneficiado, sendo que Minas Gerais deve colher aproximadamente 45,1% da produção nacional (Produção..., 2005a;b). O Sul de Minas tem contribuído com aproximadamente 50% da produção estadual (Representação..., 2005; UNIVERSIDADE ILLY DO CAFÉ, 2005).

Por se tratar de uma cultura perene, falhas no início poderão ocasionar conseqüências maléficas por toda a vida da cultura (Carvalho, 1978; Gonçalves & Tomaziello, 1970). Assim, a produção de mudas é uma das principais fases da cultura do cafeeiro, sendo que há opção de produção em tubetes de polietileno rígido ou em saquinhos de polietileno; nesse último utiliza-se solo como substrato. Todavia, a presença de nematóides, fungos de solo e sementes de plantas invasoras obrigam o viveirista a utilizar produtos esterilizantes de solo, muitas vezes com prejuízos ao meio ambiente, como é o caso do Brometo de Metila, que tem efeito altamente destruidor da camada de ozônio. A Reunião das Partes do Protocolo de Montreal, realizada em Viena em dezembro de 1995, estabeleceu prazos para a eliminação do Brometo de Metila do mercado. Outros produtos estão disponíveis, mas nenhum possui as características do Brometo no tratamento de solo. Além disso, a pressão da sociedade por uma agricultura com menores impactos ambientais tem incentivado trabalhos de pesquisa com métodos não-químicos em substituição ao Brometo (Campanhola & Bettiol, 2003).

Devido aos efeitos indesejáveis do Brometo de Metila, que ainda é a solução mais utilizada pelo viveirista, têm-se buscado produtos alternativos com eficiência no controle de nematóides, fungos de solo e sementes de plantas invasoras com menores riscos ao homem e ao meio ambiente. Assim, algumas alternativas surgem, como o uso do Formol em solução com água aplicado ao substrato; Hipoclorito de Sódio puro aplicado ao substrato; aplicação de Fogo Direto; Solarização do substrato com o uso de Coletor Solar; Solarização do substrato sem o uso de Coletor Solar; PCNB (pentacloronitrobenzeno a 75%) aplicado por meio de regas nos saquinhos com substrato; uso de Fosfeto de Alumínio como fumigante no substrato e esterilização do substrato com o uso de Autoclave.

Diante da ausência de resultados comparativos dos métodos alternativos de desinfestação de substratos, nesse trabalho procurou-se verificar o efeito desses no tratamento de substrato utilizado para a produção de mudas de cafeeiro em saquinhos de polietileno quanto ao controle de plantas invasoras e ao desenvolvimento das mudas no substrato tratado.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Produção de Mudanças de Cafeeiro**

Antigamente, o semeio do café era feito diretamente na cova quando eram utilizadas até trinta sementes para garantir, no final da implantação da lavoura, um stand de seis a oito mudas por cova. A prática da formação de mudas em viveiros, para depois serem levadas ao campo, começou com o uso de laminados de pinho e blocos de solo argiloso ("torrão paulista"). A evolução da produção de mudas com o uso dos saquinhos de polietileno ocorreu por meio de pesquisas realizadas na Seção de Café do Instituto Agronômico de Campinas e continua sendo muito utilizada pelos viveiristas (Guimarães et al., 2002).

Atualmente recomenda-se, como substrato padrão para produção de mudas de cafeeiro em saquinhos de polietileno, a seguinte mistura: 700 litros de subsolo peneirado, 300 litros de esterco de curral curtido e peneirado, 5 quilos de superfosfato simples e 0,5 quilo de cloreto de potássio, resultando em 1 metro cúbico de substrato (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais-CFSEMG, 1999; Guimarães et al., 2002). O local de retirada do solo não deve ser o mesmo em que tenha havido lavouras, nem deve estar abaixo deste devido ao risco de contaminação do viveiro com nematóides, ou mesmo doenças fúngicas como a Rhizoctoniose (tombadeira). Também devem ser eliminados os primeiros 20 a 30 cm superficiais para prevenção de contaminação das mudas por plantas invasoras (Guimarães et al., 2002).

Mesmo tomando os cuidados acima descritos, recomenda-se o tratamento do substrato (já misturado) com Brometo de Metila na dose de 150 ml/metro cúbico durante 48 horas. A maneira mais prática de executar essa operação é colocar o substrato em montes de altura não superior a 50 cm para facilitar a penetração do Brometo (Guimarães et al., 2002).

Os saquinhos de polietileno são, ainda, os recipientes mais utilizados pelos viveiristas. Esses podem ter dimensões de 10 a 12 cm de largura por 20 a 22 cm de comprimento, para "mudas de meio ano", e de cerca de 15 cm de largura por 25 cm de comprimento para "mudas de ano". Esses recipientes são providos de furos (pelo menos 36 por recipiente) na metade inferior para drenagem (Guimarães et al., 2002).

## **2.2 Esterilização de Substrato para Produção de Mudanças de Cafeeiro com Brometo de Metila.**

O processo de esterilização visa eliminar organismos causadores de doenças que podem provocar a morte das mudas e/ou servir como fonte de inóculo para disseminação de patógenos no transplante. No Brasil ainda é utilizado o gás Brometo de Metila como agente destruidor desses organismos, cujo uso deveria ser extinto neste ano de 2005 nos países desenvolvidos e inteiramente suspenso no mundo até 2015; entretanto, o governo brasileiro decidiu antecipar os prazos estabelecidos pelo Protocolo de Montreal, restringindo a utilização do Brometo devido aos riscos à saúde humana e aos impactos ao Meio Ambiente. A Instrução Normativa nº 1, de 10 de setembro de 2002, assinada em conjunto pelo MAPA, IBAMA e ANVISA, determinou cronograma de eliminação do Brometo de Metila para todos os seus usos até 31 de dezembro de 2006, antecipando em 09 anos os prazos de eliminação previstos no Protocolo. A única exceção prevista é para os tratamentos quarentenários, que deverão ser proibidos apenas em 2015 (Prejuízos..., 2005), o que, para Muller (1998), força a sociedade a buscar opções para o tratamento de solo e substratos.

Em 16/09/1987, o protocolo de Montreal, que proibiu o uso de quaisquer produtos que prejudiquem o meio ambiente e/ou a camada de ozônio, obrigou o mundo a buscar meios alternativos aos usados até então. No caso da agricultura,

o Brometo de Metila, biocida fumigante altamente eficiente e destruidor da camada de ozônio, necessita ainda hoje ser substituído por uma técnica ou produto esterilizante de substrato que seja barato e de simples aplicação para que o viveirista o utilize sem maiores complicações. Comparativamente, de acordo com o Painel de Avaliação Científica do Protocolo de Montreal, cada átomo de Bromo do Brometo de Metila que alcança a estratosfera destrói 60 vezes mais ozônio que os átomos de cloro dos CFCs (Prejuízos..., 2005).

A Reunião das Partes do Protocolo de Montreal, realizada em Viena em dezembro de 1995, estabeleceu prazos para a eliminação do Brometo de Metila do mercado. Outros produtos estão disponíveis, mas nenhum possui as características do Brometo, no tratamento de solo, para o controle de uma ampla gama de organismos. Além disso, a pressão da sociedade por uma agricultura com menores impactos ambientais tem incentivado trabalhos de pesquisa com métodos não-químicos em substituição ao brometo (Campanhola & Bettiol, 2003).

Atualmente, existe um interesse crescente na redução dos impactos negativos da agricultura ao meio ambiente, e grande ênfase vem sendo dada a outros métodos de controle de doenças de plantas, além dos métodos químicos. Têm-se utilizado vários agentes físicos para reduzir o inóculo ou o desenvolvimento das doenças, como a temperatura, a radiação, a ventilação e a luz (Michereff, 2003).

Existem pesquisas para a prática de tratamentos de substratos em outros ramos da fitotecnia e com bons resultados, como, por exemplo: a) a Solarização em hortaliças, Vaporização (calor úmido), e neste caso ainda não se conhecem os efeitos para a produção de mudas de cafeeiro; b) o produto Dazomet (Basamid), que era uma opção para a substituição do Brometo de Metila, porém foi retirado do mercado por ser de custo elevado, além do fato de o Brometo ainda ser permitido, ser de grande eficácia e muito mais barato; e c) o PCNB

(Quintozene), que foi registrado para cafeeiro como fungicida protetor de sementes, protetor de plântulas e curativo de plântulas com rizoctoniose, mas não conhece seu efeito como tratamento de substrato quando comparado às outras técnicas descritas. Diante disso, no caso do café ainda não se encontrou uma técnica ou produto eficaz comparado a outros métodos físicos, produtos químicos ou técnicas de manejo.

Assim, busca-se encontrar uma técnica ou produto que venha a ser de igual eficácia em relação ao brometo de metila e, de preferência, de fácil manuseio, pouco tóxico e que não cause problemas ao desenvolvimento da planta e nem prejuízos ao meio ambiente.

### **2.3 Produtos e Métodos Utilizados na Desinfestação de Substratos Para Mudanças de Cafeeiro.**

Neste subitem serão descritos os métodos e os produtos utilizados no presente trabalho, com suas características e utilização na agricultura quando for o caso.

#### **2.3.1 Brometo de Metila**

O Brometo de Metila é um produto químico comercializado na forma de gás liquefeito sob pressão, destinado ao controle de insetos de grãos armazenados, insetos - praga, fungos, formigas saúvas, plantas invasoras e nematóides do solo, dentre outros (Andrei, 1996; Winfit, 2004). Para a produção de mudas de cafeeiro recomenda-se a utilização do Brometo de Metila em substrato na dose de 150 ml/m<sup>3</sup> de substrato, durante 48 horas, para a desinfestação deste (Guimarães et al., 2002). O produto é registrado como sendo de classe toxicológica I, altamente tóxico (Andrei, 1996; Winfit, 2004), e é perigoso ao meio ambiente por ser um agente destruidor da camada de ozônio, juntamente com os chamados CFC's (Clorofluocarbono) (Prejuízos..., 2005).

Também pode ser visto como um potente biocida por causa de seu amplo espectro de controle, podendo matar qualquer ser vivo que tenha obtido contato com o produto.

### **2.3.2 Calor Úmido**

De acordo com Michereff (2003), os substratos podem ser desinfestados em câmaras especiais, nas quais o vapor é injetado sob pressão, como no caso de Autoclaves. Uma das vantagens do método é a ausência de resíduos tóxicos, como pode ocorrer com o tratamento químico, embora possa haver o acúmulo, em nível tóxico, de certos nutrientes como o manganês, por exemplo (Campanhola & Bettioli, 2003; Michereff, 2003). Apesar de eficiente, esse método ainda é pouco prático por necessitar de equipamentos de alto custo.

Além de caro, este método pode ter desvantagens como a elevação da temperatura durante a desinfestação, que pode causar diversas reações químicas no solo; a decomposição da matéria orgânica, que é acelerada e causa a liberação de amônia, dióxido de carbono e produtos orgânicos; o fato de os materiais inorgânicos serem degradados ou alterados; os nitratos e nitritos reduzidos à amônia e a solubilidade ou disponibilidade dos nutrientes, modificada (Campanhola & Bettioli, 2003; Michereff, 2003).

Também alterações nas propriedades físicas do solo podem ocorrer com relação às capacidades de absorção e capilaridade, à estrutura, à cor e ao odor. Após o tratamento térmico, o equilíbrio da população microbiana, construído após longa interação dos vários componentes, é destruído ou profundamente modificado (Campanhola & Bettioli, 2003; Michereff, 2003).

De modo geral, as altas temperaturas atingidas tornam o tratamento não seletivo, resultando na erradicação dos microrganismos, criando espaços estéreis denominados vácuos biológicos (Ghini, 1997; Michereff, 2003). A recolonização do solo é feita basicamente através dos microrganismos

termotolerantes sobreviventes, dos microrganismos do solo adjacente não tratado, do ar, da água ou daqueles introduzidos com material vegetal (Michereff, 2003).

De acordo com Papavizas (1985), citado por Patricio (2000), os tratamentos com Calor Úmido (Vapor) podem modificar o solo, favorecendo a colonização por espécies de *Trichoderma* e *Gliocladium* (fungos antagonistas).

Diante disso, Patricio(2000) aponta o uso de Calor Úmido como uma possibilidade de substituição ao Brometo de Metila para desinfestação de microrganismos em solos e substratos.

### **2.3.3 Solarização**

De acordo com Ghini (1997), a Solarização é um método físico de desinfestação do solo para controle de infestantes (plantas invasoras, fungos, nematóides e outros organismos do solo). Este método consiste da cobertura do solo ou substrato em pré-plantio por um filme de plástico transparente, durante um período de exposição solar, podendo-se obter melhores resultados com o solo ou substrato úmido. Segundo Ghini (1997) e Patrício (2000), Solarização é uma combinação de métodos químicos, físicos e biológicos que acarretam queda drástica na viabilidade de fungos fitopatogênicos.

O aumento da temperatura no substrato solarizado, de acordo com Stevens et al. (1991), citado por Patricio (2000), depende do conjunto dos fatores clima, quantidade de insolação, umidade e estação do ano. Na Austrália, o tratamento de Solarização chegou a uma temperatura de 44,6°C, numa profundidade de 25 cm. (Duff & Connelly, 1993, citado por Patrício, 2000).

Quanto maior a profundidade do solo tratado, menor a eficiência do sistema, necessitando de um maior tempo de exposição ao sol para que seja alcançado o objetivo do tratamento de desinfestação do solo ou substrato. Outro importante fator de expressão para tal método é a ativação da microbiota em

camadas mais profundas do solo, onde o calor não é suficiente para inativar os fungos presentes, mas capaz de aumentar a microbiota do solo e, conseqüentemente, tornar inativos os microrganismos patogênicos (Ghini, 1997).

Para Ghini (1997), a Vaporização alcança maiores temperaturas, porém a Solarização permite a sobrevivência de alguns grupos de microrganismos, estes denominados de antagonistas. Ghini (1997) ainda afirma que os saprófitas e alguns antagonistas são mais resistentes ao calor quando comparados aos patógenos de plantas, resultando em uma alteração na composição microbiana em favor de antagonistas, os quais estimulam a supressividade do solo a patógenos. Com isso, o solo solarizado é mais resistente à reinfestação do que o solo que sofreu outro tipo de esterilização. De acordo com Papavizas (1985), citado por Patricio (2000), a Solarização pode modificar o solo, favorecendo a colonização por espécies de *Trichoderma* e *Gliocladium* (fungos antagonistas). Para Katan & DeVay (1991), citado por Ghini (1997), o crescimento das plantas é beneficiado com o efeito da Solarização, a qual afeta os componentes bióticos e abióticos do solo em favor dos antagonistas e saprófitas e promove a liberação de nutrientes nos solos e substratos como, por exemplo, o nitrogênio nas formas de amônia e nitrato, o cálcio e o magnésio devido à morte e decomposição de parte da microbiota.

A inativação térmica de diversos patógenos, de modo geral, é obtida de maneira que quanto menor a temperatura, maior é o tempo necessário de exposição para ocorrer à inativação das estruturas do patógeno. Por esse motivo, o filme plástico deve ser mantido por um período suficiente para que haja a inativação das estruturas do patógeno situadas nas camadas mais profundas do solo (Ghini, 1997). A patogenicidade é favorecida em camadas mais superficiais até 20 cm (Patrício, 2000).

O tempo de tratamento por Solarização deve ser o maior possível, e de modo geral a permanência do plástico sobre o solo chega a variar de um a dois meses (Campanhola & Bettiol, 2003).

As temperaturas atingidas com Solarização utilizando cobertura de plástico nas condições de campo podem chegar a aproximadamente 50°C na época mais quente do ano para a região de Jaguariúna/SP (Campanhola & Bettiol, 2003; Ghini, 1997), podendo variar pouco para a região de Lavras/MG, devido à semelhança geográfica dessas cidades quanto à latitude, altitude e clima.

Ghini (1997) lista uma extensa quantidade de fungos, bactérias e nematóides que a técnica da Solarização controla, mas afirma que os melhores resultados têm sido obtidos pela combinação da Solarização com outros métodos de controle; e Campanhola & Bettiol (2003) ainda advertem que há a necessidade de se conhecer o melhor período para sua utilização em cada região.

Segundo Campanhola & Bettiol (2003) e Ghini (1997), diversas plantas invasoras também podem ser controladas pela solarização, além de constituírem um excelente indicador da eficiência do método. Conseqüentemente, pode-se dizer que obtendo um efeito de controle de plantas invasoras, tem-se uma grande possibilidade de ocorrerem efeitos semelhantes no controle de outros organismos como pragas, doenças e também outras plantas invasoras.

#### **2.3.4 Coletor Solar**

É um equipamento destinado a desinfestar substratos para a produção de mudas em viveiros, com o uso da energia solar (Ghini & Bettiol, 1991).

O Coletor consiste de uma caixa de madeira com tubos de ferro galvanizado e uma cobertura de plástico transparente que permite a entrada dos raios solares. O solo ou substrato é colocado nos tubos pela abertura superior e, após o tratamento, é retirado pela inferior através do efeito da gravidade. O

equipamento deve ser orientado para posição norte e deve ter uma inclinação da latitude acrescida de 10° C em relação ao solo (Ghini, 1997).

Campanhola & Bettiol (2003) descrevem vantagem do Coletor Solar em relação à Solarização, ou seja, estes autores afirmam que o substrato é desinfestado com Coletor Solar em um a dois dias de exposição, enquanto na Solarização o tempo de exposição para eficiência chega a ser de um a dois meses.

De acordo com Campanhola & Bettiol (2003), a Solarização com o uso do Coletor Solar pode chegar até a 80°C nas horas mais quentes do dia.

O Coletor Solar substitui integralmente o uso do Brometo de Metila e outros produtos químicos, sem a necessidade de tratamentos complementares (Campanhola & Bettiol, 2003).

### **2.3.5. Fogo Direto**

De acordo com Ghini & Bettiol (1995), o método físico de desinfestação com Fogo Direto, utilizando um lança-chamas acoplado a um botijão a gás, é utilizado com sucesso na assepsia de facões na cultura da cana-de-açúcar. Os autores afirmam que a desinfestação é realizada em aproximadamente 15 segundos, porém não foi encontrado, na literatura, este método em desinfestação de substratos.

### **2.3.6 Fosfeto de Alumínio**

O Fosfeto de Alumínio é um produto químico indicado para tratamentos de sementes, variando o tempo de tratamento entre 72 e 96 horas para grãos armazenados, farinhas, farelo de soja, cacau, algodão em pluma, fumo e outros (Andrei, 1996; Bernardo Química, 2004). No caso específico do café o produto é utilizado no controle da traça (*Ephesia cautella*) em grãos armazenados (Andrei, 1996; Bernardo Química, 2004).

O produto é registrado como sendo de classe toxicológica I, altamente perigoso ao meio ambiente, para mamíferos principalmente por via inalatória (Andrei, 1996; Bernardo Química, 2004).

### **2.3.7 Quintozene (PCNB)**

O produto químico é registrado para controle de fungos de solo, podendo ser aplicado via semente ou via rega. É um produto classificado na classe toxicológica III, como produto medianamente tóxico (Andrei, 1996; Winfit, 2004).

Neste trabalho o produto foi testado para verificar seus efeitos no controle de organismos no solo em geral e verificar o seu efeito no desenvolvimento do cafeeiro. Em experimento conduzido por Mendonça et al. (2000), não foi observada fitotoxidez deste produto quando aplicado em experimento conduzido de controle de *Rhizoctonia solani* em mudas de café.

### **2.3.8 Formaldeído**

O Formol ou Formaldeído é um produto químico que pode ser definido como sendo um aldeído fórmico existente na forma de gás solúvel em água, sendo que, nestas condições, pode ser chamado de formalina (Características..., 2005a; Korolkovas & França, 2003; Royal Pharmaceutical Society of Great Britani-RPSGB, 1996), que tem como forma da ação a interação com a proteína (Características..., 2005a; Korolkovas & França, 2003). Este produto é utilizado em assepsia de hospitais, material cirúrgico, laboratórios em geral e tem como característica importante não deixar resíduos. O Formol é ativado a uma umidade de 80% a 90%, formando uma película sobre o material a ser esterilizado; assim, o produto age no controle de microrganismos, visto que tem baixo poder de penetração. (Características..., 2005a; RPSGB, 1996).

A solução de Formaldeído (Formalina) encerra não menos que 37% do gás formaldeído, que é incolor, e possui ação antibacteriana, antiviral e antifúngica (Características..., 2005a;b; KorolKovas & França, 2003; RPSGB, 1996). Porém, o Formol tem baixo potencial de controle de endósporos, mas este efeito é potencializado à medida que aumenta a temperatura (RPSGB, 1996). De acordo com RPSGB (1996), soluções de Formol a 0,1% (v/v) podem ser utilizadas na desinfestação de esterco líquido a um pH maior que 9,5 por três horas, sob uma temperatura igual ou superior a 15°C. Devido a todas essas características, aliadas ao seu baixo custo, o Formol pode ser utilizado na agricultura, mas possui um alto poder toxicológico, carcinogênico e irritante. Prolongadas exposições ao Formol podem causar inquietação, irritação do trato respiratório superior, conjuntivite, úlceras de córnea e fotofobia (Características..., 2005b; KorolKovas & França, 2003; RPSGB, 1996).

### **2.3.9 Hipoclorito de Sódio**

Soluções de Hipoclorito de Sódio são amplamente utilizadas como desinfetantes e no tratamento da água de bebida para aves (Características..., 2005b).

O Hipoclorito de Sódio é um produto químico que libera cloro gasoso quando entra em contato com algum tipo de ácido ou solução ácida (Característica..., 2005c).

O produto utilizado é líquido, de coloração amarela clara, tem 12% de cloro ativo, densidade aproximadamente de 1,2 g/cm<sup>3</sup> e ph 11; é pouco tóxico, miscível em água e instável à temperatura ambiente, decompondo-se lentamente. As conseqüências do seu uso ao meio ambiente vão depender da capacidade de absorção do solo e dos sistemas aquáticos expostos ao produto, visto que o produto, apesar de ser pouco tóxico para mamíferos, é altamente tóxico para animais marinhos (Características..., 2005c).

Fagundes et al. (2004) testaram o uso do Hipoclorito de Sódio no controle de cercosporiose e ferrugem, observando efeito fungicida, porém detectando que não era persistente, ou seja, não ocorria efeito residual na planta. Assim, o Hipoclorito de Sódio no solo foi incluído como possível desinfestante de substrato sem a pretensão de efeito residual, além do que o revolvimento do solo deverá ajudar na volatilização do produto.

#### **2.4 Importância e Biologia das Plantas Invasoras na Produção de Mudanças de Cafeeiro**

As informações específicas sobre cada planta invasora encontrada em substratos para mudas de cafeeiro são importantes para o entendimento do comportamento delas quando o substrato é submetido aos diversos tratamentos esterilizantes. Kissmann (1997, 1999 e 2000) faz as seguintes descrições:

##### **2.4.1. Beldroega (*Portulaca oleracea* L.).**

Kissmann (2000) descreve a Beldroega como uma planta invasora com maior importância em horticultura e ocorrendo também em grandes culturas de campo. Neste caso, a sua maior importância é como hospedeira alternativa de diversos nematóides, como *Meloidogyne*, *Paratylenchus*, *Rotylenchus* e *Heterodera*. Esta espécie também pode ser hospedeira de vários vírus; porém, dentre os descritos nenhum ataca o cafeeiro.

A Beldroega é uma planta anual reproduzida por semente, em que não é observada dormência, é fotoblástica positiva e possui um ciclo que pode variar de 2 a 3,5 meses em regiões tropicais e de 4 a mais meses em regiões mais frias.

As sementes desta espécie germinam em menores profundidades, com a umidade ideal variando de 70-85% da capacidade de campo à temperatura em torno de 20° C. As sementes são viáveis por um longo período no solo e seu poder germinativo pode durar até 50 anos.

Kissmann (2000) descreve que devido à grande quantidade de água e nutrientes presentes nos tecidos das plantas, estas, quando cortadas, continuam fisiologicamente ativas por diversos dias, continuando a florescer e a produzir sementes. Segundo o autor, para evitar reinfestações é necessário recolher as plantas cortadas nas capinas.

A Beldroega adapta-se melhor em solos leves, ricos e com boa radiação solar. A planta se desenvolve também em solos pobres, porém o desenvolvimento é menor. Não se observa grande frequência em solos pesados.

#### **2.4.2 Braquiária (*Brachiaria decumbens* L.).**

Segundo Kissmann (1997), a braquiária tem maior importância em lavouras originadas de pastagens, nas quais era utilizada como forrageira. O agricultor dificilmente consegue erradicar esta planta quando ela está presente nestas áreas, pois a partir daí a braquiária passa a constituir uma importante infestante, muito agressiva e de difícil controle. As sementes podem ser viáveis por até 8 anos no solo com germinação muito irregular, pois ocorre dormência inicial. A germinação pode ocorrer em considerável profundidade, e após a emergência o crescimento é muito rápido.

A braquiária também pode se reproduzir de forma vegetativa a partir de rizomas e estolões.

A planta se desenvolve bem com temperatura elevada e umidade alta. É tolerante a baixa luminosidade e há resposta imediata com a adubação fosfatada, além de tolerar solos ácidos e com elevados teores de alumínio e ferro.

De acordo com Almeida & Silva (2004), o uso do calor constitui uma alternativa para a redução da dormência das sementes de *Brachiaria decumbens* e, conseqüentemente, favorece o seu desempenho germinativo. Contudo, a deterioração pode ser acelerada.

### **2.4.3. Caruru (*Amaranthus spp.*)**

Kissmann (1999) descreve que as espécies *Amaranthus lividus* e *Amaranthus viridis* são geneticamente bem próximas, podendo ocorrer hibridação, o que dificulta a sua identificação.

Para o café, o gênero *Amaranthus* é importante também por ser hospedeiro de nematóides como o *Meloidyne sp.*, porém este também pode ser hospedeiro de vírus, mas sem relevância para o cafeeiro.

Estas espécies são plantas anuais, produzindo um grande número de sementes, através das quais se reproduz. As sementes têm longa viabilidade e podem ser viáveis por décadas no solo; caso haja umidade, pode ocorrer dormência. A espécie *A. retroflexus* necessita de uma temperatura entre 35° e 49°C em sementes novas para uma germinação rápida e estas germinam em temperatura cada vez mais baixa à medida que envelhecem.

### **2.4.4 Falsa Serralha (*Emilia sonchifolia* L.).**

Kissmann (1999) descreve a falsa serralha como uma infestante com moderada agressividade, ocorrendo em lavouras perenes como as de café e citrus, mas não é importante como invasora, pois oferece pouca competitividade. Uma outra característica importante é o fato de esta invasora ser hospedeira de nematóides.

A planta tem como características ser de ciclo anual, reprodução por semente, ser fotoblástica positiva e tolerante a sombreamento. Esta ainda adapta-se bem em solos pobres, mas se desenvolve melhor em solo fértil e com boa umidade. Não se desenvolve bem em época fria.

### **2.4.5 Pé-de-galinha (*Eleusine indica* L.).**

De acordo com Kissmann (1997), esta planta desenvolve-se preferencialmente em solos fracos e não é perene. Sua reprodução é feita por

sementes com um ciclo de 120 a 180 dias, dependendo do clima. O poder germinativo é bom em condições de calor e umidade e suas sementes podem ser transportadas pelo vento.

No Brasil sua importância é média, sendo mais sentida nas regiões onde os verões são chuvosos. Para o caso do cafeeiro, sua importância pode ser atribuída ao potencial de competição e por ser hospedeira alternativa de alguns fungos, vírus e nematóides (*Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus pratensis*).

A espécie é pouco exigente em relação ao tipo de solo e fertilidade, aceitando também uma ampla faixa de pH. É indiferente aos fatores luz e fotoperíodo, além de ser relativamente resistente à seca e ao excesso de umidade. Segundo Kissmann (1997), seca prolongada e frio são fatores adversos.

#### **2.4.6 Picão Branco (*Bidens subalternans* L.).**

Segundo Kissmann (1999), o picão é uma das mais sérias infestantes de culturas no mundo. No Brasil infesta a maioria das culturas perenes e anuais, exceto os cereais de inverno na região sul e o arroz irrigado.

Para a cafeicultura, o picão pode ser considerado importante pelo seu bom potencial de competição e por abrigar espécies de nematóides como o *Meloidogyne*, fungos e coleópteros. A planta também abriga vírus e pulgões.

É uma planta anual, reproduzida por semente e germina em profundidade não maior do que 1 cm. As sementes enterradas em maior profundidade podem permanecer em vida latente por até 5 anos. A germinação depende de umidade, temperatura e luz; e para o desenvolvimento aceita tanto plena insolação como iluminação difusa, e por isso germina também sob a copa de árvores.

#### **2.4.7 Tiririca. (*Cyperus rotundus* L.).**

Segundo Kissmann (1997), esta é a planta infestante de maior importância no mundo por causa de sua ampla distribuição, capacidade de competição, agressividade e dificuldade de controle e erradicação. Esta planta também abriga diversas espécies de fungos de solo e nematóides.

*Cyperus rotundus* é uma planta perene e tem alta capacidade de multiplicação, sendo apenas 5% de sua propagação representada por sementes, por não serem formadas sementes viáveis; com isso, a planta pode formar até 40 toneladas de matéria vegetal por hectare. Esta espécie ainda produz toxinas nos tubérculos que afetam a germinação, a brotação e o desenvolvimento de outras espécies. A principal forma de multiplicação é por tubérculos e bulbos subterrâneos.

Plantas desta espécie são adaptáveis em diversos tipos de solo, independentemente da sua textura, pH e fertilidade, fatos que a torna uma espécie de difícil controle, tanto por métodos de manejo como por herbicidas. Apenas solos muito salinos são inadequados.

A temperatura baixa retarda o desenvolvimento da planta e o congelamento do solo mata os tubérculos. *C. rotundus* é a espécie de planta que tolera as mais altas temperaturas dentre as espécies conhecidas e estudadas.

#### **2.4.8. Trevo (*Oxalis corniculata* L.).**

De acordo com Kissmann (2000), o trevo é uma planta reproduzida por sementes, que são formadas em grande quantidade e apresentam bom poder germinativo. É uma planta perene por ocorrer enraizamento progressivo de ramos, os quais formam clones bianuais ou mesmo perenizados. Aceita diversos tipos de solo, preferindo os modificados e férteis, com boa umidade; o seu desenvolvimento é rasteiro e ela tolera iluminação difusa ou sombreamento parcial.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1. Área Experimental**

O experimento foi instalado na área experimental do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), sul do estado de Minas Gerais. O local tem altitude 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 Cwa, temperado úmido (Ometto, 1981).

Durante a condução do experimento a temperatura média do mês mais quente foi de 22,5° C e a do mês mais frio, de 15,7° C; a precipitação média mensal durante o período foi 128,83 mm e a umidade relativa média mensal, de 73,2%, de acordo com os dados registrados pela estação meteorológica da UFLA (Anexo 1).

O viveiro foi construído em abril de 2004 e o experimento foi conduzido a partir de maio de 2004 até março de 2005, quando foi realizada a avaliação de desenvolvimento.

### **3.2. Delineamento Experimental**

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 13 tratamentos constituídos de métodos de desinfestação de substrato.

O experimento constou de um total de 52 parcelas, distribuídas em 4 blocos. Cada parcela foi composta de 36 mudas, sendo 4 na área útil e 32 na bordadura dupla.

### **3.3. Viveiro**

O viveiro construído foi de cobertura alta, com controle de insolação com tela plástica denominada sombrite (50%) (Guimarães et al., 2002; Paiva, 2001).

### **3.4. Preparo do Substrato**

O substrato utilizado foi o padrão, de acordo com CFSEMG (1999) e Guimarães et al. (2002), composto de 700 litros de solo e 300 litros de esterco de curral por metro cúbico de mistura, sendo adicionados 1,0 kg de  $P_2O_5$  (5 kg de superfosfato simples) e 0,3 kg de  $K_2O$  (0,5 kg de cloreto de potássio).

O solo foi coletado no município de Carmo da Cachoeira (MG), em uma lavoura de café com mais de vinte anos de produção, com a intenção de se obter um solo possivelmente contaminado com fungos de solo, nematóides e plantas daninhas, coletado nos primeiros 10 cm e debaixo do dossel foliar dos cafeeiros.

Este solo foi coletado em três datas distintas, quinzenalmente, para que fossem aplicados os tratamentos de solarização e completassem os tempos de exposição ao sol exatamente no mesmo dia. O solo para os demais tratamentos foi coletado juntamente com o último tratamento de solarização, ou seja, faltando 15 dias para o enchimento dos saquinhos e a instalação de todo o experimento.

Na última coleta foi separado o volume de solo para formar os substratos de cada tratamento restante, pois enquanto se fazia a solarização com 15 dias, os demais substratos também eram preparados para a instalação definitiva do experimento. O solo foi coletado nos dias 28/04, 13/05 e 28/05/2004 e a instalação do experimento foi feita em 12/06/2004.

### **3.5 Tratamentos Utilizados**

Para a aplicação dos tratamentos, cada método de desinfestação foi aplicado a 128 litros de substrato, o que correspondia ao volume de substrato necessário para o enchimento de 144 saquinhos de polietileno, suficientes para compor as 4 repetições.

Os tratamentos de desinfestação utilizados foram de origem física (1 com autoclave, 3 com solarização, 1 com coletor solar e 1 com fogo direto) e química (1 com brometo de metila, 1 com fosfeto de alumínio, 1 com PCNB, 2 com formol e 1 com hipoclorito de sódio), conforme citados e descritos abaixo:

**3.5.1 Testemunha:** Consistiu do substrato sem nenhum tipo de tratamento para desinfestação.

**3.5.2 Brometo de Metila:** O mesmo substrato descrito no tratamento testemunha foi tratado com uma lata de Brometo de Metila (390 mL) para os 128 litros de substrato, com dimensões de 80cm X 80cm X 20cm. Durante o tratamento foi feita a cobertura do substrato a ser tratado com lona de polietileno, tomando-se o cuidado de vedar as laterais a fim de que não escapasse o gás. Retirou-se a lona após 4 dias de tratamento, e logo após este substrato foi revolvido 3 vezes por dia durante 5 dias para que não houvesse resíduo.

**3.5.3 Autoclave:** O substrato foi autoclavado duas vezes durante uma hora, a 121°C por vez. Para essa operação, utilizou-se a Autoclave vertical modelo AV 75, da marca Phoenix, do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras.

**3.5.4 Solarização com 15 dias:** Foi utilizada uma lona plástica transparente que cobriu todo o substrato por cima e por baixo, formando, assim, uma espécie de envelope com o substrato, com dimensões de 80cm X 80cm X 20cm. O substrato deste tratamento ficou exposto ao sol por 15 dias.

**3.5.5 Solarização com 30 dias:** Foi utilizada uma lona plástica transparente que cobriu todo o substrato por cima e por baixo, formando, assim, uma espécie de envelope com o substrato, com dimensões de 80cm X 80cm X 20cm. O substrato deste tratamento ficou exposto ao sol por 30 dias.

**3.5.6 Solarização com 45 dias:** Foi utilizada uma lona plástica transparente que cobriu todo o substrato por cima e por baixo, formando, assim, uma espécie de envelope com o substrato, com dimensões de 80cm X 80cm X 20cm útil. O substrato deste tratamento ficou exposto ao sol por 45 dias.

**3.5.7 Coletor Solar:** Para esse tratamento foi construído um Coletor Solar que consiste de uma caixa de madeira com tubos de ferro galvanizado e uma cobertura de plástico transparente, que permite a entrada dos raios solares. Esta caixa foi apoiada em um cavalete, sendo que o substrato foi colocado nos tubos pela abertura superior; após 3,5 dias de tratamento, a caixa foi invertida e o substrato foi retirado pela força da gravidade (Ghini, 1997).

O coletor foi instalado com exposição na face norte e um ângulo de inclinação semelhante à latitude local, acrescida de 10° de acordo com Ghini (1997) (Figura 1).



FIGURA 1: Coletor Solar, no local do experimento em junho de 2004, UFLA, Lavras, MG, 2005.

**3.5.8 Aplicação de Fogo Direto:** Utilizou-se um lança-chamas para aplicação do tratamento logo após o preparo do substrato. Foi feito um canteiro com o substrato, com dimensões de 80cm X 80cm X 20cm, para realizar o tratamento, sendo que o fogo era aplicado por um minuto de maneira uniforme, sem revolvimento do substrato, com uma intensidade de chama alta a uma distância de aproximadamente 20 cm entre o bico do lança-chamas e o substrato. O enchimento dos 144 saquinhos de polietileno foi realizado logo após o tratamento.

**3.5.9 Fosfeto de Alumínio:** Foram colocadas três pastilhas (27 gramas) do produto junto ao substrato (canteiro com dimensões de 80cm X 80cm X 20cm), debaixo da lona bem vedada, a fim de que não escapasse o gás. Após 3 dias de tratamento do substrato, retirou-se a lona e o substrato foi revolvido durante 3 dias para que não houvesse resíduo do produto.

**3.5.10 Quintozene 750 PM (PCNB):** Utilizando a dose de 10g do produto comercial Quintozene para 2 litros de água, regou-se esse volume de calda nas 144 sacolas com substrato, as quais correspondiam às quatro repetições desse tratamento.

**3.5.11 Formol (3 litros):** Três litros da solução de formalina na concentração de 1 litro de Formol diluído em 20 litros d'água foram regados no substrato (em canteiros com dimensões de 80cm X 80cm X 20cm). Após a rega da solução com Formol, os substratos foram bem vedados com lona de polietileno preto (durante 3 dias) a fim de evitar a volatilização da formalina. Após esse período, retirou-se a lona e removeu-se o substrato tratado duas vezes por dia, durante 3 dias.

**3.5.12 Formol (2 litros):** Dois litros da solução de formalina na concentração de 1 litro de Formol diluído em 20 litros d'água foram regados no substrato (em canteiros com dimensões de 80cm X 80cm X 20cm). Após a rega da solução com Formol, os substratos foram bem vedados com lona de polietileno preto (durante 3 dias) a fim de evitar a volatilização da formalina. Após esse período, retirou-se a lona e removeu-se o substrato tratado duas vezes por dia, durante 3 dias.

**3.5.13 Hipoclorito de Sódio:** Tratamento de substrato na concentração de 5 litros de solução de Hipoclorito de Sódio a 12% de cloro ativo para 100 litros de substrato. Para os 128 litros de substrato tratados utilizaram-se, portanto, 6,4 litros de Hipoclorito de Sódio, os quais foram regados sobre o substrato de maneira uniforme. Após a rega da solução com Hipoclorito, o substrato foi bem vedado com lona de polietileno preto durante quatro dias. Após esse período, retirou-se a lona e removeu-se o substrato tratado duas vezes por dia, durante quatro dias.

### **3.6. Formação de Mudanças**

Para avaliação do desenvolvimento das mudas de café nos substratos tratados pelos diferentes métodos, em 21/10/2004, repicaram-se plântulas, em estágio de orelha-de-onça, originadas de sementes da cultivar Paraíso H 419-1, resistente à ferrugem, em saquinhos de polietileno preto perfurados, com 11 cm de largura por 20 cm de comprimento, para envasamento dos substratos dos diferentes métodos de desinfestação.

### **3.7 Condução do Experimento**

Foram realizadas regas e capinas manuais, fazendo-se a contagem de plantas invasoras até o quinto mês, sempre que essas plantas atingiam cinco centímetros de altura. Neste trabalho, as plantas invasoras mais frequentes foram Beldroega (*Portulaca oleracea* L.), Braquiária (*Brachiaria decumbens* L.), Caruru (*Amaranthus viridis* L.), Falsa serralha (*Emilia sonchifolia* L.), Pé-de-galinha (*Eleusine indica* L.), Picão branco (*Bidens subalternans* L.), Tiririca (*Cyperus rotundus* L.) e Trevo (*Oxalis corniculata* L.).

Para avaliação de altura, diâmetro de caule, área foliar, massa seca da parte aérea, sistema radicular e número de nós das mudas, ao final do

experimento procedeu-se à lavagem cuidadosa das mudas, retirando-se o substrato do sistema radicular e em seguida cortando-as na altura do colo.

O experimento foi conduzido até o estágio de quinto par de folhas, quando foram avaliados:

**a) Altura das Plantas:** medida do colo até a gema terminal do ramo ortotrópico da planta, em centímetros.

**b) Diâmetro do Caule:** medido na altura do colo das plantas, em milímetros, com auxílio de paquímetro.

**c) Área Foliar Total:** medida em centímetros quadrados, estimada pela fórmula proposta por Huerta (1962), confirmada por Gomide et al. (1976); ou seja, a multiplicação do comprimento pela maior largura de uma folha de cada par, multiplicado pela constante 0,667; o resultado é multiplicado por 2, obtendo-se o resultado por par de folha; ao final soma-se a área de todos os pares.

**d) Massa Seca da Parte Aérea:** após cortar as mudas na região do colo, a parte aérea foi colocada para secar em estufa de circulação forçada de ar a 62° C até atingir massa constante, procedendo-se a pesagem com os resultados expressos em gramas.

**e) Massa Seca do Sistema Radicular:** após as mudas serem cortadas na região do colo, o seu sistema radicular foi colocado para secar em estufa de circulação forçada de ar a 62° C até atingir massa constante, procedendo-se a pesagem com os resultados expressos em gramas.

**f) Número de Nós do Ramo Ortotrópico:** ao final do experimento contou-se o número de nós das mudas.

**g) Contagem de Galhas:** ao final do experimento, depois de destacada a raiz da planta, foi realizada a contagem das galhas na raiz.

**h) Contagem das Planta Invasoras:** foi contada a emergência de todas as plantas invasoras até o quinto mês após o semeio do dia 01/07/2004, ou seja,

sempre que as plantas invasoras atingiam cinco centímetros de altura até final de novembro de 2004.

### **3.8 Análise Estatística**

Foi realizada análise estatística dos dados dos tratamentos referentes às plantas invasoras, pelo teste F, ao nível de 1%. Quando diferenças significativas foram detectadas, as médias foram comparadas pelo teste de Skott-Knott. No caso de contagem de plantas invasoras, os dados foram transformados em  $(X+1)^{-2}$ .

Foi realizada análise estatística dos tratamentos dos dados referentes ao desenvolvimento do cafeeiro, pelo teste F, aos níveis de 1% e 10%. Quando diferenças significativas foram detectadas, as médias foram comparadas pelo teste de Skott-Knott. Em ambos os casos foram utilizados o programa estatístico SISVAR 4.3, desenvolvido por Ferreira (2000).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para a discussão dos resultados, buscou-se inicialmente verificar o efeito dos diversos tratamentos no controle de plantas invasoras, para em seguida verificar o efeito desses no desenvolvimento das mudas.

### **4.1 Contagem de Galhas de Nematóides**

Não foram observadas galhas características de nematóides nas raízes das plantas de cafeeiro, nem mesmo na testemunha. Assim, a eficiência dos tratamentos propostos passa a ser avaliada pelos seus efeitos nas plantas invasoras e pelo desenvolvimento das mudas de cafeeiro, pois segundo Campanhola & Bettiol (2003), o método que controla plantas invasoras tem grande possibilidade de controlar também outros organismos infestantes.

### **4.2 Resultados e Discussões Referentes a Plantas Invasoras**

Neste subitem serão discutidos os resultados obtidos da emergência de sementes de cada planta invasora e ao final deste será feita uma análise geral das plantas invasoras em conjunto, abordando o total de plântulas emergidas por tratamento, independentemente da espécie, a fim de conhecer os melhores tratamentos de maneira mais abrangente.

Para uma discussão mais prática, os resultados obtidos na contagem das plantas invasoras por parcela foram transformados para a unidade “plantas invasoras por metro quadrado (pls./m<sup>2</sup>)”, ou seja, cada parcela tinha uma área de 0,4m por 0,4m, perfazendo uma área de 0,16 m<sup>2</sup> (Tabelas 2, 4, 6).

Segundo Campanhola & Bettiol (2003), se o efeito de controle de plantas invasoras for efetivo, há uma grande possibilidade de ocorrerem efeitos

semelhantes no controle de outros organismos, como pragas, doenças e também outras plantas invasoras.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados do resumo da análise de variância, contendo coeficientes de variação e médias gerais em seus respectivos tratamentos para a variável número de plantas de beldroega, braquiária e caruru nas parcelas.

TABELA 1 – Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias gerais [Beldroega (*Portulaca oleracea* L.), Braquiária (*Brachiaria decumbens* L.) e Caruru (*Amaranthus viridis* L.)] em experimento de métodos alternativos de desinfestação de substratos de café (*Coffea arabica* L.). UFLA. Lavras. 2005.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios		
		Beldroega	Braquiária	Caruru
Tratamentos	13	10,366233**	15,804453**	9,492510**
Blocos	3	4,611980	0,886807	2,909948
Erro	36	2,163656	1,955022	1,340479
C.V.%		26,04	24,54	20,99
Média geral		3,94	4,16	3,89

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

#### 4.2.1 Beldroega (*Portulaca oleracea* L.)

A contagem de beldroega consta na Tabela 2. Observa-se que a menor infestação ocorreu quando o substrato foi tratado com Brometo de Metila, Autoclave e Solarização (30 dias), em que foram observados valores médios inferiores a 6,25 pls/m<sup>2</sup>, sendo iguais entre si; ou seja, a menor infestação dos tratamentos de pior controle (PCNB com valor médio de 12,5 pls/m<sup>2</sup>) foi 100%

superior que a maior infestação dos tratamentos com melhor controle (Solarização/30dias com valor médio de 6,25 pls/m<sup>2</sup>).

Nota-se que nos tratamentos de Solarização houve uma superioridade de controle quando se aplicou o método por 30 dias em relação aos tempos de 15 e 45 dias. Porém, esse método parece promissor, visto que, à exceção dos dois métodos sabidamente mais eficazes (Brometo de Metila e Autoclave), os demais não figuraram entre os de maior controle da beldroega.

TABELA 2 – Número de plantas invasoras emergidas/m<sup>2</sup> [Beldroega (*Portulaca oleracea* L.), Braquiária (*Brachiaria decumbens* L.) e Caruru (*Amaranthus viridis* L.)], em experimento de métodos alternativos de desinfestação de substratos de café (*Coffea arabica* L.). UFLA. Lavras. 2005.

Pl. Invasora	Beldroega	Braquiária	Caruru
Testemunha	29,69 b	51,56 c	26,56 c
Brometo de Metila	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Autoclave	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Solarização (15 dias)	29,69 b	34,37 c	20,31 c
Solarização (30 dias)	6,25 a	4,69 a	7,81 b
Solarização (45 dias)	31,25 b	12,5 b	31,25 c
Coletor Solar	17,19 b	15,62 b	18,75 c
Fogo direto (maçarico)	20,31 b	37,50 c	14,06 c
Fosfeto de Alumínio	28,12 b	31,25 c	28,12 c
PCNB	12,50 b	10,94 b	26,56 c
Formol (3 litros)	18,75 b	20,31 b	17,19 c
Formol (2 litros)	23,44 b	40,62 c	9,37 b
Hipoclorito de Sódio	25,00 b	17,19 b	25,00 c

<sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Skott-Knott ao nível de 1% de probabilidade.

No caso do uso do Coletor Solar, não foi observada vantagem em relação à Testemunha, ou seja, os resultados aqui obtidos divergem dos encontrados por Ghini (1997) e Campanhola & Bettioli (2003), que encontraram eficiência do controle de fitopatógenos semelhante entre o Coletor Solar e o Brometo de Metila. Os mesmos autores relatam também que o controle de plantas invasoras é um bom indicador de eficiência dos tratamentos, recomendando para o Coletor Solar um tempo de exposição de 1 a 2 dias, ou seja, tempo menor do que o usado no presente trabalho.

No tratamento com Fogo Direto (Maçarico) também não foi observada vantagem em relação à Testemunha. Talvez pudessem ser obtidos melhores resultados diminuindo a altura da camada de substrato por ocasião do tratamento, ou ainda aumentando o tempo de exposição ao fogo.

Também os tratamentos com PCNB, Hipoclorito de Sódio e Fosfato de Alumínio obtiveram valores iguais à Testemunha; porém, num próximo trabalho podem ser propostos tratamentos com maiores concentrações na desinfestação de substratos para o controle de plantas invasoras e outros patógenos, desde que não haja intoxicação das mudas de café por resíduos que possam prejudicar seu desenvolvimento.

#### **4.2.2 Braquiária (*Brachiaria decumbens* L.)**

A contagem de Braquiária consta na Tabela 2. Observa-se que a menor infestação foi observada nos tratamentos com Brometo de Metila, Autoclave e Solarização (30 dias), nos quais foram observados valores médios inferiores a 4,69 pls/m<sup>2</sup>, sendo iguais entre si. Quanto à infestação nos demais tratamentos, o menor valor observado foi igual a 10,94 pls/m<sup>2</sup>, ou seja, 133% superior à maior infestação encontrada entre os melhores tratamentos.

Os substratos desinfestados com Fosfato de Alumínio, Solarização com 15 dias, Formol (2 litros) e Fogo Direto não foram eficazes na desinfestação do

substrato, pois foram iguais à Testemunha, que obteve valor de emergência de plântulas igual a 51,56 pls/m<sup>2</sup>.

Os tratamentos correspondentes a PCNB, solarização com Coletor Solar, Solarização (45 dias), aplicação de Formol (3 litros) e Hipoclorito de Sódio tiveram comportamento intermediário, ou seja, não foram tão eficazes quanto o uso da Autoclave, do Brometo de Metila e da Solarização (30 dias), porém foram mais eficazes que o tratamento Testemunha.

Observa-se que no caso dos tratamentos com Formol, a concentração maior (3 litros) foi superior no controle de plantas invasoras em relação à menor concentração (2 litros), proporcionando a possibilidade de discussão sobre o uso de maiores concentrações em outros experimentos com esse produto. Mesmo raciocínio pode ser feito quanto ao Hipoclorito de Sódio e ao PCNB, os quais, apesar de não terem sido testadas em diferentes doses, tiveram também comportamento intermediário, podendo melhorar sua eficácia com o aumento das doses para o tratamento dos substratos. Todavia, deve ser avaliada a possibilidade de intoxicação das mudas desenvolvidas neste substrato.

No caso dos tratamentos com Solarização nota-se que, à exceção da Solarização com 15 dias, que não diferiu da Testemunha, os tratamentos com 30 e 45 dias de exposição ao sol obtiveram algum controle sobre as plantas invasoras, o que pode significar que esse método de desinfestação pode ser mais eficaz se for aumentado o tempo de exposição do substrato ao sol.

Nota-se também, no caso da braquiária, que não foram observadas vantagens do tratamento com Fogo Direto (maçarico) em relação à Testemunha, reforçando a idéia de que podem ser obtidos melhores resultados diminuindo a altura do substrato por ocasião do tratamento, ou ainda aumentando o tempo de exposição do substrato ao fogo.

De acordo com Kissmann (1997), as sementes de braquiária emergem em temperaturas elevadas com solo úmido. Também Almeida & Silva (2004)

afirmam que a utilização do calor para quebra de dormência de braquiária é eficiente.

#### **4.2.3 Caruru (*Amaranthus viridis* L.)**

Observando a Tabela 2, percebe-se que nos substratos tratados com o Brometo de Metila e a Autoclave não foi encontrada emergência de plântulas de caruru, que diferiram significativamente dos demais métodos.

Pode-se observar também que neste caso houve tratamentos intermediários de controle, como é o caso da Solarização com 30 dias e o Formol (2 litros), diferindo do restante dos tratamentos, que foram iguais à Testemunha. O maior nível de infestação nestes tratamentos intermediários foi (Formol 2 litros com valor médio de 9,37 pls/m<sup>2</sup>) 50% menor que o menor nível de infestação dos piores tratamentos (Fogo Direto com valor médio de 14,06 pls/m<sup>2</sup>).

Observando a Tabela 2 verifica-se que nos métodos de desinfestação com Formol houve um acréscimo de emergência de plântulas no tratamento com maior concentração deste produto. Pode-se atribuir esse fato à possibilidade de o produto atuar na microbiota do substrato, ou seja, contribuir para o controle de microrganismos inibidores de germinação das sementes de caruru, visto que tal produto tem uma ação forte contra microrganismos (Características..., 2005b; KorolKovas & França, 2003; RPSGB, 1996).

Para os tratamentos com Solarização, pode-se observar novamente a eficiência dos tratamentos de Solarização com 30 dias em relação à Testemunha e Solarização com 15 e 45 dias de exposição ao sol, os quais foram iguais entre si.

De acordo com Kissmann (1999), algumas espécies do gênero *Amaranthus* necessitam de temperaturas que compreendem a faixa de 35° a 49° C para uma germinação rápida, sendo que este fator pode explicar a alta

emergência de plântulas em alguns tratamentos físicos com Solarização. Dentre os métodos físicos, somente a Autoclave foi igual ao Brometo de Metila, confirmando sua alta eficiência.

O tratamento com Fogo Direto não reduziu o número de emergência de plântulas de caruru, mas resultados diferentes poderão ser obtidos aumentando o tempo de tratamento ou diminuindo a altura da camada de substrato durante a aplicação do fogo.

Os substratos desinfestados por PCNB e Hipoclorito de Sódio podem proporcionar melhores resultados caso sejam aumentadas as suas concentrações até um determinado ponto que não haja problemas no desenvolvimento das plantas de cafeeiro.

No caso do Fosfato de Alumínio, o uso de maiores concentrações parece inviável, visto que é pouco eficiente e pode causar problemas ao meio ambiente e ao ser humano (Andrei, 1996; Bernardo Química, 2004).

Na Tabela 3 são apresentados os resultados do resumo da análise de variância contendo coeficientes de variação e médias gerais em seus respectivos tratamentos para a variável número de plantas de falsa serralha, pé-de-galinha e picão-branco nas parcelas.

TABELA 3 – Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias gerais [Falsa Serralha (*Emilia sonchifolia* L.), Pé-de-Galinha (*Eleusinia indica* L.) e Picão Branco (*Bidens subalternans* L.)] em experimento de métodos alternativos de desinfestação de substratos de café (*Coffea arabica* L.). UFLA. Lavras. 2005.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios		
		Falsa Serralha	Pé-de-galinha	Picão-Branco
Tratamentos	13	19,865111**	12,753210**	27,606019**
Blocos	3	0,877297	6,433682	3,515440
Erro	36	1,269198	2,236908	2,822237
C.V.%		14,55	28,35	25,00
Média geral		6,58	3,41	5,10

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

#### 4.2.4 Falsa-Serralha (*Emilia sonchifolia* L.)

De acordo com Kissmann (1999), a falsa serralha é uma planta infestante com moderada agressividade que ocorre em lavouras perenes como as de café e citrus, mas a sua importância como invasora não é grande, pois oferece pequena competitividade.

Observando a Tabela 4, é possível perceber que os valores de contagem desta planta invasora formaram cinco grupos. Os tratamentos que obtiveram menor valor de contagem destas plantas, formando o primeiro grupo, foram os substratos tratados com a Autoclave e o Brometo de Metila, com valores de emergência de 6,25 e 15,62 pls/m<sup>2</sup> de falsa serralha, respectivamente. Um segundo grupo, constituído dos substratos tratados com Coletor Solar e PCNB, obteve valores de 21,87 e 26,56 pls/m<sup>2</sup> de falsa serralha, respectivamente.

TABELA 4 – Número de plantas invasoras emergidas/m<sup>2</sup> [Falsa Serralha (*Emilia sonchifolia* L.), Pé-de-Galinha (*Eleusinia indica* L.) e Picão Branco (*Bidens subalternans* L.)], em experimento de métodos alternativos de desinfestação de substratos de café (*Coffea arabica* L.). UFLA. Lavras. 2005.

Pl. Invasora	Falsa Serralha	Pé-de-galinha	Picão-Branco
Testemunha	42,19 c	12,50 a	84,37 c
Brometo de Metila	15,62 a	0,00 a	0,00 a
Autoclave	6,25 a	0,00 a	0,00 a
Solarização (15 dias)	50,00 c	29,69 b	53,12 b
Solarização (30 dias)	73,44 c	3,12 a	6,25 a
Solarização (45 dias)	120,31 e	4,69 a	43,75 b
Coletor Solar	21,87 b	10,94 a	14,06 a
Fogo direto (maçarico)	42,19 c	43,75 b	56,25 b
Fosfeto de Alumínio	79,69 d	32,81 b	48,44 b
PCNB	26,56 b	9,37 a	31,81 b
Formol (3 litros)	53,12 c	10,64 a	14,06 a
Formol (2 litros)	42,19 c	15,62 a	31,25 b
Hipoclorito de Sódio	46,87 c	26,56 b	51,56 b

<sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Skott-Knott ao nível de 1% de probabilidade.

Pode-se observar que não houve queda de infestação em nenhum dos substratos tratados com Solarização, o que os torna pouco eficazes ou indiferentes ao controle de falsa serralha.

Para os tratamentos com Coletor Solar e PCNB foi observado algum controle desta planta invasora, porém poderão ser testados maiores tempos de exposição ao sol no caso do Coletor ou maiores doses do PCNB para controle da falsa serralha, tomando-se sempre o cuidado de avaliar possíveis prejuízos no desenvolvimento da muda de café por intoxicação.

De acordo com Campanhola & Bettioli (2003), o Coletor Solar é melhor que a Solarização por atingir temperaturas de até 80°C para Campinas na hora mais quente do dia. Segundo os mesmos autores, o método da Solarização não

alcança tais temperaturas; neste caso pode-se justificar a ineficácia da Solarização para o controle de infestação destas plantas invasoras.

No tratamento Testemunha houve emergência de plântulas de falsa serralha inferior aos tratamentos com Fosfato de Alumínio e Solarização 45 dias. O fato de a Solarização 45 dias ter maior infestação que a Testemunha pode ser devido à temperatura, pois de acordo com Kissmann (1999), a falsa serralha não germina e não vegeta bem em ambientes frios; assim, esta planta pode ter maior germinação e desenvolvimento em condições de maiores temperaturas.

O tratamento com Fogo Direto não reduziu significativamente o número de emergência de plântulas de falsa serralha, porém pode ser testado com camadas menores de substratos e com maior tempo de exposição ao fogo.

Foi observado, no substrato tratado com PCNB, valor de emergência de plântulas menor que a Testemunha, comprovando a eficiência do controle destas plantas invasoras. Podem ser testadas alternativas de utilização desse método em conjunto com outros, tomando-se sempre o cuidado de avaliar possíveis prejuízos no desenvolvimento da muda de café por intoxicação.

No caso do Fosfato de Alumínio, o uso de maiores concentrações parece inviável, visto que é pouco eficiente e causa problemas ao meio ambiente e ao ser humano (Andrei, 1996; Bernardo Química, 2004).

#### **4.2.5 Pé-de-galinha (*Eleusine indica* L.)**

Pode-se observar (Tabela 4) que a menor infestação entre as plantas invasoras discutidas nos substratos ocorreu nesta planta invasora, com uma proporção de 15,36 plantas invasoras/m<sup>2</sup>.

Kissmann (1997) diz que apesar de importância elevada do pé-de-galinha no mundo, no Brasil essa espécie de planta invasora é mais importante em regiões de verões com alta precipitação, o que demonstra coerência nos resultados obtidos, pois na maior parte dos tratamentos incluindo a Testemunha

houve um número baixo destas plantas invasoras. Como o clima na região do sul de Minas Gerais na época de formação de mudas é seco e com temperaturas baixas (Anexo 1), a baixa infestação por essa planta invasora pode ser explicada.

Somente em quatro tratamentos foi observada infestação significativamente maior que a testemunha, são eles: Fosfeto de Alumínio, Solarização com 15 dias, Hipoclorito de Sódio e Fogo Direto. Pode ter havido algum estímulo desses tratamentos, o que tenha potencializado a emergência de plântulas do pé-de-galinha em relação à testemunha. No caso da alta infestação de pé-de-galinha no tratamento de substrato com Hipoclorito de Sódio, pode ser devida ao alto pH do Hipoclorito de Sódio, pois segundo Kissmann (1997), as sementes de pé-de-galinha resistem a altas faixas de pH. Neste caso, pode-se dizer que houve um estímulo para a germinação de sementes de pé-de-galinha em pH alto (Características..., 2005b;).

#### **4.2.6 Picão Branco (*Bidens subalternans* L.)**

De acordo com Kissmann (1999), o estímulo para germinação para o gênero *Bidens* depende de umidade, temperatura e luz, e as sementes enterradas a maior profundidade podem permanecer em vida latente por alguns anos. Quando se prepara o solo, na primavera, tão logo haja umidade ocorre uma explosão de emergência de plântulas de picão, o que explica uma das maiores infestações neste experimento, sendo superada somente pela falsa serralha.

Observando a Tabela 4, percebe-se que todos os tratamentos foram eficazes para o controle desta planta invasora, pois estes foram superiores à Testemunha, que obteve valor de contagem igual a 84,37 pls/m<sup>2</sup>.

Para o picão branco foram observados mais tratamentos eficazes que para as demais plantas invasoras discutidas anteriormente, pois além do Brometo de Metila, da Autoclave e da Solarização com 30 dias, que foram os mais eficientes, em pelo menos 50% das plantas invasoras discutidas anteriormente os

tratamentos com Coletor Solar e Formol (3 litros) também obtiveram níveis de infestação iguais a estes para os substratos em que foram aplicados estes tratamentos.

A maior infestação observada nos melhores tratamentos foi 122,26% mais eficiente que o menor valor dos tratamentos intermediários.

Pode-se observar que a técnica da Solarização sem uso do Coletor foi eficiente em todas as técnicas e todos os tempos de exposição ao sol testados, podendo ser uma técnica promissora para controle desta planta invasora. De acordo com Ghini (1997) e Campanhola & Bettiol (2003), existe a tendência de o tratamento com Coletor Solar ser melhor do que a solarização por alcançar temperaturas mais drásticas, podendo-se, com isso, diminuir o tempo de exposição e, conseqüentemente, aumentar a eficiência de todo processo.

Observa-se que os tratamentos com Formol foram eficientes e à medida que se aumentou a concentração do produto, houve um aumento no controle de emergência de plântulas desta espécie de planta invasora, comprovando que este tratamento pode ser promissor caso não tenha problemas com as plantas de café, e até mesmo utilizado com outro produto. O mesmo pode ocorrer com os tratamentos de PCNB e Hipoclorito de Sódio caso, nas novas doses, estes também não prejudiquem o desenvolvimento final das mudas de cafeeiro.

O tratamento com Fogo Direto teve eficiência intermediária em relação aos demais tratamentos, porém pode ser testado com camadas menores de substratos e com maior tempo de exposição ao fogo.

No caso do Fosfato de Alumínio, também houve eficiência intermediária em relação aos demais tratamentos, porém o aumento da dose deste produto para o controle de picão branco não é viável, visto que o produto é altamente tóxico e prejudicial ao meio ambiente.

Na Tabela 5 são apresentados os resultados do resumo da análise de variância contendo coeficientes de variação e médias gerais em seus respectivos tratamentos para a variável número de plantas de tiririca nas parcelas.

TABELA 5 – Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias gerais [Tiririca (*Cyperus rotundus* L.), Trevo (*Oxalis corniculata* L.)], em experimento de métodos alternativos de desinfestação de substratos de café (*Coffea arabica* L.). UFLA. Lavras. 2005.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios	
		Tiririca	Trevo
Tratamentos	13	22,631154**	19,116097**
Blocos	3	0,586808	3,842287
Erro	36	2,203374	1,354103
C.V.%		19,09	20,31
Média geral		3,53	4,11

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

#### 4.2.7 Tiririca (*Cyperus rotundus* L.)

Observando a Tabela 6, verifica-se que todos os tratamentos obtiveram controle sobre a infestação da tiririca, exceto o Coletor Solar, que foi igual à Testemunha, com valores de 75,00 e 68,75 pls/m<sup>2</sup>, respectivamente. Se analisarmos a Solarização com 45 dias (21,87 pls/m<sup>2</sup>), que foi o maior valor dos tratamentos que obtiveram eficiência intermediária de controle em relação à Testemunha (68,75 pls/m<sup>2</sup>), perceberemos que esta Solarização foi 214% mais eficiente que a Testemunha.

TABELA 6 – Número de plantas invasoras emergidas/m<sup>2</sup> [Tiririca (*Cyperus rotundus* L.), Trevo (*Oxalis corniculata* L.)], em experimento de métodos alternativos de desinfestação de substratos de café (*Coffea arabica* L.). UFLA. Lavras. 2005.

Tratamento	Pl. Invasora	Tiririca	Trevo
Testemunha		68,75 c	37,50 d
Brometo de Metila		0,00 a	0,00 a
Autoclave		0,00 a	0,00 a
Solarização (15 dias)		3,12 a	45,31 d
Solarização (30 dias)		6,25 a	37,50 d
Solarização (45 dias)		21,87 b	15,62 b
Coletor Solar		75,00 c	0,00 a
Fogo direto (maçarico)		12,50 b	53,12 d
Fosfeto de Alumínio		6,25 a	25,00 c
PCNB		12,50 b	12,50 b
Formol (3 litros)		12,50 b	7,81 b
Formol (2 litros)		12,50 b	21,87 c
Hipoclorito de Sódio		4,69 a	20,31 c

<sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Skott-Knott ao nível de 1% de probabilidade.

Observou-se também que os tratamentos com Fosfeto de Alumínio e solarização 15 e 30 dias e o Hipoclorito de Sódio foram tão eficientes quanto o Brometo de Metila e a Autoclave, que foram melhores em todas as plantas invasoras discutidas até aqui. Analisando novamente a Tabela 6, percebe-se que a menor infestação dos tratamentos com eficiência intermediária (12,5) foi 100% superior que a maior infestação dos tratamentos mais eficientes (6,25).

Apesar de os tratamentos físicos com calor (Solarização, Coletor Solar e Fogo Direto) poderem alcançar altas temperaturas (segundo Campanhola & Bettiol (2003), o Coletor Solar pode atingir temperaturas de até 80° C), não são eficientes no controle da tiririca, o que pode ser explicado pela observação de Kissmann (1997) de que não se conhece outra espécie vegetal que tolere

temperaturas mais altas que *Cyperus rotundus*. O mesmo autor também comenta que somente 5% da reprodução desta espécie ocorrem por sementes, pelo fato de esta espécie não formar sementes viáveis.

Apesar de os tratamentos de substratos com PCNB, Fogo Direto e os dois tratamentos de Formol baixarem a infestação, não são seguros, visto que a tiririca é uma planta por demais agressiva, com modo de propagação principal por bulbos (Kissmann, 1997). Quanto ao Fogo Direto, também não parece ser recomendável, visto que a tiririca tolera altas temperaturas.

#### **4.2.8 Trevo (*Oxalis corniculata* L.)**

De acordo com a Tabela 6, são formados quatro grupos distintos em relação à eficiência dos tratamentos, sendo que os três primeiros obtiveram eficiência no controle do trevo, pois a Testemunha, a Solarização com 15 e 30 dias de exposição e o Fogo Direto foram iguais entre si, com as maiores infestações do trevo.

Observa-se que os substratos tratados com Brometo de Metila, Autoclave e Coletor Solar obtiveram os menores valores de infestação do trevo, verificando eficiência total em relação aos demais tratamentos testados.

Os substratos tratados com PCNB, Solarização com 45 dias e Formol (3 litros) obtiveram eficiência de controle superior aos substratos tratados com Fosfato de Alumínio, Formol (2 litros) e Hipoclorito de Sódio, todos com um comportamento intermediário de controle.

Para esta planta invasora foi observada coerência sobre os tempos expostos de tratamentos de Solarização, pois o maior tempo de exposição proporcionou maior controle sobre a infestação do trevo.

Pode-se observar, com os tratamentos de Formol, que a maior dose aplicada no substrato obteve maior eficiência no controle de trevo. Tendo em vista que o Formol (3 litros) foi 180% mais eficiente que o Formol (2 litros),

novos estudos de doses poderão encontrar resultados mais eficazes para a esterilização de substratos. Apesar de o Formol ser altamente tóxico se inalado, este produto pode ser muito promissor se manuseado adequadamente por ser biodegradável em um ou dois dias, não oferecendo risco ao meio ambiente, e por conservar a matéria orgânica (Características..., 2005a;b; Korolkovas & França, 2003; RPSGB, 1996).

Os substratos tratados com PCNB, Hipoclorito de Sódio e Fosfeto de Alumínio obtiveram valores que conferem eficiência de controle em relação à Testemunha, mas não são tão eficientes como o Brometo de Metila. Estes produtos podem ser utilizados em conjunto com outros produtos ou técnicas se forem bem pesquisados quanto à dose, fitotoxidez e compatibilidade entre produtos ou técnica.

#### **4.2.9 Incidência Total das Plantas Invasoras**

Na Tabela 7 são apresentados os resultados do resumo da análise de variância contendo coeficientes de variação e médias gerais em seus respectivos tratamentos para a variável número total das plantas invasoras nas parcelas.

Nos substratos tratados com Brometo de Metila e Autoclave foram observados os melhores resultados na infestação total das plantas invasoras, com valores de 15,62 pls/m<sup>2</sup> e 6,25 pls/m<sup>2</sup>, respectivamente. Como a contagem foi realizada ao longo dos cinco meses de experimentação, a infestação média mensal para estes tratamentos estaria no máximo com 3 pls/m<sup>2</sup> no canteiro de mudas.

TABELA 7 – Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias gerais (Soma total das plantas invasoras) em experimento de métodos alternativos de desinfestação de substratos de café (*Coffea arabica* L.). UFLA. Lavras. 2005.

Causas de Variação	GL	Quadrado Médio
		TOTAL
Tratamentos	13	95,163211**
Blocos	3	0,920329
Erro	36	1,905228
C.V.%		9,91
Média geral		13,07

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

Observando a Tabela 8, percebe-se que todos os tratamentos obtiveram efeitos de controle sobre as plantas invasoras, pois a Testemunha foi significativamente inferior a todos os tratamentos, com 353,12 pls/m<sup>2</sup>.

Como tratamentos promissores aparecem, no segundo melhor grupo: PCNB, Solarização (30 dias), Formol (3 litros) e Coletor Solar. O produto PCNB e o equipamento Coletor Solar são promissores, pois estes produtos podem obter melhor eficiência de controle com aumento de dose e tempo de seus tratamentos.

O tratamento com Formol pode vir a ser de maior eficácia para a desinfestação de substratos caso este seja testado em maiores doses, desde que utilizado com as precauções necessárias, haja vista os riscos tóxicos que este produto proporciona à saúde humana. Este produto ainda tem como características favoráveis ser de custo barato e biodegradável (Características..., 2005a;b).

Apesar de não terem sido testadas diferentes doses do tratamento com Hipoclorito de Sódio, este ainda poderá ser mais eficiente em desinfestações de substratos com uso de maiores doses ou aliado a outro tratamento possível de substratos, desde que não ocorram características indesejáveis como fitotoxidez ou algum outro tipo de prejuízo no desenvolvimento da planta.

TABELA 8 – Número total de plantas invasoras emergidas/m<sup>2</sup>, em experimento de métodos alternativos de desinfestação de substratos de café (*Coffea arabica* L.). UFLA. Lavras. 2005.

Tratamento	Pl. Invasora	TOTAL
Testemunha		353,12 e
Brometo de Metila		15,62 a
Autoclave		6,25 a
Solarização (15 dias)		256,62 d
Solarização (30 dias)		145,31 b
Solarização (45 dias)		281,25 d
Coletor Solar		173,44 b
Fogo direto (maçarico)		279,69 d
Fosfeto de Alumínio		279,69 d
PCNB		142,75 b
Formol (3 litros)		154,69 b
Formol (2 litros)		196,87 c
Hipoclorito de Sódio		217,19 c

<sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Skott-Knott ao nível de 1% de probabilidade.

No tratamento com Fogo Direto também poderá ser possível obter melhores resultados com menores camadas de substrato durante a aplicação do fogo ou com maior tempo de exposição deste no substrato.

O Fosfeto de Alumínio torna-se o menos recomendado para este fim, pois este produto, além de ser altamente tóxico e agressivo ao meio ambiente,

foi o tratamento que obteve resultados menos satisfatórios no conjunto das plantas invasoras. Talvez este produto possa ser utilizado para controle de tiririca em associação com o Hipoclorito de Sódio ou outros métodos que venham a ser testados.

### **4.3 Avaliação do Crescimento de Mudanças**

Neste subitem será abordada a discussão referente à influência dos tratamentos utilizados para controle dos substratos no desenvolvimento do cafeeiro em mudas.

A substituição do Brometo de Metila por outro produto ou método não deve dar ênfase somente ao controle de patógenos e plantas invasoras, mas também ao crescimento vegetativo das plantas que se desenvolverão nesses substratos tratados; ou seja, os produtos ou métodos não devem interferir negativamente no desenvolvimento das mudas de cafeeiro. Campanhola & Bettiol (2003) afirmam que o Coletor Solar substitui integralmente o uso do Brometo de Metila e outros produtos químicos, sem a necessidade de tratamentos complementares.

Não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos propostos quando se avaliaram os caracteres “número de nós do ramo ortotrópico e massa seca do sistema radicular”, ou seja, com relação a esses caracteres, qualquer um dos produtos ou métodos propostos poderia ser recomendado no tratamento de substratos para a produção de mudas de cafeeiro.

Na avaliação dos produtos e métodos propostos, observa-se efeito significativo a 1% para os caracteres “altura de plantas e diâmetro de caule” e a 10% para “massa seca da parte aérea e área foliar total”, pelo teste F (Tabela 9).

TABELA 9 - Resumo das análises de variância, coeficientes de variação e médias gerais para quatro características de desenvolvimento de plantas relacionados aos treze métodos de desinfestação de substratos para a produção de mudas de cafeeiro em sacolas de polietileno. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MSPA (g)	Área Foliar (cm <sup>2</sup> )
Tratamentos de substratos	12	3,016856**	0,079713**	0,079719*	1177,656200*
Bloco	3	0,110492	0,068395*	0,008892	28,579576
Erro	36	0,929603	0,025188	0,040602	617,712462
C.V. (%)		7,35	5,36	9,83	13,52
Média Geral		13,1215385	2,9630769	2,0496952	183,8825000

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

\*significativo ao nível de 10%, pelo teste F.

Na tabela 10 são apresentados os valores médios de altura de plantas (cm), diâmetro de caule (mm), massa seca da parte aérea (g) e área foliar total (cm<sup>2</sup>) obtidos em substratos submetidos a diferentes métodos de desinfestação.

TABELA 10: Valores médios das variáveis respostas: altura de plantas, diâmetro de caule, massa seca da parte aérea e área foliar no desenvolvimento de plantas de café, em diferentes métodos de desinfestação de substratos para produção de mudas. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Variável Resposta	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MSPA (g)	Área Foliar (cm <sup>2</sup> )
<b>Tratamento</b>				
Testemunha	13,40 a	2,99 a	2,01 b	180,88 b
Brometo de Metila	14,79 a	3,19 a	2,30 a	214,10 a
Autoclave	13,73 a	3,01 a	2,29 a	191,31 b
Fosfeto de Alumínio	12,50 b	2,92 b	1,93 b	187,30 b
PCNB	11,63 b	2,84 b	1,86 b	160,13 b
Coletor solar	13,93 a	3,01 a	2,22 a	221,27 a
Solarização (15dias)	12,18 b	2,91 b	2,03 b	172,49 b
Solarização (30dias)	13,90 a	3,11 a	2,10 b	185,01 b
Solarização (45dias)	13,28 a	3,11 a	2,00 b	174,45 b
Formol (3 litros)	12,23 b	2,80 b	2,03 b	180,26 b
Formol (2 litros)	12,64 b	2,73 b	1,99 b	170,18 b
Hipoclorito de Sódio	13,31 a	3,08 a	1,96 b	171,40 b
Fogo direto	13,05 a	2,79 b	1,92 b	181,69 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott ao nível de 1% para altura e diâmetro; e 10% de probabilidade para massa seca da parte aérea e área foliar.

#### 4.3.1 Altura de Plantas

Observa-se que nos tratamentos de substratos realizados com Brometo de Metila, Coletor Solar, Solarização com 30 dias, Autoclave, Testemunha, Hipoclorito de Sódio, Solarização com 45 dias e Fogo Direto, as alturas foram maiores que as demais, não diferindo entre si, com valores de 14,79 cm; 13,93 cm; 13,9 cm; 13,73 cm; 13,4 cm; 13,31 cm; 13,28 cm e 13,05 cm, respectivamente.

Este primeiro grupo se diferenciou significativamente do segundo grupo, inferior, no qual as plantas foram tratadas com Formol (2 litros), Fosfeto de

Alumínio, Formol (3 litros), Solarização com 15 dias e PCNB regado na muda, com valores de 12,64 cm; 12,5 cm; 12,23 cm; 12,18 cm e 11,63 cm respectivamente, e diferentes da Testemunha. Estes tratamentos causaram um retardamento no desenvolvimento final das plantas, afetando a sua altura.

Verifica-se também que a maior altura dentre os tratamentos que causaram prejuízos ao desenvolvimento foi 3% inferior que a menor altura dentre os tratamentos que não causaram prejuízos no desenvolvimento das mudas de cafeeiro.

Observa-se que além do prejuízo em altura das mudas produzidas em substrato tratado com o Fosfato de Alumínio, este produto é altamente tóxico e proporciona riscos ao meio ambiente.

Os resultados obtidos com o tratamento de mudas com PCNB divergem dos obtidos por Mendonça et. al. (2000), que não observaram queda no desenvolvimento de mudas de cafeeiro quando este produto foi aplicado por meio de regas.

Os tratamentos com Formol prejudicaram o desenvolvimento das mudas, interferindo negativamente na altura das mesmas (Tabela 11).

Observa-se que o tratamento de substratos por Hipoclorito de Sódio não prejudicou o crescimento das mudas de cafeeiro, o que abre discussão sobre o teste de aumento da dose deste produto até o ponto que não comprometa o desenvolvimento da planta. Estudos realizados por Fagundes et. al. (2004) mostram que o uso do Hipoclorito de Sódio na parte aérea para controle de cercosporiose e ferrugem não tem resultados satisfatórios prolongados, ou seja, o Hipoclorito não tem efeito residual na planta e até a dose testada. De acordo com Característica... (2005c), o Hipoclorito de Sódio libera cloro gasoso quando entra em contato com algum tipo de ácido ou solução ácida. Talvez possam ser utilizadas maiores doses para o tratamento de substratos, pois a presença de ácidos no substrato pode minimizar os problemas residuais de cloro no substrato

tratado, principalmente se o método proposto contar com revolvimento do substrato para facilitar a liberação do cloro gasoso.

Um fato ocorrido na avaliação da característica “altura” foi à melhora de desenvolvimento das plantas a partir do aumento de exposição do substrato ao tratamento de Solarização. Observa-se que o tratamento de Solarização com 15 dias foi o único dentre os métodos físicos que retardou o desenvolvimento de altura das plantas de café. Este fato pode ter ocorrido devido a alterações da microbiota do substrato causada pelo tratamento proposto. De acordo com Ghini (1997), a Solarização permite a sobrevivência de alguns grupos de microrganismos, estes denominados de antagonistas. Estes antagonistas são responsáveis pelo controle de patógenos, ou seja, são inimigos naturais dos patógenos presentes no substrato. Ghini (1997) diz que os saprófitas e alguns antagonistas são mais resistentes ao calor quando comparados aos patógenos de plantas. Em consequência, há uma alteração na composição microbiana em favor de antagonistas, estimulando a supressividade do substrato a patógenos à medida que aumenta a Solarização.

Assim, o tratamento de substrato com Solarização com 15 dias foi significativamente diferente da Testemunha, provavelmente pelo fato de a Solarização com 15 dias proporcionar alterações nos componentes bióticos e abióticos deste substrato.

#### **4.3.2 Diâmetro de Caule**

Foi observado maior valor nos tratamentos de substratos realizados com Brometo de Metila, Solarização com 45 dias, Solarização com 30 dias, Hipoclorito de Sódio, Autoclave, Coletor Solar e Testemunha, com valores de 3,19 mm; 3,11 mm; 3,11 mm; 3,08 mm; 3,01 mm; 3,01 mm e 2,99 mm, respectivamente.

O primeiro grupo se diferenciou significativamente do segundo grupo, no qual as plantas foram tratadas com Fosfato de Alumínio, Solarização com 15 dias, PCNB, Formol (3 litros), Fogo Direto e Formol (2 litros), obtendo valores de 2,92 mm; 2,91 mm; 2,84 mm; 2,8 mm e 2,79 mm e 2,73 mm, respectivamente.

Verifica-se ainda que o tratamento com menor diâmetro dentre os tratamentos que não causaram prejuízos de desenvolvimento em diâmetro foi 3% superior ao maior diâmetro encontrado dentre os tratamentos que prejudicaram o desenvolvimento das mudas de cafeeiro.

Estes tratamentos que apresentaram diâmetro de mudas inferiores à Testemunha prejudicaram o desenvolvimento das mesmas, não sendo, portanto, recomendados para a desinfestação de substratos.

O resultado de diâmetro de caule foi semelhante aos resultados obtidos para altura, com exceção do tratamento com Fogo Direto, que prejudicou o desenvolvimento da espessura do diâmetro de caule de café.

A discussão dos demais tratamentos para o caractere diâmetro de caule pode ser considerada igual ao caractere altura de plantas, visto que os resultados foram idênticos.

#### **4.3.3 Massa Seca da Parte Aérea**

Pode-se observar que os maiores valores obtidos foram nos tratamentos de substratos realizados com Brometo de Metila, Autoclave e Coletor Solar, com valores de 2,30 g; 2,29g e 2,22 g, respectivamente, sendo melhores inclusive que a Testemunha, portanto causando benefícios às plantas.

Estes três tratamentos se diferenciaram significativamente dos demais, que foram tratados com Solarização com 30 dias, Solarização com 15 dias, Formol (3 litros), Testemunha, Solarização com 45 dias, Formol (2 litros), Hipoclorito de Sódio, Fosfato de Alumínio, Fogo Direto e PCNB regado na

muda; estes obtiveram valores de 2,10 g; 2,03 g; 2,03 g; 2,01 g; 2,00 g; 1,99 g; 1,96 g; 1,93 g; 1,92 g; e 1,86 g, respectivamente.

Observa-se que a menor massa seca dentre os melhores tratamentos foi 5% superior que a maior massa seca dentre os tratamentos indiferentes ao desenvolvimento para este caractere.

De acordo com Katan & DeVay (1991), citados por Ghini (1997), o maior crescimento de plantas deve-se a diversos métodos desenvolvidos durante a Solarização, os quais envolvem mudanças nos componentes bióticos e abióticos do substrato, como a debilitação dos patógenos, facilitando a ação dos antagonistas presentes no substrato, sendo os antagonistas mais resistentes a temperaturas mais elevadas que a temperatura letal aos patógenos. Outro fato a que também se atribui o maior crescimento de plantas em relação ao tratamento Testemunha, é a liberação de nutrientes no substrato, como, por exemplo, nitrogênio, nas formas de amônia e nitrato, cálcio e magnésio, devido à morte e decomposição de parte da microbiota.

Mais uma vez, o tratamento com o uso do Coletor Solar se igualou aos tratamentos com Brometo de metila e Autoclave, endossando as afirmações de Campanhola & Bettiol (2003) de que o Coletor Solar substitui integralmente o uso do Brometo de Metila, além de, na Solarização, ocorrer uma combinação de métodos químicos, físicos e biológicos que acarretam queda drástica na viabilidade de fungos fitopatogênicos (Patricio, 2000 e Ghini, 1997), o que pode inclusive favorecer o desenvolvimento de mudas de cafeeiro.

#### **4.3.4 Área Foliar Total**

Para a esta variável foi observado maior valor nos tratamentos de substratos realizados com Coletor Solar e Brometo de Metila, com valores de 221,27 cm<sup>2</sup>; e 214,10 cm<sup>2</sup>, respectivamente, sendo melhores que a Testemunha.

Estes dois tratamentos se diferenciaram significativamente dos demais, que foram tratados com Autoclave, Fosfato de Alumínio, Solarização com 30 dias, Fogo Direto, Testemunha, Formol (3 litros), Solarização com 45 dias, Solarização com 15 dias, Hipoclorito de Sódio, Formol (2 litros) e PCNB regado na muda; estes obtiveram valores de 191,31 cm<sup>2</sup>; 187,3 cm<sup>2</sup>; 185,01 cm<sup>2</sup>; 181,69 cm<sup>2</sup>; 180,88 cm<sup>2</sup>; 180,26 cm<sup>2</sup>; 174,45 cm<sup>2</sup>; 172,49 cm<sup>2</sup>; 171,4 cm<sup>2</sup>; 170,18 cm<sup>2</sup> e 160,13 cm<sup>2</sup>, respectivamente.

Verifica-se também que o tratamento que proporcionou a maior área foliar dentre aqueles iguais à Testemunha obteve um rendimento 11% inferior ao o menor valor de área foliar dentre os demais tratamentos.

A discussão para esta variável pode ser explicada da mesma forma que na variável massa seca da parte aérea, pois os resultados foram os mesmos, à exceção do tratamento com autoclave, que nesta variável não foi igual aos tratamentos com Coletor Solar e Brometo de Metila.

Pode-se observar também que o tratamento com Hipoclorito de Sódio e a Solarização (30 e 45 dias) foram iguais à Testemunha em todos os caracteres de desenvolvimento analisados, comprovando serem métodos promissores; desde que, para o caso do Hipoclorito de Sódio, não causem prejuízos no desenvolvimento das mudas quando aumentada a sua dose.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Coletor Solar obteve um dos melhores resultados em controle de plantas invasoras, com a vantagem de beneficiar o desenvolvimento das plantas de cafeeiro; porém de acordo com os resultados obtidos neste trabalho, esta técnica ainda pode ser melhorada ou utilizada em conjunto com outras possíveis técnicas para melhores resultados.

A Solarização é uma técnica promissora se utilizada com maiores tempos de exposição, pois não causou prejuízos no desenvolvimento de plantas de cafeeiro e obteve bons resultados no controle de plantas invasoras.

O PCNB e o Formol não são produtos com características desejáveis no controle de “infestantes” (plantas invasoras, fungos e nematóides) de substrato, pois apesar de proporcionarem um controle promissor, prejudicaram o desenvolvimento das mudas de cafeeiro.

O Hipoclorito de Sódio também pode ser um produto utilizado para controle de infestantes nos substratos, talvez com capacidade de se igualar a outros produtos e técnicas utilizadas neste trabalho, se forem aumentadas as doses até o ponto que não seja prejudicado o desenvolvimento das plantas. Nesse caso deve-se revolver bem o substrato.

Melhores resultados poderão ser obtidos com o tratamento de Fogo direto se aumentado o tempo de exposição ao fogo e/ou diminuída a altura da camada do substrato a ser tratado.

A princípio este trabalho foi desenvolvido para controle de nematóides, sendo que, para isso, foram desenvolvidos três experimentos em épocas diferentes com o objetivo de avaliar a eficiência dos métodos propostos. Em todos os casos tomou-se o cuidado de coletar o solo abaixo do dossel do cafeeiro, onde se observava grande quantidade de galhas. Em dois desses experimentos foram adicionados tratamentos com plantas de tomate (planta indicadora), susceptível ao *Meloidogyne exigua*. Foram observadas galhas somente no tomate do terceiro experimento (câmara de crescimento), visto que a temperatura ideal para a reprodução e desenvolvimento do *Meloidogyne exigua* é de no máximo 30° C. Suspeita-se ainda de que a cultivar utilizada (Paraíso MG H 419-1), além de resistente à ferrugem, pode apresentar alguma resistência ao *Meloidogyne exigua*, o que explicaria a ausência de galhas nas raízes das plantas de cafeeiro.

## 6 CONCLUSÕES

Os substratos tratados com Brometo de Metila e Autoclave são igualmente eficazes na desinfestação de substratos para a produção de mudas de cafeeiro.

O Brometo de Metila é o tratamento mais eficaz com relação à desinfestação do substrato e quanto ao desenvolvimento proporcionado às mudas de cafeeiro nele produzidas.

O uso do Coletor Solar é promissor para a desinfestação de substratos e proporciona bom desenvolvimento de mudas de cafeeiro.

Os melhores tratamentos para controle de plantas invasoras foram:

- Beldroega (*Portulaca oleracea* L.) e Braquiária (*Brachiaria decumbens* L.): Brometo de Metila, Autoclave e Solarização (30 dias).

- Caruru (*Amaranthus viridis* L.) e Falsa serralha (*Emilia sonchifolia* L.): Brometo de Metila e Autoclave.

- Pé-de-Galinha (*Eleusine indica* L.): Brometo de Metila, Autoclave, PCNB, Coletor solar, Solarização (30 e 45 dias) e Formol (2 e 3 litros).

- Picão Branco (*Bidens subalternans* L.): Brometo de Metila, Autoclave, Coletor Solar, Solarização (30 dias) e Formol (3 litros).

- Tiririca (*Cyperus rotundus* L.): Brometo de Metila, Autoclave, Fosfato de Alumínio, Solarização (15 e 30 dias) e Hipoclorito de Sódio.

- Trevo (*Oxalis corniculata* L.): Brometo de Metila, Autoclave e Coletor Solar.

## ANEXOS

ANEXO A	Página
TABELA 1A	Temperaturas máxima, média e mínima, precipitação, umidade relativa, insolações média, total, máxima e mínima..... 58
TABELA 2A	Número de plantas invasoras emergidas/parcela de Beldroega ( <i>Portulaca oleracea</i> L.), Braquiária ( <i>Brachiaria decumbens</i> L.), Caruru ( <i>Amaranthus viridis</i> L.), Falsa Serralha ( <i>Emilia sonchifolia</i> L.), Pé-de-galinha ( <i>Eleusine indica</i> L.), Picão branco ( <i>Bidens subalternans</i> L.), Tiririca ( <i>Cyperus rotundus</i> L.), Trevo ( <i>Oxalis corniculata</i> L.)..... 59
TABELA 3A	Número de plantas invasoras emergidas/m <sup>2</sup> [Beldroega ( <i>Portulaca oleracea</i> L.), Braquiária ( <i>Brachiaria decumbens</i> L.), Caruru ( <i>Amaranthus viridis</i> L.), Falsa Serralha ( <i>Emilia sonchifolia</i> L.), Pé-de-galinha ( <i>Eleusine indica</i> L.), Picão branco ( <i>Bidens subalternans</i> L.), Tiririca ( <i>Cyperus rotundus</i> L.), Trevo ( <i>Oxalis corniculata</i> L.)]..... 60

**TABELA 1A:** Temperaturas máxima, média e mínima, precipitação, umidade relativa, insolações média, total, máxima e mínima coletados na Estação Meteorológica da Universidade Federal de Lavras, no período de Maio/2004 a Março/2005. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Mês/Ano	T máx	T méd	T mín	Prec	UR	Insol méd.	Insol. Total	Insol. Max.	Insol. Min.
Mai/2004	29,20	7,70	17,99	59,00	79,06	5,99	185,60	10,10	0,10
Jun/2004	25,50	7,80	16,73	37,50	77,00	6,21	186,30	10,10	0,10
Jul/2004	27,00	6,50	15,75	22,20	74,10	6,55	202,90	10,20	0,00
Ago/2004	31,00	6,60	18,18	2,70	60,06	8,90	276,00	10,80	3,10
Set/2004	33,80	11,40	21,57	31,60	56,10	9,20	276,00	10,90	0,50
Out/2004	31,80	10,20	20,02	124,60	72,74	4,76	147,70	11,40	0,00
Nov/2004	31,50	14,30	21,96	257,30	72,77	6,75	202,40	11,80	0,10
Dez/2004	32,00	15,50	21,73	279,60	80,03	5,36	166,20	11,80	0,00
Jan/2005	31,80	12,10	22,49	310,90	79,93	4,70	145,70	12,00	0,00
Fev/2005	31,00	12,60	22,02	161,70	74,29	7,66	214,40	11,60	2,00
Mar/2005	31,80	15,80	22,44	129,90	79,45	5,80	179,80	11,10	0,00

**TABELA 2A:** Número de plantas invasoras emergidas/parcela de Beldroega (*Portulaca oleracea* L.), Braquiária (*Brachiaria decumbens* L.), Caruru (*Amaranthus viridis* L.), Falsa Serralha (*Emilia sonchifolia* L.), Pé-de-galinha (*Eleusine indica* L.), Picão branco (*Bidens subalternans* L.), Tiririca (*Cyperus rotundus* L.), Trevo (*Oxalis corniculata* L.), obtidos em experimento de métodos de desinfestação de plantas invasoras em viveiro de café. UFLA. Lavras, MG. 2005.

Pl. Invasora	Beldroega	Braquiária	Caruru	Falsa Serralha	Pé-de-galinha	Picão-Branco	Tiririca	Trevo
<b>Tratamento</b>								
Testemunha	4,75 b	8,25 c	4,25 c	6,75 c	2,00 a	13,50 c	11,00 c	6,00 d
Brometo de Metila	0,00 a	0,00 a	0,00 a	2,5 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Autoclave	0,00 a	0,00 a	0,00 a	1,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Solarização (15dias)	4,75 b	5,50 c	3,25 c	8,00 c	4,75 b	8,50 b	0,50 a	7,25 d
Solarização (30dias)	1,00 a	0,75 a	1,25 b	11,75 c	0,50 a	1,00 a	1,00 a	6,00 d
Solarização (45dias)	5,00 b	2,00 b	5,00 c	19,25 e	0,75 a	7,00 b	3,50 b	2,50 b
Coletor solar	2,75 b	2,50 b	3,00 c	3,50 b	1,75 a	2,25 a	12,00 c	0,00 a
Fogo direto	3,25 b	6,00 c	2,25 c	6,75 c	7,00 b	9,00 b	2,00 b	8,50 d
Fosfeto de Alumínio	4,50 b	5,00 c	4,50 c	12,75 d	5,25 b	7,75 b	1,00 a	4,00 c
PCNB	2,00 b	1,75 b	4,25 c	4,25 b	1,50 a	5,09 b	2,00 b	2,00 b
Formol (3 litros)	3,00 b	3,25 b	2,75 c	8,50 c	1,75 a	2,25 a	2,00 b	1,25 b
Formol (2 litros)	3,75 b	6,50 c	1,50 b	6,75 c	2,50 a	5,00 b	2,00 b	3,50 c
Hipoclorito de Sódio	4,00 b	2,75 b	4,00 c	7,50 c	4,25 b	8,25 b	0,75 a	3,25 c

<sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Skott-Knott ao nível de 1% de probabilidade.

**TABELA 3A:** Número de plantas invasoras emergidas/m<sup>2</sup> [Beldroega (*Portulaca oleracea* L.), Braquiária (*Brachiaria decumbens* L.), Caruru (*Amaranthus viridis* L.), Falsa Serralha (*Emilia sonchifolia* L.), Pé-de-galinha (*Eleusine indica* L.), Picão branco (*Bidens subalternans* L.), Tiririca (*Cyperus rotundus* L.), Trevo (*Oxalis corniculata* L.)], obtidos em experimento de métodos de desinfestação de substratos de café. UFLA. Lavras, MG. 2005<sup>1</sup>.

Pl. Invasora	Beldroega	Braquiária	Caruru	Falsa Serralha	Pé-de-galinha	Picão-Branco	Tiririca	Trevo
<b>Tratamento</b>								
Testemunha	29,69 b	51,56 c	26,56 c	42,19 c	12,50 a	84,37 c	68,75 c	37,50 d
Brometo de Metila	0,00 a	0,00 a	0,00 a	15,62 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Autoclave	0,00 a	0,00 a	0,00 a	6,25 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
Solarização (15dias)	29,69 b	34,37 c	20,31 c	50,00 c	29,69 b	53,12 b	3,12 a	45,31 d
Solarização (30dias)	6,25 a	4,69 a	7,81 b	73,44 c	3,12 a	6,25 a	6,25 a	37,50 d
Solarização (45dias)	31,25 b	12,5 b	31,25 c	120,31 e	4,69 a	43,75 b	21,87 b	15,62 b
Coletor solar	17,19 b	15,62 b	18,75 c	21,87 b	10,94 a	14,06 a	75,00 c	0,00 a
Fogo direto	20,31 b	37,50 c	14,06 c	42,19 c	43,75 b	56,25 b	12,50 b	53,12 d
Fosfeto de Alumínio	28,12 b	31,25 c	28,12 c	79,69 d	32,81 b	48,44 b	6,25 a	25,00 c
PCNB	12,50 b	10,94 b	26,56 c	26,56 b	9,37 a	31,81 b	12,50 b	12,50 b
Formol (3 litros)	18,75 b	20,31 b	17,19 c	53,12 c	10,64 a	14,06 a	12,50 b	7,81 b
Formol (2 litros)	23,44 b	40,62 c	9,37 b	42,19 c	15,62 a	31,25 b	12,50 b	21,87 c
Hipoclorito de Sódio	25,00 b	17,19 b	25,00 c	46,87 c	26,56 b	51,56 b	4,69 a	20,31 c

<sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Skott-Knott ao nível de 1% de probabilidade.

## 7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA, C.R. de; SILVA, W.R. da. Comportamento da dormência em sementes de *Brachiaria dictyoneura* cv. Llanero submetidas às ações do calor e do ácido sulfúrico. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.26, n.1, 2004.

ANDREI, E. **Compêndio de defensivos agrícolas**: guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola. 5.ed. São Paulo: Organização Andrei, 1996. 506.

BERNARDO QUÍMICA COMÉRCIO E INDÚSTRIA. **Gastoxin**: Fosfeto de Alumínio. São Vicente, SP, [19--]. Bula.

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 279p.

CARACTERÍSTICAS do Formol. Disponível em:  
<<http://www.cih.com.br/esterilizacao.htm#19>>. Acesso em: 31 maio 2005a.

CARACTERÍSTICAS do Formol e do Hipoclorito de Sódio. **Avicultura Industrial**. Disponível em:  
<[http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?id=1803&tipo\\_tabela=cet&categoria=nutricao](http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?id=1803&tipo_tabela=cet&categoria=nutricao)>. Acesso em: 01 jun. 2005b.

CARACTERÍSTICAS do Hipoclorito de Sódio. **Carbocloro**. Disponível em:  
<[http://www.carbocloro.com.br/produtos/arquivos/fispq\\_hipoclorito\\_de\\_sodio.pdf](http://www.carbocloro.com.br/produtos/arquivos/fispq_hipoclorito_de_sodio.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2005c.

CARVALHO, M.M. Formação de mudas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.4, n.44, p.14-8, ago. 1978.

COMISSAO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendacoes para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª aproximação. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

FAGUNDES, A.V. et al. Uso de Hipoclorito de Sódio no controle de Cercosporiose do cafeeiro (*Cercospora coffeicola* berk & cooke). In: ENCONTRO SUL MINEIRO DE CAFEICULTURA, 2004, Lavras, MG. **Anais...** Lavras, MG: EMATER/UFLA/Governo de MINAS GERAIS, 2004. v.10, CD-ROOM.

FERREIRA, D.R. 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.

FLORIANI, C.G. **Cafés de Minas: pioneirismo em certificação e marketing.** Belo Horizonte: IMA, 2001. 36p. (Agro Tec. – Caderno Técnico, 4).

GHINI, R. **Desinfestação do solo com o uso de energia solar: solarização e coletor solar.** Jaguariúna, SP: Embrapa - CNPMA, 1997. 29p. (Circular, 1).

GHINI, R.; BETTIOL, W. Coletor solar para desinfestação de substratos. **Summa Phytopathologica**, v.17, p.281-286, July/Dec. 1991.

GHINI, R.; BETTIOL, W. Controle físico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, A. **Manual de fitopatologia.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, p. 786-803.

GOMIDE, M.B. et al.. **Comparação entre métodos de determinação de área foliar em cafeeiros Mundo Novo e Catuaí.** 1976. Disponível em: <[http://www.sbicafe.ufv.br/PDF/Conteudo/51822\\_Art088f.PDF](http://www.sbicafe.ufv.br/PDF/Conteudo/51822_Art088f.PDF)> Acesso em: 02 jun. 2005.

GONÇALVES, J.C.; TOMAZIELO, R.A. **Produção de mudas de café.** Campinas: CATI, 1970. 25p. (Boletim Técnico, 63).

GUIMARÃES, R.J.; MENDES, A.N.G.; SOUZA, C.A.S. **Cafeicultura.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 317p.

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.

KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas: plantas inferiores monocotiledoneas.** 2.ed. São Paulo: BASF, 1997. Tomo I.

KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas: plantas dicotiledôneas por ordem alfabética de famílias: *Acanthaceae* a *Fabaceae*.** 2.ed. São Paulo: BASF, 1999. Tomo II.

KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas: plantas dicotiledôneas por ordem alfabética de famílias: *Geraniaceae* a *Verbenaceae*.** 2.ed. São Paulo: BASF, 2000. Tomo III.

KOROLKOVAS, A.; FRANÇA, F.F. de A.C. de. **Dicionário terapêutico Guanabara**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. Cap. 18, p.2.

MENDONÇA, J.M.A. et al. Eficiência do Monceren 25% PM (Pencycuron) no controle do tombamento causado por *Rhizoctonia solani* em plântulas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2000, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Poços de Caldas, MG: MAPA/EMBRAPA, 2000. v.1, p.253-256.

MICHEREFF, S.J. **Controle físico de doenças de plantas**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2003. Disponível em: <<http://www.ufrpe.br:6789/fitopatologia/Controle%20F%EDsico%20de%20Doen%EA7as%20de%20Plantas.pdf>> Acesso em: 17 set. 2003

MÜLLER, J. Alternativas ao uso de brometo de metila. **Circuito Agrícola**, v.6, n.54, p.20, 1998.

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

PAIVA, L.C. **Produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes níveis de sombreamento e seus reflexos na implantação**. 2001. 61p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PATRICIO, F.R.A. **Solarização do solo em ambiente protegido e sua integração com controle biológico ou químico na viabilidade de *pythium aphanidermatum* e *Rhizoctonia solani***. 2000. 89p. Tese (Doutorado em Fitopatologia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

PREJUÍZOS do Brometo de Metila. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sqa/ozonio/historico/brometo.html>>. Acesso em: 20 maio 2005.

PRODUÇÃO de safra 2005/2006 de café no Brasil. **Financeone economia**. Disponível em: <<http://www.financeone.com.br/noticia.php?lang=br&nid=13495>>. Acesso em: 06 jun. 2005a.

PRODUÇÃO de safra 2005/2006 de café no Brasil e em Minas Gerais. **Agronline**. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/agronoticias/noticia.php?id=1251>>. Acesso em: 06 jun. 2005b.

REPRESENTAÇÃO da produção de café da região sul de Minas no estado. **Agromensal Esalq/BM&F**. Disponível em: <[http://www.cepea.esalq.usp.br/agromensal/2004/07\\_julho/Cafe.htm](http://www.cepea.esalq.usp.br/agromensal/2004/07_julho/Cafe.htm)>. Acesso em: 06 jun. 2005.

ROYAL PHARMACEUTICAL SOCIETY OF GREAT BRITANI. **Martindale: the extra pharmacopoeia**. 31.ed. London, 1996. p.1131-1132.

UNIVERSIDADE ILLY DO CAFÉ. **Representação da produção de café da região sul de Minas no estado**. Disponível em: <<http://www.unilly.com.br/site/noticias.exibir.do?idNoticia=157>>. Acesso em: 06 jun. 2005.

WINFIT: compêndio eletrônico de defensivos com receituário agrônomo e controle de estoque. 2004. Programa de computador. CD ROOM.