

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

AGRONOMIA

**SILICATO DE ALUMÍNIO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE**  
*Coffea arabica*

ÁLVARO CANHESTRO LEITE MACHADO

**Álvaro Canhestro Leite Machado**

**DOSES DE SILICATO DE ALUMÍNIO NA COMPOSIÇÃO DO  
SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Márcia Martins

Co-orientador: Rodrigo Eduardo Barros

Montes Claros

2017

Álvaro Canhestro Leite Machado. **DOSES DE SILICATO DE ALUMÍNIO NA  
COMPOSIÇÃO DO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE  
CAFEIEIRO**

Aprovado pela banca examinadora constituída por:

---

Prof. Delacyr da S. Brandão Junior  
(ICA/UFMG)

---

Co-orientador. Rodrigo Eduardo Barros  
Doutorando em Produção Vegetal (ICA/UFMG)

---

Prof<sup>a</sup>. Márcia Martins  
Orientadora (ICA/UFMG)

Montes Claros, 28 de Novembro de 2017.

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ter me proporcionado saúde e sabedoria para realizar mais esta etapa em minha vida. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada, meus avós, com muito carinho e apoio, sempre se lembrando de mim em suas orações. Minha namorada Caroline obrigada pela paciência e incentivo.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado saúde e inteligência para superar todas as dificuldades e conseguir chegar onde hoje estou.

Agradeço a minha professora Márcia por toda orientação e ajuda que me foram dados.

Agradeço aos meus pais Maria do Carmo e Antônio, que me deram apoio e incentivo nas horas difíceis.

Obrigado a minha namorada Caroline e toda sua família, que me estimulou durante todo o tempo e compreendeu minha ausência pelo tempo dedicado aos estudos.

Meu agradecimento também ao meu irmão Heitor, tios e avós, que de alguma forma também contribuíram para que o sonho se tornasse realidade.

Agradeço ao coorientador Rodrigo Barros e membros do Laboratório de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas, pelo apoio de cada etapa da pesquisa e contribuíram com as revisões do conteúdo.

Sou grato também aos meus amigos, mesmo que dotados de muitas diferenças pessoais, são os elementos essenciais para ciclo da vida, pelo bom convívio em grupo, além do fortalecimento de amizades (espero) duradouras.

Naruna grande companheira, sempre me esperando no portão fazendo aqueles dias que por muitas vezes não foram dos melhores, tornando-se um dia qualquer, alegrando toda a república.

Agradeço à Universidade Federal de Minas Gerais, por me proporcionar um ambiente criativo rico em conhecimentos.

Agradeço ao Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Bambuí e aos professores que fizeram parte da minha formação Técnica agrícola, onde tive grandes incentivos para continuar aprimorando meus conhecimentos.

Não poderia deixar de agradecer aquelas pessoas que deixaram pedras em meu caminho, pois são as mesmas que me fizeram crescer e olhar para traz com orgulho e dizer que venci.

Obrigado as empresas Sementes Ouro Verde, CAPUL, Fundação Mato Grosso do Sul e Agropecuária Sonho Verde, com grande valia fizeram parte no processo de formação profissional.

*“E mesmo que meus passos sejam falsos, mesmo que os meus caminhos sejam errados, mesmo que meu jeito de levar a vida incomoda, eu sei quem sou, e sei pelo que eu devo lutar. Se você acha que meu orgulho é grande, é porque nunca viu o tamanho da minha FÉ!”*

(Tião Carreiro)

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de mudas de cafeeiro em função da utilização de diferentes doses de silicato de alumínio acrescido ao substrato convencional. As doses utilizadas para avaliação foram 0% para testemunha, para os demais tratamentos foi acrescentado doses de 10%, 20%, 30%, 40% e 50% de silicato de alumínio no volume total do recipiente. As mudas produzidas foram avaliadas aos 180 dias após a germinação. Para avaliação do desenvolvimento das mudas foram consideradas as seguintes características: altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), biomassa seca total (BST), biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa seca das raízes (BSR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD). Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade e quanto significativo ajustou-se equações de regressão. A adição de silicato de alumínio em 50% do volume de substrato promoveu redução de aproximadamente 63% no índice de qualidade de Dickson, sendo, 27% no diâmetro e 21% na altura das mudas de cafeeiro em relação àquelas cultivadas em substrato sem adição de silicato. O silicato de alumínio influencia negativamente nos parâmetros morfológicos das mudas de cafeeiro. Entretanto apenas não foi possível obter mudas de qualidade considerada adequada na maior dose testada, que proporcionou IQD satisfatório.

**Palavras-chave:** Substrato; cafeeiro; qualidade de mudas; resíduo

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 01 - Diâmetro do coleto (DC) de mudas de <i>Coffea arabica</i> em função da adição de silicato de alumínio no substrato.....	20
Gráfico 02 - Altura (H) de mudas de <i>Coffea arábica</i> em função da adição de silicato de alumínio no substrato.....	21
Gráfico 03. Biomassa seca das raízes (BSR) de mudas de <i>Coffea arabica</i> em função da adição de silicato de alumínio no substrato.....	22
Gráfico 04. Biomassa seca da parte aérea (BSPA) de mudas de <i>Coffea arabica</i> em função da adição de silicato de alumínio no substrato.....	24
Gráfico 05. Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de <i>Coffea arabica</i> em função da adição de silicato de alumínio no substrato.....	25

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1</b> – Composição química do silicato de alumínio.....	17
---	----

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BSPA	- Biomassa seca da parte aérea
BSR	- Biomassa seca das raízes
BST	- Biomassa seca total
DC	- Diâmetro do coleto
H	- Altura da parte aérea
IQD	- Índice de qualidade de Dickson

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
2.1 Importância econômica e social da cultura do cafeeiro .....	13
2.2 Gênero <i>coffea</i> .....	13
2.3 Produção e qualidade de mudas de cafeeiro.....	14
2.4 Importância do substrato na produção de mudas de cafeeiro.....	16
2.5 Silicato de alumínio (resíduo sólido).....	16
<b>3. MATERIAL DE MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>27</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Inúmeros substratos em sua constituição original ou combinados são usados atualmente para propagação de espécies, via sementes ou vegetativamente. Na escolha de um substrato observa-se, principalmente, as suas características físicas e químicas, a espécie a ser plantada, além dos aspectos econômicos, como por exemplo, baixo custo e disponibilidade (CALDEIRA *et al.*, 2013).

Segundo Wagner Junior *et al.* (2006), o pH, a capacidade de troca catiônica (CTC), o teor de nutrientes e de matéria orgânica são apontados como os principais atributos químicos que caracterizam um bom substrato. Considerando os atributos físicos, os autores destacam a importância da densidade de partículas, da macro e microporosidade e a possibilidade de economia hídrica (volumes de água disponíveis em diferentes potenciais).

O substrato é um dos fatores que pode afetar a qualidade da muda produzida. Na implantação de culturas perenes, como é o caso do cafeeiro, mudas de boa qualidade são de extrema importância.

Determinados resíduos industriais podem ser utilizados na preparação de substratos para produção de mudas. Esse uso alternativo de resíduos, em condições adequadas, pode amenizar custos de produção uma vez que reutiliza materiais que seriam descartados. Viabilizar um destino adequado para resíduos industriais está de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BARATA; ANGELICA, 2012).

Silicato de Alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) é um resíduo industrial da extração de Lítio do mineral espodumênio após ser submetido à temperatura de 1.200 °C e ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Este é usado na composição de borrachas, cerâmicas, plásticos, tintas, vernizes e papéis, por conferir uniformidade no acabamento (HILDEBRANDO *et al.*, 2012; PAZ; ANGÉLICA; NEVES, 2010).

O silicato de alumínio é um material quimicamente inerte e tem potencial para ser utilizado na composição de substratos. Entretanto, pesquisas são escassas e conseqüentemente não são encontrados dados sobre quais seriam as melhores fontes e quantidades de silicato a serem empregadas. Este resíduo é ainda pouco empregado na agricultura brasileira (CASTRO *et al.*, 2016).

O objetivo principal desta pesquisa foi avaliar os parâmetros morfológicos de mudas de *Coffea arabica* produzidas em sacos plásticos com diferentes dosagens de silicato de alumínio acrescidos ao substrato convencional comumente utilizado na produção de mudas de cafeeiro.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Importância econômica e social da cultura do cafeeiro

O cafeeiro foi introduzido no Brasil por volta do ano de 1727, trazido da Guiana Francesa. Estabeleceu-se lavoura no Pará, de onde foi para o Maranhão, depois para o Sudeste e Sul do país (FARIA; MANOLESCU, 2004). Segundo dados da (ABIC, 2017) hoje representa a segunda bebida mais consumida mundialmente. No ranking de commoditys o cafeeiro ocupa o 6º lugar, correspondendo um valor significativo para a exportação de grãos no Brasil.

Atualmente a produção do cafeeiro esta presente em mais de 80 países e envolve 8% da população mundial, divididos entre cultivos subdesenvolvidos e desenvolvidos, com diferentes níveis tecnológicos e finalidades. A agricultura familiar representa cerca de 70% da produção com áreas de até 20 hectares. Em torno de 20% da produção está dentro dos cultivos desenvolvidos com alto nível tecnológico e investimento. Os médios produtores expressam os outros 10% com lavouras acima de 20 hectares e baixo nível tecnológico (DURÁN *et al.*, 2016).

### 2.2 Gênero *coffea*

O gênero *Coffea* é pertencente à família Rubiaceae sub-família Cinchonoidea, contendo diversas espécies descritas (KRUG, 1950). As espécies mais conhecidas no Brasil são *coffea arabica* e *coffea canephora* ou conilon, dentre essas espécies a um grande numero de variedades que são cultivadas comercialmente.

*Coffea arabica* é descendente das plantas originais, descobertas na Etiópia. Estes cafeeiros produzem um cafeeiro fino, suave, aromático e representam aproximadamente 70 % da produção mundial e no mercado possuem maior valor econômico (BARTH., 2009).

No Brasil as espécies *arabica* e *canephora* são plantadas em diversas regiões, entretanto há algumas exigências para uma boa produção que limita o cultivo em alguns estados em função da altitude.

Espécies Arábicas produzem café fino e suave, são cultivadas em altitude geralmente entre 700 e 1.800 metros de altitude. Os fatores mais importantes, para uma produção de boa qualidade a temperatura e a disponibilidade de água, respectivamente entre 15 – 24 °C e 1100-1300 mm de chuva por ano. As plantas são vigorosas, porém mais susceptíveis a doenças que o *coffea canephora*, o que demanda maior investimento em tratos culturais. Os grãos são lisos e mais alongados e apresentam um teor de cafeína menor (ABIC, 2017).

### 2.3 Produção e qualidade de mudas de cafeeiro

Um dos principais problemas dos viveiros na produção de mudas é determinar quais fatores, durante a fase de viveiro, alteram a sobrevivência e o desenvolvimento inicial das mudas no campo também é importante determinar as características da planta que se correlacionam melhor com essas variáveis comercial (VALLONE, 2003; DARDENDO *et al.*, 2012).

A qualidade pode ser definida como aqueles atributos necessários para que uma muda sobreviva e se desenvolva após o plantio no campo. Hunt (1990) recomendou o índice de qualidade de Dickson (IQD) como sendo bom indicador da qualidade de muda, a qualidade morfológica e fisiológica das mudas é função da qualidade da genética e da procedência das sementes, das condições ambientais do viveiro (FONSECA *at al.*, 2002).

Os parâmetros morfológicos são os mais utilizados na determinação do padrão de qualidade das mudas, tendo uma compreensão mais intuitiva por parte do viveirista, são atributos determinados física ou visualmente, devendo ser ressaltado que algumas pesquisas têm sido realizadas com o intuito de mostrar que os critérios que adotam essas características são importantes para o sucesso do desempenho das mudas após o plantio (TATAGIBA; PEZZOPANE; REIS, 2010).

A altura da parte aérea combinada com o diâmetro do coleto, observando o desenvolvimento das raízes e o equilíbrio entre o sistema radicular com a produção de matéria seca permite avaliar o crescimento de uma planta. A quantidade total de matéria seca acumulada pela planta reflete na quantidade de nutrientes minerais absorvidos, que constitui um parâmetro morfológico importante para ser avaliado (DARDENGO *et al.*, 2013).

Na implantação da lavoura cafeeira, vários são os fatores que contribuem para o sucesso da atividade, dentre os quais, a utilização de mudas saudáveis e bem desenvolvidas. A longevidade da planta depende da qualidade das mudas, principalmente tratando-se de uma cultura perene como o cafeeiro. O plantio de mudas vigorosas garante bom estabelecimento inicial, diminui os gastos com a operação de replantio e promove rápido crescimento inicial das plantas, o que é desejável, principalmente, quando as mudas são submetidas a algum tipo de estresse ambiental em seu primeiro ano de plantio (DIAS; MELO, 2009)

Para obtenção de mudas, as sementes estas podem ser adquiridas em órgãos oficiais, cujas linhagens são adaptadas, proporcionam elevado padrão genético e fitossanitário, ou inteiramente em lavouras locais, onde deverão ser colhidos preferencialmente em plantas que

apresentem boas características vegetativas e produtivas, ressaltadas ao longo do ciclo (MARANA, 2008).

O tipo de muda é determinado pela época em que se realiza a semeadura, podendo ser “muda de meio ano”, quando o semeio é realizado de maio a junho e o plantio em janeiro; e muda de ano quando o semeio é realizado em setembro a outubro e o plantio no período chuvoso do ano seguinte (BERGO; PINHO DE SÁ; SALES, 2002).

Vários fatores exercem influências sobre o desenvolvimento, a qualidade e os custos da produção de mudas, como o tamanho do recipiente e a composição do substrato, entre outros. Os tipos de mudas de cafeeiro mais utilizadas são as produzidas em sacos plásticos, preenchidas com substrato convencional, constituído por terra de subsolo e esterco bovino curtido. As mudas também podem ser produzidas em tubetes de polietileno, de diferentes tamanhos, entretanto neste caso utiliza-se substrato comercial (VALLONE, 2003; DARDENGO *et al.*, 2013).

A semeadura recomendável é aquela que é realizada no solo diretamente no recipiente. Antes de se realizar a semeadura, deve-se deixar as sementes umedecidas, acondicionadas em saco poroso dentro da água por 2 dias para prévia embebição. A semeadura deve ser direta consistindo da semeadura de duas sementes no centro de cada sacola ou tubete (VALLONE, 2003).

Na condução das mudas no viveiro deve-se estar atento para os seguintes tratamentos culturais: irrigação, desbaste, controle de plantas daninhas, pragas e doenças, adubação e aclimação (DARDENGO *et al.*, 2013). Em suas pesquisas Henrique (2011), refere-se a viveiros dispostos no sentido Norte-Sul, contendo proteção lateral com telas, sombrites ou lonas plásticas, evitando-se que fatores externos possam ocasionar danos às mudas. Como padrão o sombreamento das mudas é instalado para uma interceptação de cerca de 50% da radiação solar.

A escolha apropriada do substrato é de suma importância para produção de mudas de qualidade. As características físicas do substrato são relativamente mais importantes que as químicas, pois sua composição não pode ser facilmente mudada no viveiro. Os atributos físicos de maior importância para determinar o manejo dos substratos são os seguintes: tamanho das partículas, porosidade, densidade global, densidade de partículas, capacidade de recipiente (DIAS; MELLO, 2009).

A necessidade de avaliar substratos localizados nas diferentes regiões do país e torná-los disponíveis como base agrícola é fundamental. Segundo Caldeira *et al.* (2013a) o aproveitamento de resíduos da agroindústria, como componente de substratos, pode garantir a

obtenção de um material alternativo, de baixo custo, fácil disponibilidade e ainda auxiliar na redução do acúmulo no ambiente.

#### **2.4 Importância do substrato na produção de mudas de cafeeiro**

O substrato pode ser definido como qualquer material que seja usado para desenvolvimento das raízes e que influencia no aporte das mudas cultivadas até sua completa formação ou cultivo. O substrato pode ser compreendido não apenas como base física mas também como fornecedor de nutrientes para a muda em formação (CAMPANHARO *et al.*, 2006).

Atributos físicos como porosidade, retenção da umidade, densidade e disponibilidade de nutrientes garantem o desenvolvimento da muda com qualidade. O substrato deve reunir características físicas e químicas superiores a do solo, estabelecendo sustentação mecânica do sistema radicular retenção de umidade. Também de ser isento tanto de elementos minerais ou qualquer outra substância em concentração tóxica, quanto de fitopatógenos, pragas, sementes e/ou plantas indesejáveis (SOUZA, 2000; CUNHA *et al.*, 2006).

A produção de mudas tem por finalidade garantir o desenvolvimento de uma planta com qualidade em curto período de tempo e de baixo custo. A qualidade física do substrato é importante, por ser utilizado no estágio de desenvolvimento em que a planta é muito suscetível ao ataque por microrganismos e pouco tolerante ao déficit hídrico. Segundo Trani *et al* (2007) o pH, a capacidade de troca catiônica (CTC), a salinidade e o teor de matéria orgânica constituem as principais propriedades químicas consideradas na caracterização de um substrato.

A escolha de misturas adequadas que sirvam de suporte para o desenvolvimento das plantas, deve ser planejado de acordo com a disponibilidade da região. A necessidade de avaliar substratos localizados nas diferentes regiões do país e torná-los disponível como base agrícola é primordial, pois o uso dos resíduos orgânicos no arranjo dos substratos significa uma alternativa para reuso de resíduos agroindustriais (CALDEIRA, 2013b; SERRANO *et al.*, 2006)

#### **2.5 Silicato de alumínio (resíduo sólido)**

O lítio é um elemento que apresenta elevado interesse comercial, por apresentar características que permitem sua utilização na indústria de medicamentos, no uso de bateria de íon, na formulação de tintas, colas, borrachas entre outros. Poucos minérios na natureza

contêm teores de lítio disponível, o espondumênio ( $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ ) é o mais importante devido sua abundância na natureza, e por apresentar maior concentração de lítio. Fato que se torna tornando-o ideal para extração desse metal (PAZ; ANGÉLICA; NEVES, 2010).

Segundo a Mineradora Vale do Juquiá (2015), a reserva brasileira de lítio é responsável por 1,5% do valor mundial, sendo a 4ª maior do mundo. Para cada tonelada de lítio extraída, são geradas oito toneladas de silicato de Alumínio.

Para extração de Lítio, silicato de Alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 4\text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$ ) é submetido a altas temperaturas e a ação do ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). (Braga *et al.*, 2015). O silicato de alumínio é um produto mineral encontrado na forma de pó branco, fino, de constituição inorgânica, quimicamente inerte, insolúvel e inodora, beneficiado em diversas faixas granulométricas de acordo com a aplicação desejada, possui elevado poder de cobertura, opacidade, elevada alvura, resistência à abrasão e de fácil dispersão, as características químicas deste composto estão descritas na tabela 1.

**Tabela 1.** Composição química do silicato de alumínio.

SiO <sub>2</sub>	LiO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CoO	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Outros elementos
----- % -----												
64,0	1,00	0,47	0,35	0,13	3,61	18,65	0,49	0,00	0,10	0,00	0,05	11,15

Fonte: Adaptada de Castro *et al.* (2015).

O silicato de alumínio é utilizado na composição de tintas e vernizes por conferir uniformidade no acabamento e resistência a lavabilidade (Minérios Ouro Branco LTDA., 2017). Esse composto possui características físicas próximas a das argilas, que o torna conveniente e versátil, podendo ser aplicado nos mais diversos processos. A uniformidade na sua estrutura e seu alto grau de pureza pode ter influência na estrutura e/ou na textura do substrato.

Castro *et al.* (2016) ao estudarem a eficiência de doses de silicato de alumínio na composição do substrato para produção de mudas de *Corymbia citriodora* e ao avaliaram os parâmetros morfológicos das plantas. Os autores concluíram que a utilização desse resíduo como incremento ao substrato, não apresentou influências significativas, independente das doses utilizadas. Sendo assim, esses pesquisadores sugerem que o uso do silicato de alumínio na composição de substratos para referida espécie pode ser uma alternativa de destino adequado para este resíduo industrial.

Sabe-se da importância em avaliar o reuso e respectivamente o acondicionamento utilização dos resíduos. A reutilização de resíduos é uma opção satisfatória sob o ponto de vista econômico, ambiental e social, já que no sistema de reciclagem de resíduos do Brasil o principal destino são os aterros, que na maioria das vezes não atendem aos padrões ambientais exigidos por lei (GOUVEIA, 2012).

Um exemplo da reutilização de resíduos difundido mundialmente é o uso de lixos orgânicos urbanos e o lodo de esgoto como fertilizantes e/ou condicionadores do solo. Há resíduos que também são gerados pela indústria de açúcar e álcool, como torta de filtro, fuligem e vinhaça, que são reutilizados nas áreas agrícolas das próprias usinas (ROSSOL *et al.*, 2012).

O uso de componentes alternativos na preparação dos substratos pode diminuir os custos de produção de mudas, principalmente aqueles relacionados aos gastos com insumos externos. Porém devem comportar condições adequadas para a espécie fornecendo umidade, aeração e nutrientes as plantas. Atendendo, assim a crescente necessidade de reciclagem e minimizando o problema de descarte dos resíduos industriais e urbanos, reutilizando de maneira racional e ecológica (PIRES; MATTIAZZO, 2008).

### **3. MATERIAL DE MÉTODOS**

O experimento foi realizado em banca suspensa no viveiro na área experimental do laboratório de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, no município de Montes Claros, norte do Estado de Minas Gerais, longitude de 43°50'18.31"W, na latitude de 16°40'59.22"S e a 650 m de altitude. O clima da região é classificado por Köppen, como Aw – tropical de savana (ALVAREZ *et al.*, 2013). O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com 6 repetições. Os tratamentos consistiram de doses de silicato de alumínio nas proporções de 0% (Testemunha), 20%, 30%, 40% e 50% do volume de substrato total de cada repetição de 600 mL.

A semeadura foi efetuada em julho, diretamente em saquinhos de polietileno (600 mL), semearam-se duas sementes por recipiente, preenchidos com substrato composto por terra de subsolo, esterco bovino curtido e areia na proporção de 3:1:1, como suplemento da adubação adiciona-se superfosfato simples, 5,5 Kg por 1000 litros de substrato.

Aos 45 dias após a semeadura, foi efetuado o raleio, eliminando-se as mudas excedentes e mantendo-se apenas a plântula mais vigorosa em cada recipiente. Foram realizadas duas adubações de cobertura com Mono-Amônio-Fosfato (MAP) durante o ciclo.

Durante o período de produção, realizaram-se irrigações diárias das mudas mantendo-se a capacidade de campo do recipiente. As mudas permaneceram em ambiente com 80% de sombreamento durante quatro meses. No quinto mês o sombreamento foi reduzido em ambiente com 50%. No sexto mês realizou-se a aclimação das mudas.

Aos 180 dias após semeadura realizou-se as avaliações dos parâmetros morfológicos das mudas, altura da parte aérea (H), o diâmetro do coleto (DC), biomassa seca total (BST), biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa seca das raízes (BSR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD). A altura da parte aérea foi determinada a partir do nível do substrato até o ápice do caule (Gema Apical) e o diâmetro do coleto foi medido ao nível do substrato. As raízes foram retiradas do substrato de cada tratamento, em seguida, foram lavadas em água corrente e enxugadas em papel toalha. As determinações dos pesos da biomassa seca da parte aérea (BSPA) e do peso da biomassa seca das raízes (BSR) foram efetuadas a partir do material seco em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até atingirem peso constante, em seguida as amostras foram pesadas em balança de precisão. O peso da biomassa seca total (BST) foi determinado a partir da soma dos pesos citados. O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi obtido em função da altura da parte aérea (H), do diâmetro do coleto (DC), do peso da biomassa seca da parte aérea (BSPA) e do peso da Biomassa seca das raízes (BSR), por meio da fórmula (Dickson et al., 1960):

$$IQD = \frac{BST (g)}{H (cm) / DC(mm) BSPA (g) / BSR (g)}$$

Os dados foram submetidos á análises, de variância pelo teste F, a 5% de probabilidade, e quando significativo ajustou se equações de regressão

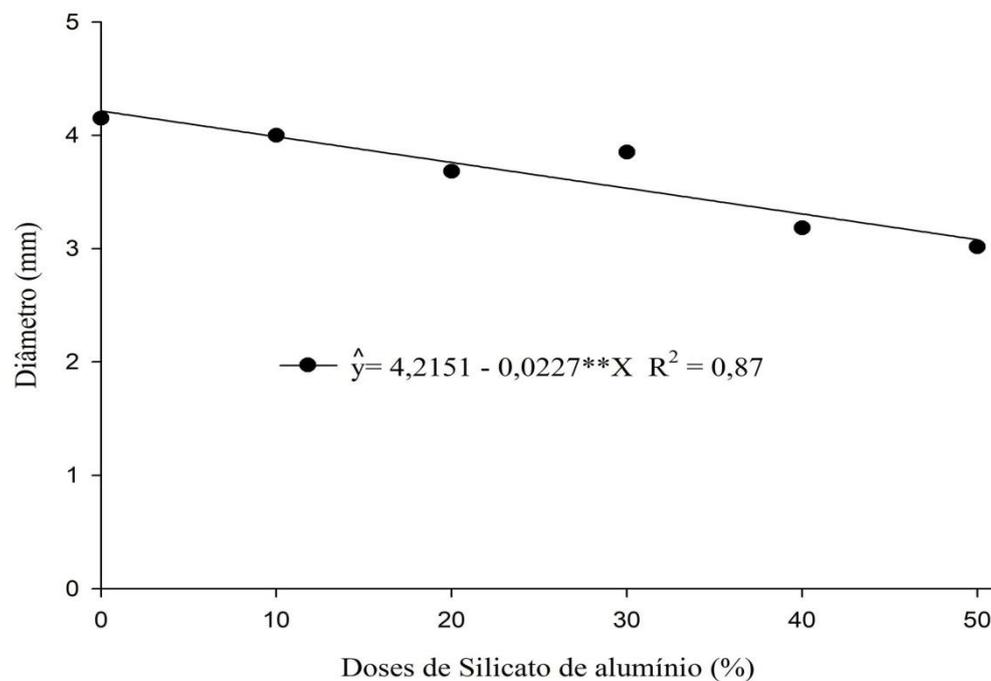
#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A adição de silicato de alumínio ao substrato promoveu redução do crescimento ( $p \leq 0,05$ ), das mudas em relação ao tratamento que não houve adição desse resíduo. Pode-se verificar que o aumento das doses promoveu efeito negativo para todos os parâmetros avaliados, (altura da parte aérea, o diâmetro do coleto, biomassa seca da parte aérea, biomassa seca das raízes BSR e o índice de qualidade de Dickson). Infere-se que o silicato de alumínio por ser um material inerente, reduziu a disponibilidade de nutrientes para o crescimento e

desenvolvimento das mudas, uma vez que sua adição foi estabelecida em função do volume total do recipiente. Fato não observado na testemunha (que há 100% substrato convencional) que dispunha de maior quantidade de nutrientes para absorção pelas raízes.

As mudas de cafeeiro apresentaram decréscimo no diâmetro do coleto com o aumento das doses de silicato de alumínio, onde se verificou efeito linear decrescente deste parâmetro em função das doses do resíduo no substrato (GRÁFICO 1). As mudas cultivadas na ausência do silicato apresentaram diâmetro médio de 4,15 mm, que foi 27% superior ao obtido nas mudas cultivadas com 50% de silicato no substrato.

**Gráfico 1.** Diâmetro do coleto (DC) de mudas de *Coffea arabica* em função da adição de silicato de alumínio no substrato.



Fonte: Do autor, 2016.

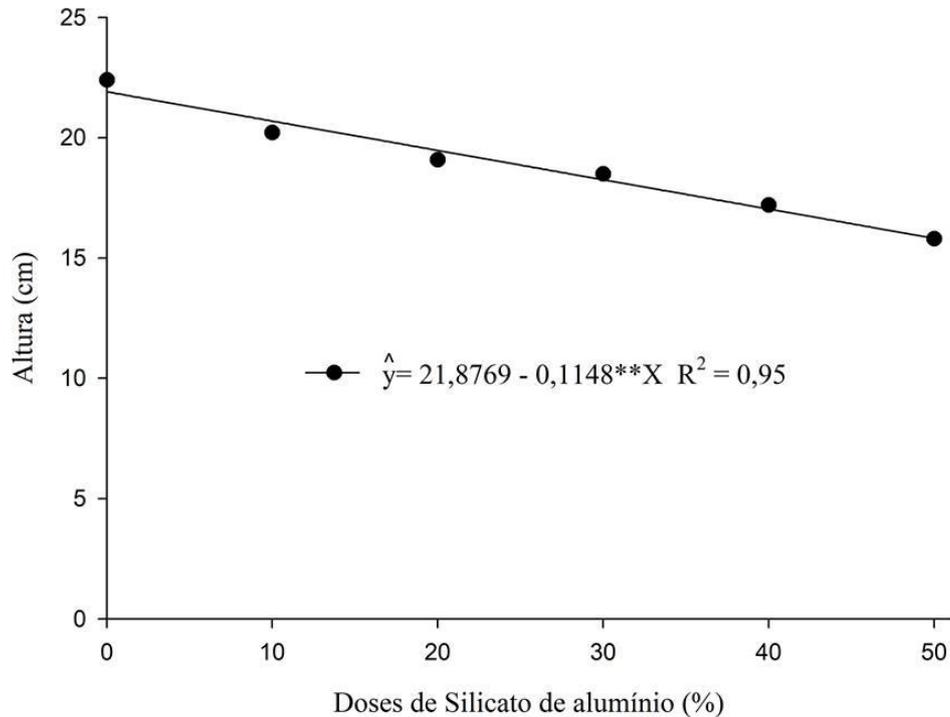
As mudas de cafeeiro para serem transferidas ao campo necessitam de possuir elevado vigor. Esse vigor pode ser expresso por características como altura, diâmetro, desenvolvimento radicular e índice de qualidade de Dickson. Mudanças com diâmetro adequado conferem resistência ao tombamento pelo vento e bom desenvolvimento inicial no campo (PEREIRA *et al.*, 2013). Nasser *et al.* (2009) afirma que mudas de cafeeiro com diâmetro de 2,82 mm são adequadas para o transplante. Nesta pesquisa, esse valor foi obtido em todos os

tratamentos avaliados. Isso sugere que embora tenha ocorrido redução do diâmetro nas maiores doses de silicato as mudas ainda são consideradas adequadas ao transplântio.

Sabe-se que as estruturas físicas e químicas do substrato influenciam a dinâmica da movimentação de água e sais. Em estudos realizados por Castro *et al.*(2016) no qual utilizaram recipientes com volume de 100 cm<sup>3</sup> e doses crescentes de até 20% do volume total, verificam-se que, independentemente da dose utilizada, não houve influência no diâmetro das mudas de *Corymbia citriodora*. Entretanto, com os dados obtidos neste trabalho, foi possível observar aptidão do uso deste resíduo em substratos. A testemunha apresentou resultados estatisticamente superiores, em relação às maiores concentrações (GRÁFICO 1). Embora a aplicação de doses crescentes de silicato tenha promovido a redução do diâmetro das mudas de cafeeiro, evidenciou-se que a aplicação da maior dose de silicato proporciona bons resultados para a característica avaliada.

As mudas de cafeeiro também apresentaram decréscimo na altura com o aumento das doses de silicato de alumínio, onde se verificou resultado linear decrescente deste parâmetro em função das doses do resíduo no substrato (GRÁFICO 2). As mudas cultivadas na ausência do silicato apresentaram altura média de 22,4 cm, que teve 21, % superior ao obtido nas mudas cultivadas com 50% de silicato no substrato.

**Gráfico 2.** Altura (H) de mudas de *Coffea arábica* em função da adição de silicato de alumínio no substrato.



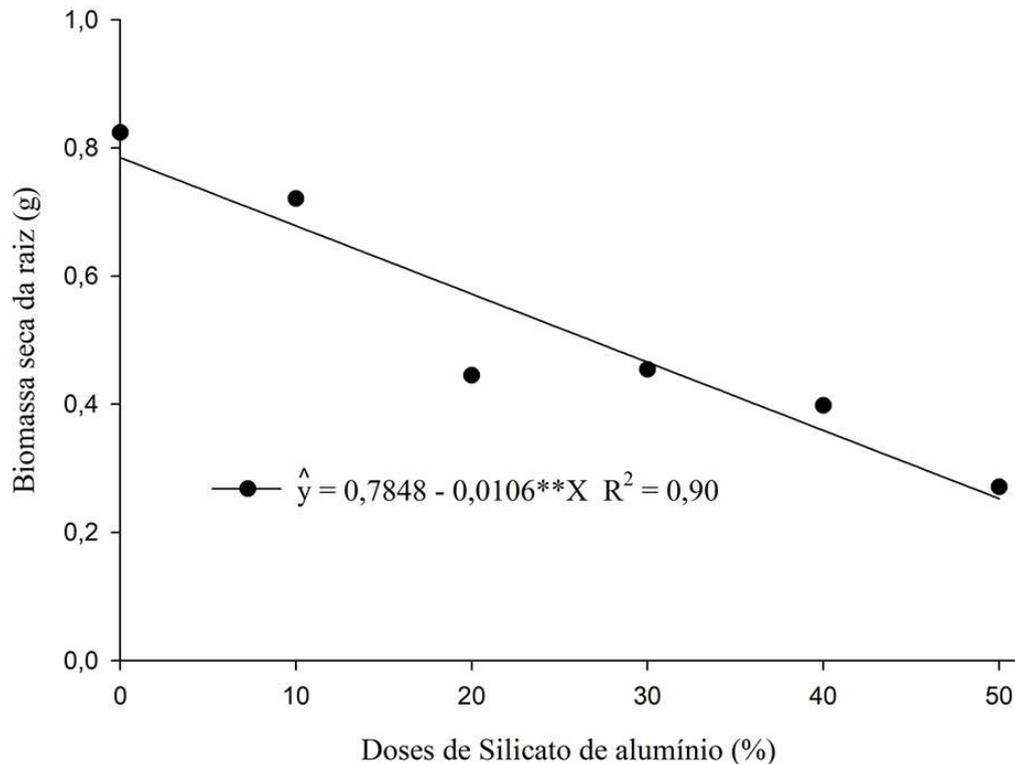
Fonte: Do autor, 2016.

Para produção de mudas de modo geral, não há um substrato isolado que satisfaça todas as condições necessárias e garanta o crescimento satisfatório das mesmas. Desta forma, é sempre aconselhável utilizar componentes de substrato em forma de mistura, já que os mesmos podem apresentar características indesejáveis à planta, quando usados isoladamente (Caldeira *et al.* 2013a). O resultado obtido (GRÁFICO 02) mostra que o crescimento das mudas, foi maior no substrato com ausência do silicato de alumínio. Resultados encontrados por Silva *et al.* (2010), testando o composto de bagaço de cana-de-açúcar e torta de filtro, proporcionou melhores médias de altura em relação ao substrato comercial. Marana *et al.* (2008) obtiveram resultados semelhantes trabalhando com Plantmax (substrato comercial) na produção de mudas de cafeeiro em tubetes. Os autores relatam que o melhor desenvolvimento das mudas quando este substrato foi adubado. Como o silicato de alumínio oferece poucos nutrientes, se faz necessário complementar a adubação nutricional para obter bom desenvolvimento das mudas.

As raízes das mudas de cafeeiro apresentaram, decréscimo na biomassa seca das raízes (BSR) em função do aumento das doses de silicato de alumínio, onde se verificou efeito linear decrescente deste parâmetro em função das doses do resíduo no substrato (GRÁFICO 3). As

plantas cultivadas na ausência de silicato foram 32,9 % superior ao obtido nas mudas cultivadas com a dosagem máxima residuo.

**Gráfico 3.** Biomassa seca das raízes (BSR) de mudas de *Coffea arabica* em função da adição de silicato de alumínio no substrato.



Fonte: Do autor, 2016.

Com o desenvolvimento das mudas, as quantidades exigidas de nutrientes também aumentam. Entretanto o silicato é pobre em nutrientes, afetando o desenvolvimento radicular. Os maiores valores de biomassa seca da raiz (BSR) foram encontrados na dose zero (Testemunha), quando se compara a dose máxima, entende-se que a crescente concentração de silicato de alumínio ao substrato convencional, não promoveu um adequado desenvolvimento do sistema radicular. De acordo com Delarmelina *et al.* (2013), raízes de plantas jovens respiram intensamente e para essas raízes, o oxigênio necessário para o processo respiratório, advém do próprio substrato. Com isso infere-se que há a necessidade dos substratos apresentarem boa aeração para maior crescimento das raízes. Os substratos que apresentaram maior biomassa seca radicular forneceram boa porosidade e aeração para o crescimento das raízes, além de uma baixa densidade e pouca resistência ao crescimento radicular. O substrato convencional utilizado é composto de esterco e terra (1:3).

Oliveira *et al.* (2008) ao avaliarem o desenvolvimento de quatro espécies florestais, em diversas combinações materiais de origem orgânica (húmus de minhoca, esterco de gado curtido, esterco de galinha, turfa, casca de amendoim processada, casca de arroz carbonizada e palha de cafeeiro) constataram que o substrato contendo esterco bovino apresentou melhores resultados de massa seca de raízes para produção de mudas de *Schinus terebinthefolius*, *Eucalyptus urophylla* e *Cedrela fissilis*.

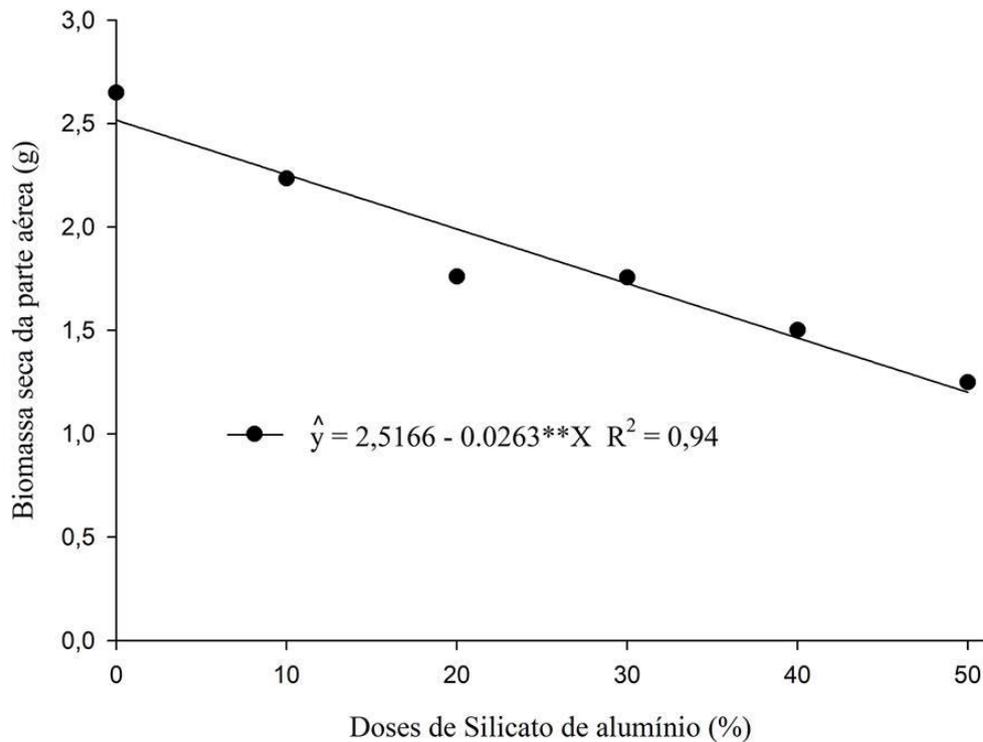
Caldeira *et al.* (2013b) ao avaliar em três estudos o uso de vermiculita incorporado ao substrato comercial, sugerem o uso de outra forma de incorporação do material, dependendo da forma como for usado, provável melhora no ganho em BSR.

Henrique *et al.* (2011) obtiveram médias em seus estudos de 0,5 gramas de biomassa seca de raiz em mudas de cafeeiro testando níveis de sombreamentos.

Entretanto o resíduo evidencia o efeito da restrição radicular, ainda sim outras misturas que utilizem do silicato de alumínio com diferentes produtos podem apresentar alternativas mais bem sucedidas do que a forma testada no presente estudo.

As mudas de cafeeiro apontaram decréscimo na biomassa seca da parte aérea (BSPA) com incremento das doses de silicato de alumínio, onde se conferiu resultado linear decrescente deste parâmetro em função das doses do resíduo no substrato (GRÁFICO 4). As mudas cultivadas na ausência do silicato apresentaram biomassa média de 2,65 gramas, que expressou 46,79 % superior ao obtido nas mudas cultivadas com 50% de silicato no substrato.

**Gráfico 4.** Biomassa seca da parte aérea (BSPA) de mudas de *Coffea arabica* em função da adição de silicato de alumínio no substrato.



Fonte: Do autor, 2016.

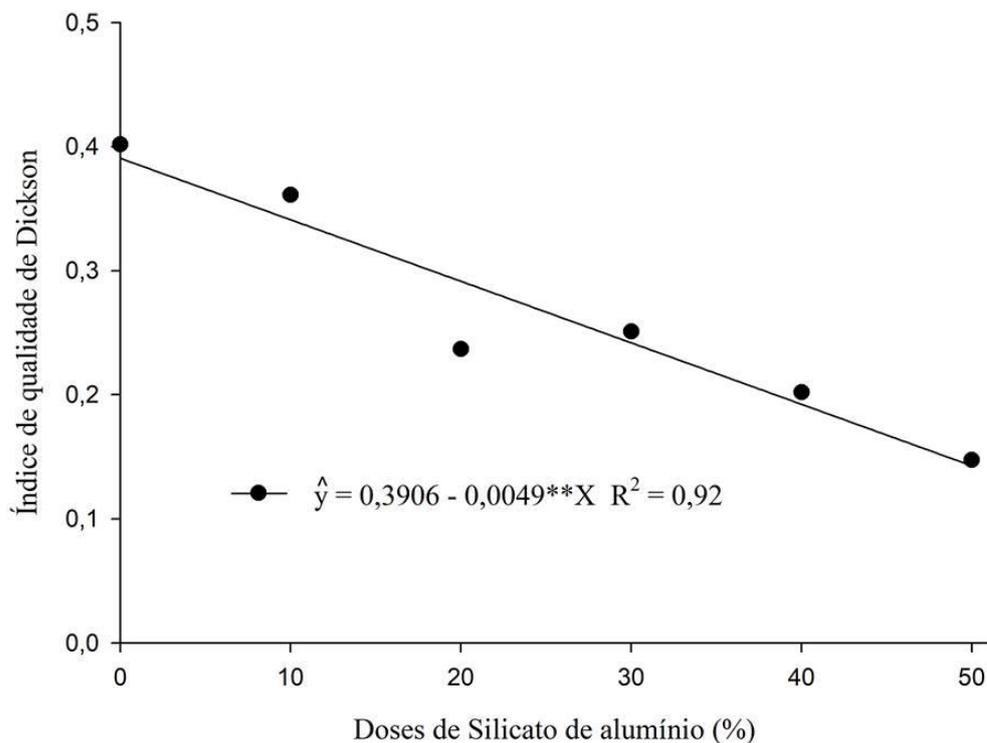
As mudas que apresentam boa relação entre parte aérea e sistema radicular encontram-se em melhores condições para superar estresses ambientais, garantindo maiores taxas de sobrevivência e crescimento inicial após o plantio (FREITAS *et al.*, 2005). Mesmo que esta análise seja destrutiva, este parâmetro assim como a altura, o diâmetro do colo também expressa um dos mais importantes parâmetros morfológicos para estimar o crescimento de mudas. Muitas vezes se utiliza a combinação da altura e diâmetro gerando um índice que fornece informações sobre quanto a muda está delgada (GOMES *et al.*, 2002).

O comportamento observado na dose máxima de 50% resultou em plantas com menor produção de biomassa seca da parte aérea (GRÁFICO 4). CASTRO *et al.* (2016) observaram uma redução da produção de biomassa fresca da parte aérea, com o aumento das proporções de silicato de alumínio. Os autores relatam uma produção da biomassa da parte aérea que variou de 4,9323 g na testemunha para 4,41 quando se utilizou 20% de silicato de alumínio incorporado ao substrato com recipientes com volume de 100 cm<sup>3</sup>, ocorrendo uma redução de 11%, resultados do mesmo estudo evidenciam a redução do número de folhas, a partir de

12,2% do resíduo. Pressupõe-se, portanto, que o papel do Silicato de alumínio como substrato se tornou aparente responsável pela produção de BSPA das plantas. A ausência de fonte orgânica para a composição de substrato condiciona menor desenvolvimento da parte aérea e raiz das mudas (CUNHA *et al.*, 2006).

As mudas de cafeeiro apresentaram decréscimo no índice de qualidade de Dickson (IQD) com incremento das doses de silicato de alumínio, onde se verificou resultado linear decrescente deste parâmetro em função das doses do resíduo no substrato (GRÁFICO 05). As mudas cultivadas na ausência do resíduo apresentaram media superior aos demais tratamentos de 0,40, mudas com 50% de silicato no substrato expressaram redução de aproximadamente 63% do IQD.

**Gráfico 5.** Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Coffea arabica* em função da adição de silicato de alumínio no substrato.



Fonte: Do autor, 2016.

O IQD por meio de uma fórmula balanceada que inclui as relações dos parâmetros morfológicos, como biomassa seca total, biomassa seca da parte aérea, biomassa seca das raízes, altura de parte aérea e diâmetro do coleto. É bom indicador da qualidade das mudas,

pois considera, para o seu cálculo, a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda, sendo ponderados vários parâmetros importantes (HUNT, 1990). Porém estudos mostram que este parâmetro pode ser variável em função da idade e espécie da muda, manejo, substrato e volume de recipiente. Castro *et al.* (2016), estudando doses de silicato de alumínio na produção de mudas em tubete de *Eucalyptus*, concluíram que as doses crescentes de até 20% em tubetes de 100cm<sup>3</sup>, não alteram estaticamente quando comparadas com mudas produzidas sem adição do silicato ao substrato. É possível observar (GRÁFICO 5) que o tratamento com menor dose de silicato de alumínio, onde as mudas de *Coffea* arábica receberam somente 30 ml de silicato, apresentaram médias acima de 0,30 para o índice de Dickson, desta forma o substrato com 10% de silicato de alumínio proporcionou qualidade de acordo com o padrão citado por Pereira et al. (2013). Dardengo *et al.*(2013) relata medias entre 0,34 a 0,54 para IQD em avaliações de mudas de cafeeiro conilon em diferentes recipientes e níveis de sombreamento. Rosa *et al.*(2017) em estudos com atividade da enzima endo- $\beta$ -mananase em sementes de cafeeiro submetidas a diferentes tipos de processamentos e graus de umidade, ponderaram como valor mínimo para a qualidade de mudas IQD de 0,20, valor apresentado apenas nos tratamentos com dose menores que 40%.

Apesar dos resultados obtidos, apresentarem uma regressão linear decrescente quanto a adição de silicato de alumínio, este resultado é condizente, uma vez que o maior volume do substrato convencional usado (que contem 75 % de esterco bovino) disponibilizou mais nutrientes, já que a adubação foi calculada com base no volume total do substrato.

## 5. CONCLUSÃO

O uso do silicato de alumínio para composição do substrato sugere-se um aumento na dosagem da adubação, pois promove reduções no desenvolvimento morfológico de mudas de cafeeiro. A utilização de menores doses do resíduo, mesmo resultando em decréscimo linear, proporciona crescimento satisfatório em altura, diâmetro do coleto e biomassa seca da parte aérea e raiz. Quanto ao IQD apenas a dose máxima não proporcionou IQD satisfatório o que confere o silicato de alumínio potencial para ser estudado quanto a aplicação sustentável na composição do substrato.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES C. A.; STAPE J. L.; SENTELHAS P.C.; GONÇALVES J.L.M.; SPAROVEK G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift** 2013; 22(6): 711-728. [http:// dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2017/0507](http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2017/0507).
- ANDOLFI, P. F.; ROCHA, R. S.; AZEVEDO, L. de S.; ZACARIAS, A. J.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de; JAEGGI, M. E. P. da C.; SOUZA, A. O. Produção de mudas de cafeeiro arábica em diferentes substratos. In: Semana acadêmica do curso de agronomia do CCAE/UFES, 28, 2017, Vitória. **Anais eletrônicos**. Vitória: UFES, 2017. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufes.br/SEAGRO/article/view/17456/12031>>. Acesso em: 20 de setembro de 2017.
- AZEVEDO, J. M. G. de; REIS, E. F. dos; TOMAZ, M. A.; GARCIA, G. de O.; NOGUEIRA, N. O.; DARDENGO, M. C. J. D. Índices de qualidade e crescimento de mudas de cafeeiro Conilon sob irrigação e hidrorretentor. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 3, p. 432-439, mai. 2014.
- BARATA, M. S.; ANGÉLICA, R. S. Caracterização dos resíduos caulínicos das indústrias de mineração de caulim da amazônia como matéria-prima para produção de pozolanas de alta reatividade. **Cerâmica**, São Paulo, v. 58, n. 345, p. 35-42, mai. 2012.
- BARROS, R. E. **Dinâmica de picloram + 2,4-D sob influência de biochar, biossólido e silicato de alumínio no solo**. 2017. 85 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.
- BARTH, G. M. P. A leitura do cafeeiro: suas possíveis relações matemáticas e a perspectiva de gênero. **Educar**, Curitiba, v. 25, n. 35, p. 153-164, dez. 2009.
- BOTELHO, C. E.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P.; CARVALHO, G. R.; GONÇALVES, F. M. A.; CARVALHO, A. M. Avaliação de progênies de cafeeiro obtidas por cruzamentos das cultivares Icatu e Catimor. **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 10-19, jan.-jun. 2007.
- BRAGA, P.F.A.; FRANÇA, S.C.A.; SILVA, T.T.; ROSALES, G.D. Uma alternativa para extração de lítio de pegmatitos. In: Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, 26, 2015, Poços de Caldas. **Anais eletrônicos**. Catalão: UFG, 2015. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/images/congressos/2015/CAC00230015.pdf>>. Acesso em: 18 outubro 2017.
- CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; FARIA, J. C. T.; JUVANHOL, R. S. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 31-39, mai. 2013a.
- CALDEIRA, M. V.; DELARMELINA, W. M.; PERONI, L. GONÇALVES, E. de O.; SILVA, A. G. da. Lodo de esgoto e vermiculita na produção de mudas de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 155-163, abr.-jun. 2013b.

CAMPANHARO, M.; RODRIGUES, J. J. V.; LIRA JUNIOR, M. de A.; ESPINDULA, M. C.; COSTA, J. V. T. da. Características físicas de diferentes substratos para produção de mudas de Tomateiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 2, p. 140-145, abr.-jun. 2006.

CARVALHO, G. R.; MENDES, A. N. G.; BARTHOLO, G. F.; CEREDA, G. J. Comportamento de progênies de cafeeiro cultivar Mundo Novo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 853-860, set.-out. 2006.

CASTRO, E. B.; SANTOS, L. D. T.; FERNANDES, L. A.; TAJIMA, C. Y. Silicato de alumínio em substrato para produção de mudas de *Corymbia citriodora*. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p. 229-236, mar. 2016.

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

DARDENGO, M. C. J. D.; SOUSA, E. F. de; REIS, E. F. dos; GRAVINA, G. de A. Crescimento e qualidade de mudas de cafeeiro conilon produzidas em diferentes recipientes e níveis de sombreamento. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 4, p. 500-509 out.-dez. 2013.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. de O.; ROCHA, R. L. F. Diferentes substratos para a produção de mudas de *Sesbania virgata*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 224-233, mar. 2014.

DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. de O. Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 7, n. 2, p. 184-192, mai.-ago. 2013.

DIAS, F. P.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S.; CARVALHO, S. P. de; BOTELHO, C. E.; RASO, B. de S. M. Caracterização de progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) selecionadas em Minas Gerais: I – caracteres relacionados ao crescimento vegetativo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 52, n. 299, p. 73-83, mai. 2005.

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

DURÁN, C. A. A.; TSUKUI, A.; SANTOS, F. K. F.; MARTINEZ, S. T.; BIZZO, H. R.;

FARIA, A. C. dos S.; MANOLESCU, F. M. K. A produção de cafeeiro no Brasil. **Revista Univap**, São José dos Campos, v. 11, n. 1, p. 621-626, out. 2004.

FONSECA, E. de P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, nov. 2002.

FREITAS, T. A. S. de; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. de A.; PENCHEL, R. M.; LAMÔNICA, K. R.; FERREIRA, D. de A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 853-861, nov. 2005.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664, dez. 2002.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, abr. 2012.

HENRIQUE, P. de C.; ALVES, J. D.; DEUNER S.; GOULART, P. de F. P.; LIVRAMENTO, D. E. do. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de mudas de cafeeiro cultivadas sob telas de diferentes colorações. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 46, n. 5, p. 458-465, mai. 2011.

HILDEBRANDO, E. A.; ANGÉLICA, R. S.; NEVES, R. F.; VALENZUELA-DIAZ, F. R. Síntese de zeólita do tipo faujasita a partir de um rejeito de caulim. **Cerâmica**, São Paulo, v. 58, n. 348, p. 453-458, mai. 2012.

HUNT, G. A. **Effect of Styroblock Design and Copper Treatment on Morphology of Conifer Seedlings**. [S.l.: s.n.], 1990.

KRUG, C. A.; CABVALHO, A.; MENDES, J. E. T. Taxonomia de *Coffea arabica* L.: III — *coffea arabica* l. var. *anormalis*. **Bragantina**, São Paulo, v. 10, n. 11, p. 335-343, nov. 1950.

MALAVOLTA, E.; FAVARIN, J. L.; MALAVOLTA, M.; CABRAL, C. P.; HEINRICHS, R.; SILVEIRA, J. S. M. Repartição de nutrientes nos ramos, folhas e flores do cafeeiro. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 1017-1022, jul. 2002.

MARANA, J. P.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E. de P.; KAINUMA, R. H. Índices de qualidade e crescimento de mudas de cafeeiro produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 39-45, jan.-fev. 2008.

NASSER, M. D.; LIMA JÚNIOR, S. de; GALLO, P. B.; PAULO SERGIO DE SOUZA, P. S. de; BREDA JÚNIOR, J. M. Desenvolvimento e qualidade de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* l.) produzidas em sacola plástica convencional, tubete e sacola de tnt. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafeeiros do Brasil, 6, 2009, Vitória. **Anais eletrônicos**. Brasília: Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Cafeeiro, 2009. Disponível em: <[http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb\\_anais/simposio6/46.pdf](http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio6/46.pdf)>. Acesso em: 10 agosto 2017.

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

PAZ, S. P. A.; ANGÉLICA, R. S.; NEVES, R. de F. Síntese hidrotermal de sodalita básica a partir de um rejeito de caulim termicamente ativado. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 579-583, fev. 2010.

PERREIRA, L. R.; MARCILO, G. S.; MOTA, F. M.; SANT'ANA, B. T.; DARDENGO, M. C. J. D. Qualidade de mudas do cafeeiro conilon vitória produzidas em viveiros do sul capixaba. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.9, n.17; p. 2213-2220, dez. 2013.

PIRES, A. M. M.; MATTIAZZO, M. E. Avaliação da Viabilidade do Uso de Resíduos na Agricultura. Circular Técnica n. 19, Embrapa – Meio Ambiente, Jaguariúna, nov. 2008.

REZENDE, C. M. CAFEEIRO: aspectos gerais e seu aproveitamento para além da bebida. **Revista virtual de química**, Niterói, v. 9, n. 1, p. 107-134, fev. 2017.

ROSSOL, C. D.; SCALON FILHO, H.; BERTÉ, L. N.; JANDREY, P. E.; SCHWANTES, D.; GONÇALVES JUNIOR, A. C. Caracterização, classificação e destinação de resíduos da agricultura. **Scientia Agraria Paranaensis**, Cascavel, v. 11, n. 4, p.33-43, fev. 2012.

SERRANO, L. A. L.; SILVA, C. M. M.; OGLIARI, J.; CARVALHO, A. J. C.; MARINHO, C. S.; DETMANN, E. Utilização de substrato composto por resíduos da agroindústria canavieira para produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista brasileira de fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 487-491, dez. 2006.

SILVA, J. I.; VIEIRA, H. D.; VIANA, A. P.; BARROSO, D. G. Desenvolvimento de mudas de *Coffea canephora* pierre ex A. froehner em diferentes combinações de substrato e recipiente. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 38-48, jan.-abril. 2010.

SOUZA, A. F.; CAPUCHO, A. S.; BARBOSA, J. C.; VALE, F. X. R.; MANTOVANI, E. C.; ZAMBOLIM, L. **Controle integrado da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk e Br.)**. [S.l.: s.n.], 2005.

SOUZA, F.X. de. **Materiais para formulação de substratos na produção de mudas e no cultivo de plantas envasadas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000.

TATAGIBA, S. D.; PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, E. F. dos. Crescimento vegetativo de mudas de cafeeiro arábica (*Coffea arabica* L.) submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 3, p. 251-261, set.-dez. 2010.

TAUNAY, A. de E. **História do cafeeiro no Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Departamento Nacional do Cafeeiro, 1939. 482 p.

TRANI, P. E.; FELTRIN, D. M.; POTT, C. A.; SCHWINGEL, M. Avaliação de substratos para produção de mudas de alface. **Horticultura brasileira**, Brasília v. 25, n. 2, abr.-jun. 2007.

VALLONE, H. S. **Produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes com polímero hidrotentor, diferentes substratos e adubações**. 2003. 75 f. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

VALLONE, H. S.; GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S.; DIAS, F. P.; CARVALHO, A. M. Recipientes na produção de mudas e no desenvolvimento inicial de cafeeiros após o plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1327-1335, set.-out. 2009.

VALLONE, H. S.; GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S.; CUNHA, R. L.; DIAS, F. P. Diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de cafeeiros. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 55-60, jan.-fev. 2010.

VALLONE, H. S.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S.; CARVALHO, J. de A.; FERREIRA, R. de S.; OLIVEIRA, S. Substituição do substrato comercial por casca de arroz carbonizada para produção de mudas de cafeeiro em tubetes na presença de polímero hidrorretentor. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 593-599, mai.-jun. 2004.

WAGNER JÚNIOR, A.; ALEXANDRE, R. S.; NEGREIROS, J. R. da S.; PIMENTEL, L. D.; SILVA, J. O. da C.; BRUCKNER, C. H. influência do substrato na germinação e desenvolvimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg). **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 643-647, jul.-ago. 2006.