

Capítulo 15

RECIPIENTES E SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Coffea* SP.

Saul de Andrade Júnior
Felipe Cassa Duarte Venancio
José Francisco Teixeira do Amaral
Marcelo Curitiba Espindula
Abraão Carlos Verdin Filho

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café, com uma produção prevista em 2016 de aproximadamente 49,7 milhões de sacas de café beneficiado. Apesar de ser um ano com bialidade positiva na maioria dos estados produtores, a produtividade das lavouras sofreu uma queda em função de problemas climáticos como a seca, altas temperaturas, má distribuição das chuvas e insolação e geada (Conab 2016).

Apesar disso a cafeicultura gera grandes divisas por apresentar enorme tradição técnica, empresarial e comercial. No entanto, para a manutenção dessa condição é necessário que as lavouras cafeeiras sejam bem sucedidas, com mudas provenientes de cultivares produtivos, adaptados a diferentes condições de clima e solo, tolerante a pragas, seca e que sejam vigorosas (Andrade et al. 2012).

Todas as atividades relacionadas a produção de mudas no Brasil são regidas pela Lei 10.711/03, que instituiu o Sistema Nacional de Sementes e Mudas, regulamentada pelo Decreto 5.153/04. Além da lei, a Instrução Normativa 24 de 16 de dezembro de 2005 (Brasil 2005), bem como a instrução normativa nº 35 de 29 de novembro de 2012 (Brasil 2012) são documentos que balizam a produção de mudas no Brasil. Para produzir, exportar, importar mudas é necessário estar inscrito no Registro Nacional de Sementes e Mudas (Renasem) e no Registro Nacional de Cultivares (RNC). O primeiro passo para quem deseja produzir, exportar, importar, ou realizar qualquer atividade relacionada com mudas o mesmo

deverá procurar a orientação do setor de sementes e mudas da Superintendência Federal de Agricultura.

O cafeeiro arábica por ser uma planta autógama mantém suas características genéticas ao longo das gerações. Neste caso, o usual é adotar a propagação seminífera, entretanto, para uma planta alógama como o Conilon que possui ampla variabilidade genética, a propagação assexuada (clone) é mais usual (Carias 2015).

Existe uma série de fatores que influenciam a produção de mudas. Vale destacar o substrato, pois influencia diretamente nos custos de produção, já o tipo de recipiente reflete no rendimento operacional e na facilidade do plantio no campo, além disso, o manejo no processo produtivo como irrigação, nutrição e a utilização de hormônios e micorrizas irão contribuir garantindo a qualidade fisiológica e sanitária das mudas (Ono et al. 1992; Tristão 2005; Braun et al. 2007; Vallone et al. 2009, 2010a, b; Tatagiba et al. 2010; Garcia et al. 2011; Dardengo et al. 2013; Berilli et al. 2014; Mukeshambala et al. 2014; Dias et al. 2015).

Considerando todas as variáveis existentes na produção de mudas de *Coffea sp.*, neste capítulo serão apresentados os aspectos legais, bem como os diferentes substratos e recipientes, além de outros fatores que estão sendo estudados e utilizados na cadeia produtiva de mudas de cafeeiro e o efeito desses fatores no crescimento e na qualidade das mudas.

2. ASPECTOS LEGAIS

O Ministro de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, no uso da atribuição que lhe confere o art. 87, parágrafo único, inciso II, da Constituição, tendo em vista o disposto na Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, no Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004, na Instrução Normativa MAPA nº 9, de 2 de junho de 2005, na Instrução Normativa MAPA nº 24, de 16 de dezembro de 2005, na Instrução Normativa MAPA nº 22, de 27 de agosto de 2012, sendo exclusiva para café a instrução normativa nº 35 de 29 de novembro de 2012.

Art. 1º - Estabelecer as normas para a produção e comercialização de material de propagação de cafeeiro (*Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) e os seus padrões, com validade em todo o território nacional,

visando à garantia de sua identidade e qualidade.

Art. 33º - O Certificado de Mudas ou o Termo de Conformidade será emitido com base nos resultados da análise visual para verificação do índice de raízes defeituosas e da análise laboratorial para *Meloidogyne* spp, obedecendo aos padrões estabelecidos nesta Instrução Normativa.

Art. 34º - A muda de cafeeiro deverá:

I - ser oriunda de haste vegetativa (haste ortotrópica), quando produzida a partir de estacas;

II - ter sistema radicular bem desenvolvido, com no máximo de 5% (cinco por cento) das mudas com raiz defeituosa;

III - estar livre de *Meloidogyne* spp.;

IV - ter, na ocasião da comercialização:

a) no mínimo, 3 (três) pares de folhas definitivas;

b) no máximo, 8 (oito) pares de folhas definitivas, quando se tratar de mudas com idade de até 6 (seis) meses;

c) no máximo, 13 (treze) pares de folhas definitivas, quando se tratar de mudas com idade de até 1 (um) ano;

V - estar aclimatada ao sol antes da comercialização.

3. RECIPIENTES

O tipo de recipiente utilizado na produção de mudas além de influenciar diretamente a qualidade das mudas, em função da forma e do tamanho do material utilizado, afeta o rendimento da mão de obra no campo devido a questões de logística dos serviços de plantio. A dinâmica de movimentação de água no volume dos recipientes é diretamente influenciada pelas características dos mesmos. Com isso, a qualidade da muda produzida em determinado recipiente dependerá dos atributos do substrato utilizado, como uma elevada porosidade e baixa densidade (Kämpf 2002).

Os recipientes mais utilizados para a produção de mudas de cafeeiros são os sacos de polietileno ou de TNT, tubos de polietileno rígido (tubetes), bloco prensado e, ainda, em bandejas de isopor (polietileno expandido). Os sacos de polietileno apresentam dimensões de 9 a 11 cm de largura, por 18 a 22 cm de

comprimento, com capacidade entre 500 e 700 cm³ de substrato, e apresentam furos na parte inferior para drenagem. Há uma tendência de utilização de recipientes de menores capacidades volumétricas visando a reduzir o custo de produção das mudas e aumentar o rendimento operacional na fase de plantio (Guimarães and Mendes 1998). Estes sacos são preenchidos com solos, retirados de horizontes subsuperficiais, acrescidos de fertilizantes industrializados e, ou resíduos orgânicos como cama de frango e esterco bovino. No entanto, nos últimos anos, a utilização de tubos retornáveis (tubetes) vem assumindo importância na produção de mudas clonais de café.

A utilização de tubetes apresenta como desvantagem a necessidade de maior investimento inicial para aquisição dos tubetes, bem como, das estruturas de sustentação, denominadas de suporte ou bandeja. Além disso, as mudas produzidas em tubetes estão mais susceptíveis ao estresse hídrico pós-plantio devido à baixa capacidade de retenção de água dos substratos orgânicos utilizados nesses recipientes. Por outro lado, esses recipientes proporcionam vantagens que podem justificar seu uso.

Dentre as vantagens da utilização de tubetes na produção comercial de mudas de café destacam-se a maior facilidade de manuseio das mudas, a redução na área do viveiro e o menor volume de substrato empregado, a formação do sistema radicular sem enovelamento devido às estrias de direcionamento de raiz, e o maior rendimento no transporte (Figura 1A) e no plantio. Além disso, por demandar menor quantidade de substrato e por esses substratos serem pouco densos, ocorre redução da massa do conjunto recipiente + substrato, em relação aos recipientes e substratos tradicionais, sacos + solo. Com isso, é possível produzir as mudas em bancadas suspensas, o que facilita o manejo no viveiro (Figura 1B e C).

As dimensões do recipiente utilizado exercem influência sobre a qualidade e os custos da produção de mudas (Morgado et al. 2000), uma vez que a utilização de recipientes com dimensões superiores resulta em gastos de recursos e materiais. Na atualidade não se tem um padrão de recipiente para produção de mudas de cafeeiro, desde que a muda mantenha as características preconizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). No entanto, há uma tendência em utilizar recipientes cada vez com menores capacidades volumétricas visando reduzir custos de produção das mudas e aumentar o rendimento operacional na

fase de plantio (Guimarães et al. 1998).

Para a produção de mudas clonais de cafés da espécie *Coffea canephora*, os tubetes mais usuais apresentam volume entre 200 e 300 cm³. Os tubetes empregados apresentam formatos cônicos com um furo no centro da parte inferior, cônico com fundo chato e com aberturas laterais e; cônico com fundo invertido (Figura 2). No entanto, não há relatos na literatura sobre o efeito dos diferentes formatos sobre o estabelecimento e crescimento das plantas em campo.



Figura 1. Suporte para transporte de mudas de *C. canephora* produzidas em tubetes (A). Bancadas suspensas (B e C).

Dependendo do tipo de recipiente utilizado, pode haver uma restrição radicular nas mudas, imposta pelo reduzido volume, pelas paredes e a forma do recipiente, a qual afeta alguns parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade das mudas, como a altura das plantas, diâmetro do caule, área foliar, número de folhas e até mesmo a biomassa vegetal (Townend and Dickinson 1995; Leles et al. 1998).

Nesse sentido, há uma tendência de substituição dos saquinhos plásticos pela utilização de tubetes na formação das mudas, os quais apresentam uma série de vantagens como a facilidade de manuseio das mudas, a redução na área do viveiro e um menor volume de substrato, pois estes tubetes possuem menor



Foto: Marcelo Curitiba Espindula

Figura 2. Principais tipos de tubetes empregados na produção comercial de mudas clonais de *C. canephora*. Cônico tradicional (A); Cônico com fundo chato e aberturas laterais (B) e Cônico com fundo invertido (C).

capacidade volumétrica em relação ao recipiente tradicional. Entretanto, os estudos científicos destacam maior qualidade das mudas oriundas de saquinhos plásticos (Dias and Melo 2009).

Várias pesquisas têm sido desenvolvidas na busca do conjunto ideal de recipientes e substratos, associando qualidade e eficiência nos custos de produção de mudas de cafeeiro. Com esse propósito, tubetes com capacidade de 50, 80, 120, 275 cm³ e sacos plásticos padrão foram comparados entre si por diversos autores (Cunha et al. 2002; Tavares Júnior 2004; Vallone et al. 2009; Silva et al. 2010) que constataram que sacos plásticos e o tubete de 120 proporcionaram um maior desenvolvimento de mudas de café em relação as mudas produzidas em tubetes de 50 cm³.

Corroborando com esses resultados, Espindula et al. (2014) estudando os volumes de 50, 100, 170, 280 e 400 cm³ concluíram que o aumento do volume dos tubetes promove incremento nas características vegetativas de mudas de *C. canephora* até um ponto de máximo, acima do qual, o aumento no volume do recipiente não promove um incremento significativo, ponto que é variável com a característica avaliada. No entanto, os autores também concluíram que os volumes

de 50 e 100 cm³ não promovem crescimento diferenciado da testemunha, saco + solo até 130 dias após o plantio das estacas de *C. canephora* 'Conilon – BRS Ouro Preto'.

É importante destacar que a redução do volume do recipiente proporciona condição de estresse às mudas, tendendo a ocorrer um aumento de alocação de fotoassimilados nas raízes em detrimento da parte aérea (Johnson et al., 1996). Reis et al. (1989) relataram que caso haja restrições ao desenvolvimento radicular, a má formação das raízes na fase de muda pode persistir após o plantio, interferindo no desenvolvimento das plantas no campo. Além disso, em situações em que a muda necessite permanecer por mais tempo no viveiro o reduzido volume do recipiente pode comprometer a qualidade da muda, devido ao confinamento do sistema radicular.

Com relação a sobrevivência no campo, Almeida et al. (2002) ao estudarem a formação inicial da lavoura cafeeira de mudas produzidas em tubetes de 120 cm³ e sacos plásticos, observaram que ambas as mudas, provenientes de sacos ou tubetes, apresentaram 100% de sobrevivência no campo. Marchi (2002) observou que em condições climáticas favoráveis, as mudas de sacos foram semelhantes às de tubetes quanto à sobrevivência. Já em condições ambientais não favoráveis, a mortalidade das mudas de tubetes aumentou.

Com objetivo de compreender a interferência do recipiente nas primeiras safras Matiello et al. (2000) relataram que cafeeiros provenientes de mudas de tubetes apresentam desenvolvimento inicial no campo inferior ao das mudas produzidas de sacos de polietileno. Garcia et al. (2002) ao avaliarem a primeira safra de cafeeiros oriundos de mudas produzidas em sacos de polietileno e tubetes de 120 cm³, verificaram que as mudas de sacolas superaram as mudas de tubetes.

Uma outra opção de recipiente para produção de mudas de café são as mantas de TNT. Nasser et al. (2009) ao compararem o saco de polietileno convencional com volume de 600 cm³, tubete de 90 cm³, e a sacola de TNT com volume de 260 cm³ na produção de mudas de café, concluíram que o saco de TNT pode ser mais uma opção viável para a produção de mudas com qualidade.

Mudas oriundas de bandeja (polietileno expandido) foram avaliadas por Costa et al. (1989) e apresentaram uma menor área foliar e um menor biomassa do sistema radicular e da parte aérea, embora o número de pares de folhas

fosse o mesmo das mudas produzidas em sacos plásticos. Além disso, as raízes secundárias se apresentaram mais finas, embora mais abundantes.

4. SUBSTRATO

O substrato é um fator de destaque entre os fatores que influenciam a produção de mudas, além de sua influência direta nos custos de produção, determina o crescimento e o vigor vegetativo das mudas, afetando diretamente a qualidade das mesmas. Para o uso de sacos de polietileno, o adequado é a utilização de substrato a base de solo enquanto que para o uso de tubetes o mais apropriado é a utilização de substrato a base de resíduos orgânicos. A utilização de substrato orgânico em sacos de polietileno não é indicada, por dificultar o manuseio visto que o mesmo apresenta partículas muito grandes e pouco coesas, não formando “torrão”. Por outro lado, utilização de substrato a base de solo em tubetes pode dificultar a drenagem de água do substrato, além de dificultar a retirada da muda por ocasião do transplante. Na produção de mudas em tubetes, o substrato mais utilizado atualmente é composto por casca de pinus e enriquecido com nutrientes (Vallone et al. 2009, 2010a).

Existem no mercado substratos comerciais compostos de vermiculita, casca de pinus, bagaço de cana fermentado, húmus de minhoca, além de outros materiais (Silva Júnior et al. 1995). Esses substratos são utilizados na produção de mudas de diversas espécies, especialmente, espécies hortícolas e mudas florestais. Também vem sendo utilizado na produção de mudas de café, inclusive da espécie *Coffea canephora*, cuja produção de mudas clonais em tubetes ainda é incipiente. Esses insumos apresentam boas condições físicas, as quais permitem uma boa formação do sistema radicular das mudas, contudo, possuem uma qualidade química limitada, necessitando de complementação de nutrientes por meio de aplicação de solução química (Lopes 1996).

O substrato ideal deve ser uniforme em sua composição com boas qualidades físicas, químicas e biológicas, apresentar uma boa porosidade, ser pouco denso, alta CTC, retenção de água adequada, ser isento de pragas, organismos patogênicos e de sementes de plantas daninhas, além de ter um baixo custo (Melo et al. 2003). Os substratos comerciais nem sempre apresentam essas características, com isso

a formulação de substratos alternativos vem crescendo consideravelmente em função baixa qualidade dos substratos comerciais (Matiello et al. 2001).

Para composição de substratos alternativos os materiais devem ser escolhidos em função de sua disponibilidade, suas características físicas, químicas e biológicas, além de seu custo de produção (Toledo, 1992). São utilizados vários materiais na formulação de substratos alternativos: esterco animal, areia grossa, turfa, húmus de minhoca ou vermicomposto, casca de arroz ou de café, fibra de coco, lodo de esgoto, resíduo de fumo e resíduos industriais como a torta de filtro (Neto et al. 1999; Miranda et al. 2001; Melo et al. 2003; Dias and Melo 2009; Cogo et al. 2011; Santos 2013).

Alguns trabalhos destacam a utilização de materiais orgânicos na formulação de substratos. A utilização de uma fonte de matéria orgânica se relaciona com os aspectos nutricionais e a fertilidade do substrato, além da aeração, estrutura, a retenção de água e a presença de microorganismos benéficos, onde os reflexos são a produção de mudas de qualidade (Gomes and Silva 2004).

A avaliação da qualidade do substrato, especificamente suas características físicas e químicas, é fundamental para garantir a produção de mudas com alto padrão e vigorosas. As principais características físicas que devem ser levadas em consideração no preparo ou seleção dos substratos orgânicos para produção de mudas é a granulometria, a densidade, porosidade total, o espaço de aeração e a retenção de água a baixas tensões de umidade e a densidade. Para a qualidade química os atributos mais importantes são o valor do pH, a condutividade elétrica e/ou teor total de sais solúveis e os teores de nutrientes disponíveis (Kämpf 2006; Schafer et al. 2015).

Ao reduzir parcialmente a granulometria do substrato, a aderência das partículas às raízes e a estabilidade do conjunto muda + substrato nos recipientes menores aumentou. A estabilidade diminui nos recipientes de maior volume e aumenta nos recipientes de menor volume. A granulometria é fundamental à manutenção da integridade do conjunto muda + substrato e à preservação da sua estabilidade após a remoção do tubete e o manuseio da muda no plantio (Figura 3). Tal fato é desejável, pois as raízes de cafeeiro são pouco lignificadas e, portanto, suscetíveis às rupturas e aos desvios laterais, no momento do plantio. Substratos formados a partir materiais de partículas grandes tem dificuldade de agregação,

especialmente no momento da retirada da muda do tubete. Por outro lado, materiais com granulometria muito fina podem dificultar a aeração e a infiltração de água no substrato (Favarin et al. 2008).



Figura 3. Substrato pouco coeso apresentando falta de agregação (A). Substrato coeso apresentando preservação do substrato após a remoção da muda do tubete (B).

Com relação à densidade do substrato, Kämpf (2005) relatam que para a densidade (base seca) é importante considerar as dimensões do recipiente. Para vasos de até 15 cm de comprimento, os valores de densidade devem estar entre 200 e 400 kg m⁻³. Para café Conilon, Balbino (2016), trabalhando com diferentes composições de substratos orgânicos, encontrou melhor desenvolvimento das mudas em substratos que apresentavam valores entre 148 a 261 kg m⁻³.

Para as demais características físicas de importância para seleção de substratos, Balbino (2016) relata que, para cafeeiros *C. canephora*, os melhores atributos biométricos das mudas são obtidos nos intervalos de 62,4 a 75,5% de

porosidade total; 18 a 32,5% de espaço de aeração; 9,5 a 15% de água disponível; 9,4 a 14,4% de água facilmente disponível; 0,06 a 1,16% de água tamponante e AR 30,7 a 34,3% água remanescente. Esses atributos físicos, assim como a densidade seca, estão relacionados a aeração e capacidade de retenção de água. Para mudas clonais, Balbino (2016) sugere que substratos com baixa capacidade de retenção de umidade podem ser apropriados, visto que, por se tratar de propagação vegetativa, no estágio inicial os propágulos não são capazes de absorver água do substrato e, por isso, devem ser irrigadas com maior frequência para evitar a desidratação da estaca.

As características químicas mais importantes são a condutividade elétrica, o pH, capacidade de troca catiônica, os teores disponíveis de N (amoniaco e nitrato), P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, além dos elementos tóxicos Pb, Cd, Ni e Cr (Abreu et al. 2002). O conhecimento da fertilidade do substrato antes de sua utilização é fundamental, pois permite a determinação da complementação com fertilizantes e dos procedimentos relacionados à nutrição mineral das plantas (Minami 2000).

Os substratos comerciais nem sempre apresentam todas as características ideais, por isso, a formulação de substratos alternativos pode se tornar uma alternativa para aumentar a eficiência na produção de mudas de café. A utilização de resíduos agroindustriais para produção de mudas, além de reduzir os custos de produção, apresenta vantagens ambientais, decorrente do aproveitamento de resíduos, cujo descarte poderia representar impacto negativo ao ambiente.

Vários resíduos têm sido testados como substrato para produção de mudas de café. As respostas variam, especialmente, com a origem do resíduo, bem como, com sua concentração na composição do substrato. Segundo Neto et al. (2009), substrato formado com 50% de esterco de curral e 35% de húmus de minhoca promoveu desempenho semelhante ao substrato comercial Plantmax-café, ambos fertilizados com Osmocote®. Dias and Melo (2009) relatam que a adição de 40% de cama de peru na formulação de substratos alternativos favorece o desenvolvimento das mudas. Silva et al. (2013) empregando 50% de esterco bovino associado à vermiculita ou ao substrato comercial verificaram desenvolvimento satisfatório das mudas de café. Miranda et al. (2001) obtiveram mudas vigorosas quando formularam substrato a base de cama aviária, palha de

café, casca de arroz carbonizada e cinza de madeira.

Entre os resíduos agroindustriais com alto potencial de utilização na produção de mudas, destacam-se o bagaço de cana-de-açúcar e a torta de filtro (Samor et al. 2002; Chaves et al. 2003; Serrano et al. 2004, 2006). Silva et al. (2010) avaliando três diferentes formulações entre elas, um composto de bagaço de cana-de-açúcar mais torta de filtro com e sem adubo de liberação controlada na proporção de 36 g para cada 12 litros de mistura verificaram que doses menores implicaram em adubações complementares durante o crescimento das mudas de café.

Apesar dos resultados promissores de substratos alternativos constituídos pela adição de materiais orgânicos, alguns resíduos são prejudiciais ao desenvolvimento das mudas. Para o uso de lodo de cortume desidratado, o aumento da concentração do resíduo no substrato promoveu aumento no índice de mortalidade possivelmente devido ao aumento das concentrações de sódio e cromo no substrato (Berilli et al. 2014). Balbino (2016) trabalhando com palha de café bioestabilizada obteve desempenho insatisfatório das mudas de *C. canephora* quando comparado ao substrato comercial Vida Verde Tropstrato HT[®]. O autor atribui os resultados negativos da palha de café à elevada condutividade elétrica do material, visto que, a palha apresenta alta concentração de potássio.

A condutividade elétrica e juntamente com o pH são as principais características químicas utilizadas para caracterização dos substratos (Schafer et al. 2015). Estas características estão relacionadas à salinidade e a disponibilidade de nutrientes para nutrição das mudas. Para *Coffea arabica*, Corrêa et al. (2006) sugerem condutividade elétrica de 1 mS cm⁻¹ como apropriada para a produção de mudas semíferas. No entanto, para mudas clonais de *C. canephora*, Balbino (2016) relata um desempenho satisfatório em intervalo de CE de 1 a 1,9 mS cm⁻¹. Para o pH dos substratos, Cavins et al. (2000) sugerem que a faixa ideal é de 5 a 6,5. Corroborando esta indicação Balbino (2016) encontrou melhor desempenho das mudas clonais de *C. canephora* no intervalo de 5,65 a 6,3.

4.1. Desinfestação de substrato

Para garantir a qualidade do substrato, muitos métodos são utilizados para o controle de infestantes. A presença de nematoides, fungos e sementes de plantas

invasoras levam os viveiristas a utilizar produtos esterilizantes de solo, muitas vezes com prejuízos ao meio ambiente, como é o caso do brometo de metila, que foi suspenso a partir de 2006 pelo Protocolo de Montreal. Campanhola and Bettioli (2003) ressaltaram a pressão da sociedade pela redução dos impactos ambientais provenientes das atividades agrícolas, com a substituição de métodos químicos por métodos físicos na desinfestação do substrato.

A solarização é um método físico de desinfestação do substrato e consiste na cobertura do substrato por um filme de plástico, durante um período de exposição solar (Ghini 1997; Patrício 2000). Existem alguns equipamentos que realizam a desinfestação do substrato como a autoclave, o coletor solar (Ghini 1997). Sob as condições de temperatura da Amazônia brasileira, Matos (2015) conseguiu atingir temperaturas de até 65 °C utilizando um coletor solar adaptado de Ghini et al. (1991), que utiliza tubos de PVC menos espessos e vidro sobre parte superior do equipamento. A autora conclui que o solarizador modificado é recomendado para desinfestação de *M. incognita* e outras espécies de *Meloidogyne* para uso em viveiros para a produção de mudas sadias (Figura 4). O ponto negativo de algumas dessas formas de desinfestação é a demanda de tempo dentro do processo que pode atrasar a produção das mudas, sendo um dos motivos da baixa utilização dessas práticas pelos viveiristas (Miranda et al. 2007).

Existe ainda um equipamento composto por uma caldeira a lenha, com capacidade de produção de 600 kg h⁻¹ de vapor e um injetor de vapor no solo, além de mangueiras para funcionamento do equipamento, são capazes de tratar 100 m² de solo a cada uma hora. Este sistema de injeção de vapor no solo permite atingir temperaturas na ordem de 70 °C nos primeiros 20 cm de solo, onde se encontram os principais patógenos.

5. OUTROS ASPECTOS RELACIONADOS

A qualidade das mudas, além do substrato e do tipo de recipiente utilizado, pode sofrer influência de vários outros fatores relacionados ao processo de produção e aos métodos de manejo realizados, além das condições em que as mudas são produzidas. Desse modo serão enfatizados alguns aspectos que podem interferir diretamente na qualidade das mudas, como a utilização de



Fotos: Sara Inácia de Matos

Figura 4. Coletor solar modificado, desenvolvido para desinfestação de solos.

sombreamento, diferentes procedimentos de adubação e turnos de rega, além da utilização de hormônios e micorrizas.

Para melhorar a adaptação das mudas às condições de campo e economizar no custo de produção em relação as estruturas do viveiro, alguns viveristas optam pela formação a pleno sol. Contudo, há uma certa dificuldade no manejo das mudas e na manutenção da umidade do substrato, sendo a irrigação fundamental nesse sistema de produção (Alves and Guimarães 2010). A produção de mudas a pleno sol pode comprometer o seu desenvolvimento em função de aspectos fisiológicos decorrentes do excesso de exposição à radiação solar (Paiva et al. 2003; Henrique et al. 2011).

Para mudas de café arábica, Matiello et al. (1997) relataram que a formação a pleno sol apresentou maior crescimento do que as sombreadas. Já Paiva et al. (2003) observaram que o melhor tipo de sombreamento para formação de mudas de café arábica é o de 50%. Para produção de mudas de café Conilon Braun et al. (2007) concluíram que 75% de sombreamento é o ideal comparado aos demais níveis 30 e 50%. Tatagiba et al. (2010) relata melhor crescimento com 22 e 50%

de sombreamento comparadas a pleno sol e ao sombreamento de 88%. Nesse mesmo contexto, Dardengo et al. (2013) verificaram que as mudas de Conilon cresceram melhor em sacolas plásticas do que em tubetes com condições de 50% e 75% de sombreamento, com exceção do nível de 30%, onde as mudas sombreadas apresentaram maior crescimento e melhor qualidade em relação às mantidas a pleno sol.

Sabe-se que um dos elementos mais exigidos pelo cafeeiro e o que mais se destaca é o nitrogênio, que além de uma maior demanda pela cultura, proporciona uma maior resposta em termos de produtividade (Malavolta et al. 1981). Sendo assim, Garcia et al. (2011) avaliaram o efeito da combinação da ureia com o inibidor de uréase NBPT e observaram que a utilização do NBPT favoreceu o aumento de matéria seca das mudas e do nitrogênio absorvido proporcionalmente à dose de nitrogênio aplicada. O fornecimento de água, antes ou após a cobertura com o adubo, não influenciou nenhuma das características e as mudas que não receberam o fertilizante com o inibidor tiveram um comportamento inferior.

O fornecimento de micronutrientes é uma prática não muito usual nos viveiros, porém, quando aplicados há um ganho no desenvolvimento das mudas e na produtividade esperada das culturas (Gontijo et al. 2007; Silva et al. 2007). Dias et al. (2015) estudaram a aplicação de cobre via foliar em mudas de cafeeiro utilizando duas fontes: sulfato cúprico amoniacal e sulfato de cobre. Os maiores teores e conteúdos de cobre foram verificados nas mudas que receberam o sulfato de cobre, nas quais foram quantificados os maiores incrementos de matéria seca, contudo, a eficiência de translocação do cobre nas mudas foi semelhante para ambas as fontes.

Além de ganhos em desenvolvimento, qualidade e produtividade esperada, alguns nutrientes são utilizados na redução do potencial de intensidade de algumas doenças (Datnoff et al. 1997). Botelho et al. (2005) verificaram que a menor área abaixo da curva de progresso do total de lesões foi obtida com a dose de 0,84 g kg⁻¹ de silicato de sódio. Botelho et al. (2009) observaram uma maior presença de cera epicuticular nas folhas de mudas cultivadas com 2 g e 6 g de ácido silícico. A maior dose de ácido silícico 6 g kg⁻¹ de solo promoveu a menor fotossíntese potencial em folhas de plantas sem sintomas de cercosporiose.

Há uma carência de informações no que se refere a lâmina de irrigação

para produção de mudas de café. Azevedo et al. (2014) propuseram então quatro lâminas de irrigação 25; 40; 55; e 70% da ET_0 em dois tipos de recipientes (tubete e sacola) dois níveis de hidrorretentor, concluíram que as mudas de café Conilon produzidas em sacolas apresentaram crescimento superior comparada as de tubetes. A lâmina de 40% da ET_0 é suficiente para as mudas produzidas em sacolas, no entanto para tubetes a melhor lâmina é de 70% da ET_0 . A presença de hidrorretentor promoveu o melhor desenvolvimento das mudas de café Conilon produzidas em sacolas em relação as mudas produzidas em tubetes.

Na tentativa de otimizar o uso da água na irrigação, polímeros hidroabsorventes têm sido utilizados, esses ao serem hidratados se transformam em gel, absorvendo cerca de cem vezes seu peso em água (Fonteno and Bilderback 1993). Pesquisas comprovam efeito favorável do emprego do hidrorretentor no crescimento inicial de mudas de cafeeiro (Azevedo et al. 2002; Carvalho et al. 2011). No entanto, há uma carência de informações na fase de produção de mudas.

Os efeitos de diferentes turnos de rega foram investigados por Mukeshambala et al. (2014) estudando a aplicação de doses de hidrorretentor, onde concluíram que a aplicação do polímero em sacos plásticos e em tubetes não influenciou no crescimento das plantas. As irrigações de mudas em tubetes devem ser feitas preferencialmente duas vezes ao dia. Enquanto as mudas de sacos plásticos podem ser realizadas a cada dois dias. Almeida et al. (2011) avaliando o comportamento de cafeeiros propagados por embriogênese somática e seminífera, observaram que as mudas propagadas por estes métodos apresentaram o mesmo comportamento quanto ao desenvolvimento nas diferentes quantidades de água disponível no solo.

A atividade microbiana se relaciona com as propriedades biológicas dos substratos e influencia diretamente a agregação das partículas, a disponibilidade de nutrientes, a aeração e o armazenamento de água (Maiorano et al. 2002). Fungos micorrízicos arbusculares formam micorrizas, que atuam como um prolongamento do sistema radicular da planta hospedeira (Silveira 1992). Tristão et al. (2006) verificaram que a utilização de substratos orgânicos e a inoculação com fungos micorrízicos arbusculares são eficientes na produção de mudas de cafeeiro, onde a micorrização apresentou um efeito positivo no desenvolvimento das mudas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tipo de recipiente e os materiais utilizados na formulação dos substratos são os fatores que mais se relacionam com a produção de mudas de qualidade. Para produção de mudas de café, a combinação tradicional de recipiente/substrato é baseada no uso de sacos de polietileno com solo de subsuperfície. No entanto, esta combinação requer o revolvimento de grandes quantidades de solo, o que causa grande impacto ambiental, além de aumentar os riscos de disseminação de patógenos de solo, como nematoides. O uso de subsolo também requer muita mão de obra e dificulta o manejo em todas as fases de produção de mudas. Assim, a utilização de tubetes associados a substratos orgânicos tem sido uma alternativa ao sistema convencional de produção de mudas. Entretanto, essa combinação ainda requer a definição dos melhores tipos e tamanhos de tubetes, bem como dos substratos ideais, especialmente na produção de mudas clonais.

7. REFERÊNCIAS

Abreu MF. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas. Anais... Campinas: IAC, 2002. p. 17-28.

Almeida GRR, Carvalho CHS, Guimarães RJ, Teixeira JB, Padilha L. Comportamento de cafeeiros propagados por embriogênese somática e por sementes em diferentes níveis de água no solo. *Coffee Science* 6: 114-119, 2011.

Almeida EAVB, Mutton MA, Oliveira JC. Formação inicial de lavoura cafeeira proveniente de mudas produzidas em tubetes e saquinhos plásticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, Caxambú, MG. Anais... Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p.421-423.

Alves JD, Guimarães RJ. Sintomas de desordens fisiológicas em cafeeiro. In: Guimarães RJ, Mendes ANG, Baliza DP. (Ed.). *Semiologia do cafeeiro: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas*. Lavras: UFLA, 2010. p. 169-215.

Andrade S. Comportamento morfofisiológico de mudas de café conilon propagadas por estaquia e enxertia. São Mateus: UFES/CEUNES, 2012, 55f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical). Universidade Federal do Espírito Santo

Centro Universitário Norte do Espírito Santo, 2012.

Azevedo JMG, Reis EF, Tomaz MA, Garcia GO, Nogueira NO, Dardengo MCJD. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café Conilon sob irrigação e hidrorretentor. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 9: 432-439, 2014.

Balbino TJ. Substratos alternativos para a produção de mudas clonais de *Coffea canephora* em tubete. Rolim de Moura: UNIR/EMBRAPA, 2016, 64f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade federal de Rondônia, 2016.

Berilli SS, Quiuqui JPC, Rembinsky J, Salla PHH, Berilli APCG, Louzada JM. Utilização de lodo de curtume como substrato alternativo para a produção de mudas de café conilon. *Coffee Science* 9: 472 - 479, 2014.

Braun H, Zonta JH, Soares SLJ, Reis EF. Produção de mudas de café conilon propagadas em diferentes níveis de sombreamento. *Idesia* 25: 85-91, 2007.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 24, de 16 de dezembro de 2005. *Diário Oficial da União*, Brasília, n. 243, Seção 1, 20 dez. 2005.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 35 de 29 de novembro de 2012. *Diário Oficial da União*, Brasília, n. 232, 03 dez. 2012.

Botelho DMS, Pozza EA, Alves E, Furtini Neto AE, Barbosa JPRAD, Melo DC. Aspectos anatômicos e fisiológicos de mudas de cafeeiro com cercosporiose adubadas com ácido silícico. *Coffee Science* 4: 93-99, 2009.

Botelho DMS, Pozza EA, Pozza AAA, Carvalho JG, Botelho CE, Souza PE. Intensidade da cercosporiose em mudas de cafeeiro em função de fontes e doses de silício. *Fitopatologia Brasileira* 30: 582-588, 2005.

Campanhola C, Bettiol W. Métodos alternativos de controle fitossanitário. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 279 p.

Carias CMOM, D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; fevereiro, 2015; SELEÇÃO RECORRENTE EM CAFÉ CONILON VIA MODELOS MISTOS.

Cavins TJ, Whipker BE, Fonteno WC, Harden B, McCall I, Gibson JL. Monitoring and managing pH and EC using the PourThru Extraction Method. *Horticulture*

Information Leaflet 590, New 7/2000. Raleigh: North Caroline State University, p. 17, 2000.

Chaves LLB, Carneiro JGA, Barroso DG, Leles PSS. Efeitos da inoculação com rizóbio e da adubação nitrogenada na produção de mudas de sesbânia em substrato constituído de resíduos agroindustriais. *Revista Árvore* 1: 447-449, 2003.

Cogo FD, Lopes FAB, Vieira RJ, Almeida SLSE, Campos KA. Resposta de mudas de cafeeiro à aplicação de resíduos orgânicos. *Tecnologia & Ciência Agropecuária* 5: 29-33, 2011.

Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de café, v. 3 – Safra 2016, n.2 - Segundo Levantamento, Brasília, p. 1-103, mai. 2016.

Corrêa JC, Büll LT, Mauad M, Tecchio MA, Crusciol CAC. Caracterização química em substratos de resíduos industriais e urbanos para a obtenção de mudas de café. *Científica* 34: 55-66 2006.

Costa PC, Santinato R, Grohmann F, Matiello JB. Dados preliminares de uma nova tecnologia para produção de mudas de café. *Cafeicultua Moderna* 2: 50-54, 1989.

Cunha RL, Souza CAS, Andrade Neto A, Melo B, Corrêa JF. Avaliação de substratos e tamanhos de recipientes na formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. *Ciência e Agrotecnologia*, 26: 7-12, 2002.

Dardengo MCJD, Sousa EF, Reis EF, Gravina GA. Crescimento e qualidade de mudas de café conilon produzidas em diferentes recipientes e níveis de sombreamento. *Coffee Science* 8: 500-509, 2013.

Dardengo MCJD, Azevedo JMG, Pereira LR, Sant'ana BT, Rafael AM. Caracterização do crescimento e qualidade de mudas do Conilon Vitória. *Anais... Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, 37. Poços de Caldas-MG. MAPA/PROCAFÉ, 2011. p. 202-204.

Dardengo MCJD, Azevedo JMG, Tagagiba SD, Sant'ana BT, Marcílio GS, Souza JC. Índices de qualidade e crescimento de mudas do Conilon Vitória formadas em sacolas e agropote com diferentes substratos. *Anais... Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, 36. Guarapari-ES. MAPA/PROCAFÉ, 2010. p 297-299.

Datnoff LE, Deren CW, Snyder GH. Silicon fertilization for disease management

of rice in Florida. *Crop Protection*, 16: 525-531, 1997.

Dias KGL, Carmo DL, Pozza AAA, Pozza EA, Guimarães PTG. Cobre via foliar na nutrição e na produção de mudas de cafeeiro. *Coffee Science* 10: 516 - 526, 2015.

Dias R, Melo B. Proporção de material orgânico no substrato artificial para a produção de mudas de cafeeiro em tubetes. *Ciência e Agrotecnologia* 33: 144-152, 2009.

Favarin JL, Favarin Júnior JL, Reis AR, Camargo FT. Metodologia para estimar a estabilidade do conjunto muda x substrato de cafeeiro. *Ciência Rural* 38: 1-12, 2008.

Fermino MH. Uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: Furlani AMC, Bataglia OC, Abreu MF, Abreu CA, Furlani PR, Quaggio JA, Minami K. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002, p.29-37. (Documentos IAC, 70).

Ferraz MV, Centurion JF, Beutler AN. Caracterização química e física de alguns substratos comerciais. *Acta Scientiarum*, 27: 000-000, Abr./Jun., 2005.

Fonteno WC. Growing media types and physical/chemical properties. In: REGD, D. W. (Ed). *A growers guide to water, media and nutrition greenhouse crops*. Batavia: Ball, 1996. p. 93-122.

Fonteno WC, Bilderback TE. Impact of hydrogel on physical properties of coarse-structured horticultural substrates. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 118:217-222, 1993.

Garcia ALA, Padilha L, Garcia AWR, Mendes ANG, Carvalho CHS. Efeito da ureia com inibidor de uréase no crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Coffee Science* 6: 1-7, 2011.

Garcia AWR, Matiello JB, Japiassú LB, Frota GB, Fiovarante N. Estudo de tubetes e saquinhos de polietileno com e sem irrigação na implantação do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, Caxambú, MG. Anais... Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p.67-68.

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

Gomes JM, Silva AR. Os substratos e sua influência na qualidade de mudas. In: BARBOSA, J.G. et al. (Ed.) Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substratos. Viçosa: UFV, 2004, p. 190-225.

Gontijo RAN, Carvalho JG, Guimarães RJ. Faixas críticas de teores foliares de micronutrientes em mudas de cafeeiro. *Coffee Science* 2: 135-141, 2007.

Guimarães PTG, Andrade Neto A, Belini Júnior O, Adão WA, Silva EM. Produção de mudas de cafeeiro em tubetes. Informe Agropecuário, Belo Horizonte – MG, v. 19, n. 193, 1998. p. 98-108.

Henrique PC, Alves, JD, Deuner S, Goulart PFP, Livramento DE. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de mudas de café cultivadas sob telas de diferentes colorações. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 46: 458-465, 2011.

Espindula MC, Jaraceski R, Teixeira AL, Campanharo M, Dias JRM. Volume de tubetes para produção de mudas clonais de *Coffea canephora* 'Conilon - BRS Ouro Preto'. In: IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2015, Curitiba - PR. Anais do IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2015.

Johnson JM, Pritchard J, Gorham J, Tomos AD. Growth, water relations and solute accumulation in osmotically stressed seedlings of the *Colophospermum mopane*. *Tree Physiology* 16: 713-718, 1996.

Kämpf AN. O uso de substrato em cultivo protegido no agronegócio brasileiro. In: FURLANI, A.M.C. (Ed.). Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p.1-6. (Documentos IAC, 70).

Kämpf AN. Produção comercial de plantas ornamentais. Guaíba: Agropecuária, 2005. 256 p.

Kämpf NA, Tåkane RJ, Siqueira PTV. Floricultura: Técnicas de preparo de substratos. LK, Brasília, 132p, 2006.

Leles PSS, Carneiro JGA, Barroso DG. Comportamento de mudas de *Hymanea courbaril* L. var *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Langenh e *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr, produzidas sobre três regimes de irrigação. *Revista Árvore* 22: 11-19, 1998.

Lopes PSN. Propagação sexuada do maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *favicarpa* Deg.) em tubetes: efeito da adubação nitrogenada e substratos. Lavras:

UFLA, 1996. 52p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

Marana JP, Miglioranza E, Fonseca EP, Kainuma RH. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. *Ciência Rural* 38: 1-12, 2008.

Maiorano JA, Vieira MR, Silveira APD. Características microbiológicas de substratos orgânicos. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., Campinas, 2002. Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. p . 98. (Documentos IAC, 70).

Malavolta E, Yamada T, Aroaldo J. Nutrição e adubação do cafeeiro. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1981. 226 p.

Marchi ECS. Sobrevivência de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) no pós-plantio em função do recipiente, época e classes de solo no sistema convencional e plantio direto. Lavras: UFLA, 2002. 80p.

Matiello JB, Santinato R, Garcia AWR, Fernandes DR. Cultura do café no Brasil: novo manual de recomendações. Fundação PROCAFÉ. Edição revisada, ampliada e ilustrada. Rio de Janeiro/Varginha, 2005.

Matiello JB, Barros UV, Garçon C, Barbosa CM. Efeito de diferentes substratos e recipientes na formação de mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 27., 2001, Uberaba. Anais... Rio de Janeiro: Fundação PROCAFÉ, 2001. p. 24 - 25.

Matiello JB, Barros UV, Barbosa CM. Modos de plantio de mudas de café produzidas em tubetes plásticos, em comparação com mudas de sacolas, na Zona da Mata de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, Marília, SP. Anais... Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 2000. p. 21-23.

Matiello JB. Viveiro de mudas a pleno sol na Zona da Mata de Minas Gerais. In: CONGRESSO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 23., 1997, Curitiba. Anais... Curitiba:MAPA/PROCAFÉ, 1997. p. 47.

Matos SI. Estratégias alternativas para o controle de nematoides das galhas. Rolim de Moura: UNIR/EMBRAPA, 2015, 45f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade federal de Rondônia, 2015.

Melo B, Mendes ANG, Guimarães PTG. Tipos de fertilizações e diferentes substratos na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes.

Bioscience Journal. 19: 33-42, 2003.

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

Minami K. Adubação em substrato. In: Kämpf NA, Fermino MH. (Ed.). Substrato para plantas: base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Genesis, 2000. p. 147-152.

Miranda GRB, Guimarães RJ, Campos VP, Botrel EP, Almeida GRR, Gonzalez RG. Métodos alternativos de desinfestação de plantas invasoras em substratos para a formação de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Coffee Science 2: 168-174, 2007.

Miranda SC, Melo LCG, Ricci MSF. Substratos alternativo para a produção de mudas de cafeeiro em tubetes. In: II SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, Vitória, ES. Anais... 2001.

Morgado IF, Carneiro JGA, Barroso, DG, Leles PS. Nova metodologia de produção de mudas de *Eucalyptus grandis* ex Maiden, utilizando resíduos prensados como substrato. Revista Árvore, Viçosa, v. 1, n. 24, p. 27-33, 2000.

Morgado IF. Resíduos agroindustriais prensados como substrato para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Saccharum* spp. 1998. 102f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 1998.

Mukeshambala F, Guimarães RJ, Tavares G, Souza AJJ. Turno de rega e doses de polímero hidroredentor na formação de mudas de cafeeiro. Coffee Science 9: 61-67, 2014.

Nasser MD, Júnior SL, Souza PB, Júnior JMB. Desenvolvimento e qualidade de mudas de café (*coffea arabica* L.) produzidas em sacola plástica convencional, tubete e sacola de TNT. In: VI SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. Anais... Vitória, 2009.

Neto AA, Mendes ANG, Guimarães PTG. Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para a produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. Ciência e Agrotecnologia, 23: 270-280, 1999.

Ono EO, Rodrigues JD, Pinho SZ. Interações entre auxinas e ácido bórico,

no enraizamento de estacas caulinares de *Coffea arabica* L. cv. Mundo Novo. *Scientia Agricola* 49: 23-27, 1992.

Paiva LC, Guimarães JR, Souza CAS. Influência de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Ciência e Agrotecnologia* 27: 134-140, 2003.

Patricio FRA. Solarização do solo em ambiente protegido e sua integração com controle biológico ou químico na viabilidade de *Pythium aphanidermatum* e *Rhizoctonia solani*. 2000. 89 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.

Reis GG, Reis MGF, Maestri M, Xavier A, Oliveira LM. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. *Revista Árvore* 13: 1-18, 1989.

Samôr OJM, Carneiro JGA, Barroso DG, Leles PSS. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. *Revista Árvore* 1: 209-215, 2002.

Santos FEV. Caracterização física e química de substratos com lodo de esgoto na produção de mudas de *Aegiphila sellowiana* Cham. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES.

Schafer G, Souza PVD, Fior CS. Um panorama das propriedades físicas e químicas de substratos utilizados em horticultura no sul do Brasil. *Ornamental Horticulture* 21: 299-306, 2015

Serrano LAL, Silva CMM, Ogliari J, Carvalho AJC, Marinho CS, Detmann E. Utilização de substrato composto por resíduos da agroindústria canavieira para produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura* 28: 487-491, 2006.

Serrano LAL, Marinho CS, Carvalho AJC, Monnerat PH. Efeito de sistemas de produção e doses de adubo de liberação lenta no estado nutricional de porta-enxerto cítrico. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26: 524-528, 2004.

Schiavo JA, Martins MA. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) inoculadas com o fungo micorrízico arbuscular *Glomus clarum* em substrato agro-industrial. *Revista Brasileira de Fruticultura* 24: 519-523, 2002.

Silva AP, Costa E, Santo TLE, Silva LE, Martins RF. Coffee seedlings in different

substrates and protected environments. *Engenharia Agrícola* 33: 589 – 600, 2013.

Silva CJ, Silva CA, Silva RV, Freitas CA, Castro Y, Oliveira RT. Índice de qualidade de Dickson em mudas de cafeeiro, em função de proporções de material orgânico adicionado ao substrato. *Anais... Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, 37. Poços de Caldas-MG. MAPA/PROCAFÉ, 2011. p 107-108.

Silva JI, Vieira HD, Viana AP, Barroso DG. Desenvolvimento de mudas de *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner em diferentes combinações de substrato e recipiente. *Coffee Science* 5: 38-48, 2010.

Silva, WG, Tucci CAF, Hara FAS, Santos RAC. Efeito de micronutrientes sobre o crescimento de mudas de mogno (*Swietenia Macrophylla* King) em Latossolo amarelo. *Acta Amazonica* 37: 371-376, 2007.

Silva Júnior AA, Macedo SG, Stuker H. Utilização de esterco de peru na produção de mudas de tomateiro. Florianópolis: EPAGRI, 1995. 28p. (Boletim Técnico, 73).

Silveira APD. Micorrizas. In: Cardoso EJBN, Tsai SM, Neves MCP. *Microbiologia do Solo*. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. Cap.19, p.282. Simões JW. Problemática da produção de mudas em essências florestais. IPEF, Piracicaba, v. 4, n.13, p.1-29, dez. 1987 (Série Técnica).

Tatagiba SD, Santos EA, Pezzopane JEM, Reis EF. Mudas de *Coffea canephora* cultivadas sombreadas e a pleno sol. *Engenharia na Agricultura* 18: 219-226, 2010.

Tatagiba SD, Pezzopane JEM, Reis EF. Crescimento vegetativo de mudas de café arábica (*Coffea arabica* L.) submetidas a diferentes níveis de sombreamento. *Coffee Science* 5: 251-261, 2010.

Toledo ARM. Efeito de substratos na produção de mudas de laranjeira (*Citrus sinensis* L.) Osbeck cv. “Pera Rio” em vaso. 88p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1992.

Townend J, Dickinson AL. A comparison of rooting environments in containers of different sizes. *Plant and Soil*. Dordrecht, v. 175, n. 1, p. 69-78, jun. 1981.

Tristão FSM, Andrade SAL, Silveira APD. Fungos micorrízicos arbusculares na formação de mudas de cafeeiro, em substratos orgânicos comerciais. *Bragantia* 65: 649-658, 2006.

Vallone HS, Guimarães RJ, Mendes ANG, Souza CAS, Cunha RL, Dias FP. Diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de cafeeiros. *Ciência e Agrotecnologia* 34: 55-60, 2010a.

Vallone HS, Guimarães RJ, Mendes ANG, Souza CAS, Cunha RL, Carvalho GR, Dias FP. Efeito de recipientes e substratos utilizados na produção de mudas de cafeeiro no desenvolvimento inicial em casa de vegetação, sob estresse hídrico. *Ciência e Agrotecnologia* 34: 320-328, 2010b.

Vallone HS, Guimarães RJ, Mendes ANG, Souza CAS, Dias FP, Carvalho AM. Recipientes e substratos na produção de mudas e no desenvolvimento inicial de cafeeiros após o plantio. *Ciência e Agrotecnologia* 33: 1327-1335, 2009.