



**BRUNO ALMEIDA MELO**

**INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM PLANTAS DE  
CRISÂNTEMO PELA APLICAÇÃO DE SILÍCIO  
NO MANEJO DE MOSCA-BRANCA *Bemisia  
tabaci* BIÓTIPO B (HEMIPTERA:  
ALEYRODIDAE)**

**LAVRAS - MG**

**2013**

**BRUNO ALMEIDA MELO**

**INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM PLANTAS DE CRISÂNTEMO PELA  
APLICAÇÃO DE SILÍCIO NO MANEJO DE MOSCA-BRANCA *Bemisia  
tabaci* BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de Mestre.

**Orientador**

Dr. Jair Campos Moraes

**LAVRAS - MG**

**2013**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Melo, Bruno Almeida de.

Indução de resistência em plantas de crisântemo pela aplicação de silício no manejo de mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) / Bruno Almeida de Melo. – Lavras : UFLA, 2013.

41 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Jair Campos Moraes.

Bibliografia.

1. Inseto-praga. 2. MIP. 3. Controle alternativo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 595.754

**BRUNO ALMEIDA MELO**

**INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM PLANTAS DE CRISÂNTEMO PELA  
APLICAÇÃO DE SILÍCIO NO MANEJO DE MOSCA-BRANCA *Bemisia  
tabaci* BIÓTIPO B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE)**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 22 de fevereiro de 2013.

Dra. Livia Mendes de Carvalho	EPAMIG
Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira	UFLA

Dr. Jair Campos Moraes  
**Orientador**

**LAVRAS - MG**

**2013**

À minha família.  
Aos meus amigos.  
Aos que acreditaram.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor Jair Campos Moraes pela orientação, confiança, paciência e principalmente pela amizade que cultivamos com sinceridade e harmonia.

À pesquisadora Lívia Mendes de Carvalho da EPAMIG, pelos conselhos e total apoio durante a realização dos experimentos.

Ao professor Luís Cláudio Paterno Silveira pela ajuda e incentivo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro do projeto.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia da UFLA.

A toda equipe da Fazenda Experimental Risoleta Neves (FERN) – EPAMIG.

Aos amigos de turma pela boa convivência, pelos debates e conselhos, dentro e fora da sala de aula.

A todos aqueles que participam das atividades do Departamento de Entomologia e contribuem para a construção de um ambiente saudável de trabalho.

Aos meus pais pelo apoio constante, incentivo e por acreditar que o conhecimento seja capaz de transformar e melhorar as pessoas.

## RESUMO

O crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) é uma planta ornamental cultivada mundialmente, sendo no Brasil uma das principais flores de corte e vaso. A mosca-branca *Bemisia tabaci* (Genn) biótipo B é uma das principais pragas no cultivo do crisântemo e seu controle tem sido realizado com a aplicação de inseticidas. No entanto, a aplicação exclusiva desse método de controle pode selecionar indivíduos resistentes e, conseqüentemente, inviabilizar a sua utilização. Por isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar se a aplicação de silício em crisântemo pode induzir resistência à mosca-branca. O experimento foi conduzido em casa de vegetação durante o período de março a junho. Foram avaliados o número de ovos e de ninfas de 3<sup>o</sup> e 4<sup>o</sup> instar, viabilidade de ovos, a produção de massa verde e seca da parte aérea e o teor de silício nas plantas. O silício não interferiu na preferência para oviposição da mosca-branca, todavia afetou o desenvolvimento das ninfas em testes com chance de escolha. Além disso, a aplicação foliar de silício reduziu a viabilidade dos ovos de mosca-branca. Em relação ao teor de silício, peso verde e seco das plantas não se verificou alterações significativas com a aplicação de silício. Portanto, o silício quando aplicado via foliar em crisântemo pode reduzir a viabilidade dos ovos e retardar o desenvolvimento de ninfas e, portanto, contribuir para o manejo integrado de mosca-branca em cultivos comerciais.

**Palavras-chave:** MIP. Controle Alternativo. Inseto-praga.

## ABSTRACT

The chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* Tzvelev) which is cultivated as an ornamental occurs worldwide and in Brazil is considered one of the most important ornamental plants. *Bemisia tabaci* is an increasingly important problem in chrysanthemum production and the dependence on chemical control has driven to resistance levels to many different insecticides. The present experiment was carried out in a greenhouse condition from March to June. We evaluate the effect of silicon as a resistance inducer of chrysanthemum to *B. tabaci*. Also the number of eggs and nymphs of the 3<sup>rd</sup> and 4<sup>rd</sup>, wet and dry weight of the aerial parts and Si content in the leaf tissue were evaluated. Silicon application did not affect the oviposition of the whitefly however altered the nymphs development in a free choice test. And also we verified that silicon applied via leaf reduced the whitefly eggs viability. There was no significant differences in the wet and dry weight of the plants and no effect on the silicon content among treatments. Thus the silicon applied via leaf can reduce eggs viability and affect nymph development of whitefly. These results suggest that silicon can contribute for whitefly management in chrysanthemum production.

**Keywords:** IPM. Alternative control. Insect-pest.



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Número médio de ovos e de ninfas de 3 <sup>o</sup> e/ou 4 <sup>o</sup> ínstars por folha ( $\pm$ ep) de mosca-branca <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B, em testes com chance de escolha, em plantas de crisântemo tratadas com silício (T. Max= ; T. min=; UR= ; São João Del Rei, maio/2012).....	28
Tabela 2	Número médio de ovos e de ninfas de 3 <sup>o</sup> e/ou 4 <sup>o</sup> ínstars por folha ( $m\pm ep$ ) de mosca-branca <i>Bemisia tabaci</i> biótipo B, em testes sem chance de escolha, em plantas de crisântemo tratadas com silício. (T. Max= ; T. min=; UR= ; São João Del Rei, maio/2012).....	30
Tabela 3	Porcentagem da viabilidade de ovos, ninfas e de adultos ( $m\pm ep$ ), em plantas de crisântemo tratadas com silício. (T. Max= ; T. min=; UR= ; São João Del Rei, junho/2012).....	31
Tabela 4	Peso verde e seco da parte área de plantas ( $m\pm ep$ ) e teor de silício em plantas de crisântemo tratadas com silício. (T. Max= ; T. min=; UR= ; São João Del Rei, junho/2012).....	32

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Crisântemo.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>A mosca-branca.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.1</b>	<b>Aspectos gerais de <i>Bemisia tabaci</i> Biótipo B .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Métodos de controle.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3</b>	<b>Silício.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Presença no solo e essencialidade.....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Absorção e acúmulo nos tecidos vegetais.....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Silício em ornamentais.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.4</b>	<b>Resistência abiótica e biótica.....</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Metodologia geral.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2</b>	<b>Plantas de crisântemo.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3</b>	<b>Criação de <i>B. Tabaci</i> Biótipo B.....</b>	<b>23</b>
<b>3.4</b>	<b>Tratamentos.....</b>	<b>23</b>
<b>3.5</b>	<b>Efeito da utilização do silício em plantas de crisântemo.....</b>	<b>24</b>
<b>3.5.1</b>	<b>Avaliação da preferência para oviposição e desenvolvimento de ninfas em teste com chance de escolha.....</b>	<b>24</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Avaliação da preferência para oviposição e desenvolvimento de ninfas em teste sem chance de escolha.....</b>	<b>25</b>
<b>3.5.3</b>	<b>Efeito do silício nos parâmetros biológicos de <i>B. Tabaci</i>.....</b>	<b>25</b>
<b>3.5.4</b>	<b>Avaliação da quantidade de matéria verde, seca e teor de silício nas plantas de crisântemo.....</b>	<b>26</b>
<b>3.6</b>	<b>Análise estatística.....</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1</b>	<b>Avaliação da preferência para oviposição e desenvolvimento de ninfas em teste com chance de escolha.....</b>	<b>28</b>
<b>4.2</b>	<b>Avaliação da preferência para oviposição e desenvolvimento de ninfas em teste sem chance de escolha.....</b>	<b>29</b>
<b>4.3</b>	<b>Efeito do silício nos parâmetros biológicos de <i>B. Tabaci</i>.....</b>	<b>30</b>
<b>4.4</b>	<b>Avaliação da quantidade de matéria verde, seca e teor de silício nas plantas de crisântemo.....</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>33</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O cultivo de plantas ornamentais no Brasil é uma atividade que vem crescendo a cada ano, sendo que em 2010 o setor de floricultura movimentou aproximadamente 3 bilhões de reais (AGRIANUAL, 2010). Neste contexto, observa-se que o avanço no setor de flores e ornamentais vem contribuindo para a garantia de empregos no campo, desenvolvimento de regiões e manutenção das pequenas e médias propriedades rurais (JUNQUEIRA; PEETZ, 2008).

De uma maneira geral, o mercado nacional de flores e ornamentais conta com uma variedade de espécies cultivadas, incluindo rosas, flores secas, orquídeas, gerânios, crisântemos etc. No entanto, uma análise nos dados de mercado deste setor permite inferir sobre a importância das espécies de crisântemo (*Dendranthema grandiflorum* Tzvelev), uma vez que essa espécie apresenta alto volume de vendas, assim como a possibilidade de vendas nas categorias flores de vaso e corte (IBRAFLOR, 2012).

Um grande problema enfrentado por produtores de crisântemo está relacionado ao controle de pragas. Atualmente, a mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) é um inseto-praga amplamente distribuído nos ambientes agrícolas que tem causado perdas expressivas em diversas culturas, incluindo cultivos comerciais de crisântemo. Isso ocorre devido ao alto potencial reprodutivo e ao hábito generalista que permite o desenvolvimento desse inseto em mais de 900 espécies de plantas, incluindo inúmeras ornamentais. Nos cultivos comerciais de crisântemo este inseto possui o status de praga-chave (GISD, 2007).

Relatos associados à redução na eficiência do manejo de insetos-praga por meio do controle químico estimulam a busca por métodos alternativos que contribuem para o manejo integrado de pragas. Diante disso, trabalhos de pesquisa têm identificado o potencial da indução de resistência por meio da

aplicação de silício como um método para a regulação de insetos-praga (GOUSSAIN et al., 2002; CORREIA et al., 2005; FERREIRA; MORAES; ANTUNES, 2011).

O silício pode induzir a formação de barreiras físicas, assim como mudanças químicas nas plantas que possivelmente afetam a biologia e o comportamento dos insetos. Por isso a utilização de fontes de silício visando o manejo de insetos-praga tem apresentado resultados satisfatórios em diferentes culturas. Por exemplo, a adição de silício em plantas de milho aumenta a mortalidade de lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Segundo os autores, a alta mortalidade ocorrida no 2<sup>o</sup> instar larval pode estar relacionado à maior rigidez da parede celular das folhas que receberam adubação com silício (GOUSSAIN et al., 2002).

No cultivo de espécies ornamentais, o silício também pode contribuir para redução de populações de insetos-praga. Segundo Polanczyk et al. (2008), plantas de crisântemo tratadas com escória siderúrgica, considerada uma fonte de silício, apresentaram uma menor suscetibilidade a mosca-minadora (*Liriomyza* spp.) (Diptera: Agromyzidae), uma vez que foi observada menor quantidade de larvas dos insetos nas folhas de crisântemo tratadas com esse material.

Portanto, tendo em vista a necessidade de identificar alternativas viáveis para o manejo de pragas e conhecendo o potencial do silício no controle de insetos por meio da indução de resistência de plantas, o objetivo geral do presente trabalho foi avaliar se a aplicação de silício em crisântemo pode induzir resistência à mosca-branca. Os objetivos específicos foram avaliar: 1) o efeito da aplicação de ácido silícico na preferência para oviposição de *B. tabaci* biótipo B; 2) a influência do silício sobre aspectos biológicos de *B. tabaci* biótipo B; 3) alterações na quantidade de matéria verde, seca e no teor de silício nos tecidos foliares de crisântemo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Crisântemo

*Dendranthema grandiflora* Tzelev, também conhecida por crisântemo, crisântemo-da-China, crisântemo-do-Japão, pertence à família Compositae (Asteraceae). É um grupo de herbáceas eretas, de 0,50 a 1,00 m de altura, originárias da China e do Japão (BARBOSA, 2003).

De acordo com Anderson (1987), as variedades comerciais de crisântemos que predominam no setor de flores são derivadas da espécie *Chrysantemum morifolium* Ramat., renomeada como *Dendranthema morifolium* (Ramat) Tzelev e reclassificada como *Dendranthema grandiflora* Tzelev.

Os fatores que fazem do crisântemo uma ornamental de sucesso são a grande diversidade de cultivares, inúmeras colorações e formas de inflorescências, diferentes portes e, principalmente, presença de mercado consumidor interno (BARBOSA, 2003). Outro fator importante no cultivo do crisântemo é a possibilidade de cultivo durante todos os meses do ano, apesar de um maior acúmulo de fitomassa no período de inverno (FERNANDES et al., 2007).

Para garantir uma planta de qualidade é fundamental que seja feita uma avaliação das condições climáticas do local, principalmente as relacionadas à temperatura, à umidade relativa e ao comprimento do dia. Em relação à qualidade final das plantas a utilização correta das estratégias de manejo de pragas e doenças tornou-se fundamental para manutenção dos índices crescentes de comercialização do crisântemo (BARBOSA, 2003).

Além disso, deve ser realizado um manejo adequado da cultura que resulte em maior viabilidade em relação ao tempo de prateleira e, deste modo, proporcionar um aumento no período de comercialização das plantas, uma vez

que as características visuais são mantidas por mais tempo (Van MEETEREN; van GELDER; van IEPEREN, 2005).

No que diz respeito às pragas associadas à cultura do crisântemo, destacam-se pulgões, tripses, ácaros, moscas-minadoras, nematoides e moscas-brancas. De uma maneira geral, o controle de pragas na cultura do crisântemo tem sido realizado com a utilização de inseticidas químicos e, em menor escala, controle biológico e resistência de plantas. Vale ressaltar que a ineficiência do controle químico no manejo de insetos-praga, em alguns casos, ocorre devido à pressão de seleção imposta pela aplicação exclusiva do método químico de controle (BASIT et al., 2011).

Um fato marcante no cultivo de crisântemo foi o registro, em 1991, de altas populações de moscas-brancas em cultivos comerciais no estado de São Paulo, principalmente nos municípios de Paulínia, Holambra, Jaguariúna e Artur Nogueira. Nessas localidades houve a necessidade de aplicação quase diária de inseticidas químicos; apesar disso o manejo destas populações não foi considerado eficiente (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994).

## **2.2 A mosca-branca**

### **2.2.1 Aspectos gerais de *Bemisia tabaci* Biótipo B**

Mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) é um inseto-praga de hábito polífago. A sua presença em ambiente agrícola está associada a perdas econômicas diretas, devido ao fato de o inseto alimentar-se da seiva, causando desordens fisiológicas e deformação de folhas e frutos. Indiretamente, por meio da excreção de *honeydew*, favorecendo o estabelecimento de fungos saprófitas, a exemplo da fumagina *Capnodium* spp. e,

principalmente, na possibilidade de transmissão de doenças viróticas (INBAR; GERLING, 2008).

Recentemente, Dinsdale et al. (2010), baseados na análise da sequência mitocondrial (citocromo oxidase I – mtCOI), defendem a hipótese de que *Bemisia tabaci* pode ser considerada um complexo de espécies crípticas compreendendo 11 grupos e 24 espécies. A explicação da complexidade envolvendo a taxonomia, sistemática e atual *status* de *B. tabaci* pode ser encontrada no trabalho de revisão realizado por De Barro et al. (2011). No entanto, devido à falta de um consenso em relação à nomenclatura, neste trabalho utilizaremos o termo biótipo para diferenciar possíveis variações referentes à *B. tabaci*.

No Brasil, na década de 1990, a presença de populações de um biótipo mais agressivo foi relatada no estado de São Paulo, possivelmente introduzido pela importação de material propagativo proveniente da Europa ou Estados Unidos da América. Devido à alta capacidade de dispersão, em 1999 este inseto já se encontrava em 15 estados brasileiros, nos quais os custos de controle e perdas alcançaram meio bilhão de reais (OLIVEIRA; NAVIA; MENDES, 1999). Atualmente, de acordo com Rocha et al. (2011), *B. tabaci* biótipo B é o único biótipo encontrado nas principais áreas produtoras de tomate (*Solanum lycopersicum*) e pepino (*Cucumis sativus*) do estado de São Paulo.

O nome comum da mosca-branca tem origem na sua coloração branca que é o resultado do acúmulo de partículas de cera, que ocorre principalmente na região das asas. De acordo com Byrne e Hadley (1988), a presença dessas partículas de cera pode estar relacionada ao controle do fluxo de água, proteção contra radiação e barreira contra micro-organismos.

Os adultos de *B. tabaci* são insetos de pequeno tamanho, com cerca de 2 mm, possuem quatro asas brancas, que em repouso permanecem sobre o abdômen formando aspecto de um telhado (CABALLERO, 1996). Porém,

mesmo com tamanho relativamente pequeno a capacidade de dispersão de *B. tabaci* através do vôo deve ser considerada em relação ao manejo deste inseto (BYRNE, 1999).

Normalmente, as moscas-brancas encontram-se na face inferior das folhas, onde é possível encontrar os adultos e principalmente as ninfas. As ninfas são de coloração clara, planas, lisas e achatadas. O ciclo biológico envolve uma fase de ovo, quatro instares ninfais e adultos (CABALLERO, 1996).

O ciclo biológico de *B. tabaci* pode sofrer mudanças devido a variações na temperatura, genótipo utilizado, qualidade e idade da planta, entre outros. Por isso, esses aspectos são considerados importantes fatores e devem ser avaliados dentro do manejo integrado de mosca-branca (ORIANI; VENDRAMIM, 2010; ENGLAND et al., 2011; XIE et al., 2011).

### **2.2.2 Métodos de controle**

Um dos principais pontos que deve ser considerado em relação ao manejo de mosca-branca está relacionado à identificação correta do biótipo que ocorre na região, uma vez que a estratégia de manejo pode alterar em função do biótipo presente (HODGES; EVANS, 2005).

Além de conhecer as características do biótipo é fundamental conhecer possíveis fatores presentes na variedade a ser cultivada que podem influenciar as decisões da praga em relação à escolha de um hospedeiro adequado para alimentação, oviposição e abrigo (FREEMAN et al., 2001). Sendo assim, esses fatores inerentes às variedades podem ser utilizados no melhoramento genético, no sentido de contribuir com a resistência de plantas a insetos. Em função disso é possível encontrar variações no desenvolvimento de *B. tabaci* quando o inseto se desenvolve em diferentes genótipos de uma mesma espécie utilizada como



hospedeiro (CAMPOS et al., 2009; ORIANI; VENDRAMIM; VASCONCELOS, 2011).

No manejo da mosca-branca tem sido muito comum a utilização exclusiva de inseticidas químicos. O grupo dos neonicotinoides, com destaque para imidacloprido, são os inseticidas mais utilizados e, na maioria dos casos, o controle tem sido alcançado de maneira satisfatória. Porém, as constantes aplicações desse inseticida e a não utilização de determinadas práticas agrícolas, pode resultar na seleção de populações resistentes e, conseqüentemente, inviabilização desse método de controle (PRABHAKER et al., 2005).

Além do controle químico, a indução de resistência de plantas também tem sido uma estratégia de controle de *B. tabaci*. Neste contexto, a utilização de silício como indutor de resistência tem sido um dos métodos estudados no manejo desse inseto-praga. Ferreira, Moraes e Antunes (2011), avaliando os resultados da aplicação de silício em plantas de soja, observaram que uma solução a 1% de ácido silícico, equivalente a uma tonelada por hectare, aplicada ao solo, aumentou a mortalidade de ninfas de *B. tabaci* biótipo B, o que pode contribuir para redução da população dessa praga.

Correia et al. (2005) verificaram que a aplicação de silicato de cálcio ( $\text{CaSiO}_3$ ) em plantas de pepino resultou na indução de resistência a mosca-branca *B. tabaci* biótipo B. Os autores observaram que plantas de pepino tratadas com silicato de cálcio causaram efeitos deletérios nos insetos, uma vez que foram observados a redução na oviposição, o aumento do ciclo biológico e da mortalidade dos insetos na fase jovem.

## **2.3 Silício**

### **2.3.1 Presença no solo e essencialidade**

O silício (Si) é o segundo elemento em abundância na crosta terrestre, variando de 23 a 35% (TISDALE et al., 1985). Atualmente, os minerais que possuem silício estão classificados no grupo dos  $\text{SiO}_2$  tectosilicates. Nesse grupo o quartzo é o mineral mais comum nos solos, no entanto, a sua alta estabilidade dificulta a solubilização, conseqüentemente, pouco contribuindo para a presença do Si na solução do solo. Portanto, o silício encontrado na solução, no qual está presente como ácido monossilícico ( $\text{Si(OH)}_4$ ), tem sua origem, principalmente, a partir da solubilização dos minerais como Anortita ( $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ ) e Albita ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ) (TAN, 2000).

Dentro do contexto de nutrição mineral de plantas um elemento pode ser considerado essencial ou não. A essencialidade de um elemento ocorre quando o mesmo participa de uma função essencial no desenvolvimento da planta, ou seja, na ausência deste elemento a planta não completa seu ciclo biológico (BARKER; PILBEAM, 2007). De acordo com Arnon e Stout (1939), dois critérios devem ser contemplados para caracterizar um elemento como essencial: a) a ausência do elemento impossibilita o crescimento vegetativo e reprodutivo da planta; b) a deficiência é específica para aquele elemento, ou seja, a correção da deficiência exige o fornecimento do elemento em questão.

Sendo assim, quando os parâmetros adotados para considerar um elemento como essencial ou não segue a regra estabelecida pelos autores citados anteriormente é possível chegar à conclusão de que o Si não é considerado um elemento essencial para a maioria das plantas. No entanto, existe ampla discussão no sentido de comprovar a essencialidade do elemento Si (EPSTEIN, 1999).

Um conceito de *quasi-essential* foi proposto por Epstein (1999), de modo que para considerar um elemento como *quasi-essential* o mesmo deve estar presente nas plantas e a sua ausência resulta em efeitos negativos e/ou

anormalidades com relação ao crescimento, desenvolvimento, reprodução e viabilidade.

Independente da classificação de essencialidade que existe dentro do contexto de nutrição de plantas, sabe-se que o Si possui a capacidade de melhorar o desenvolvimento das plantas, uma vez que sua presença está relacionada ao aumento da eficiência fotossintética, redução na taxa de transpiração, aumento na resistência ao ataque de pragas e doenças, entre outros fatores. De uma maneira geral, os efeitos benéficos do Si são mais expressivos quando as plantas são cultivadas sob condições de stress (MA et al., 2004).

### **2.3.2 Absorção e acúmulo nos tecidos vegetais**

O silício na solução do solo, presente na forma de ácido silícico ( $\text{Si(OH)}_4$ ), pode ser absorvido pelas raízes e translocado através do sistema vascular para a parte aérea das plantas. O processo de transpiração da água aumenta a concentração de ácido silícico na parte aérea e, por meio da polimerização, o ácido silícico é convertido em sílica gel ( $\text{SiO}_2 \cdot n \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), sendo então depositado em células específicas (MA et al., 2006).

Segundo Takahashi (1978 citado por MITANI; MA; IWASHITA, 2005) três diferentes modos de absorção de silício (ativo, passivo e inativo) podem explicar a diferença na quantidade de silício presente nas diferentes espécies. Plantas que absorvem Si ativamente possuem a capacidade de absorver o ácido silícico numa velocidade maior que a absorção de água, resultando no esgotamento do Si da solução do solo. No processo passivo a absorção de Si ocorre de maneira semelhante à absorção de água, de modo que a quantidade de Si da solução do solo não altera significativamente. E por fim, plantas que são inativas, ou seja, não absorvem Si da solução do solo.

Recentemente, os genes Ls1 e Ls2, responsáveis por codificar transportadores de Si, foram identificados em plantas de arroz, contribuindo para o fato de que existe um processo ativo de absorção de Si aliado ao processo passivo (MA; YAMAJI, 2008).

A distribuição da quantidade de silício presente na parte aérea das plantas pode variar de 0,1 a 10% (MA; TAKAHASHI, 2002). No trabalho realizado por Hodson et al. (2005), observa-se que a capacidade de absorver e acumular Si varia amplamente entre os grupos de plantas avaliados, sendo as monocotiledôneas o grupo de plantas com maior capacidade de incorporar o Si nos tecidos vegetais.

A variação na quantidade de Si também pode ocorrer dentro de indivíduos da mesma espécie. Ma et al. (2007), ao avaliar diferentes genótipos de arroz (*Oryza sativa* L. ), que possui alta capacidade de absorver e acumular Si, observam que a quantidade de ácido silícico absorvido pelo sistema radicular também varia entre os diferentes genótipos, o que possivelmente está relacionado com a expressão de genes capazes de atuar na absorção e transporte de Si.

### **2.3.3 Silício em ornamentais**

Em cultivo de ornamentais de vaso é muito comum a utilização de substratos que possuem baixa quantidade de silício. Consequentemente, surgiu a necessidade de pesquisar se a adição de silício, via adubação complementar, realmente poderia beneficiar as plantas ornamentais cultivadas nessas condições (FRANTZ et al., 2005).

Por isso, a utilização de silício em plantas ornamentais tem sido estudada, visto que existe a necessidade de melhor entender os benefícios do silício nesse segmento da agricultura. Recentemente, Locarno, Fochi e Paiva

(2011), verificaram que o uso de adubação silicatada influenciou nos teores de clorofila de folhas de roseira e que este fato pode contribuir para aumento da taxa fotossintética das plantas.

Por outro lado, de acordo com Kamenidou, Cavins e Marek (2008), apesar da aplicação de silício contribuir com as características agronômicas do girassol ornamental cultivado em vaso, é necessário observar a fonte de silício utilizada e a quantidade e/ou concentração aplicada, uma vez que a utilização de silício pode ocasionar efeitos deletérios nas plantas.

#### **2.3.4 Resistência abiótica e biótica**

Dentre os principais fatores abióticos que possivelmente podem afetar o desenvolvimento das plantas destacam-se a escassez de água, temperaturas elevadas, deficiência ou excesso de nutrientes no solo que, possivelmente, podem causar toxidez e salinidade. Nessas condições de *stress*, a aplicação de fertilizantes que possuem silício auxilia na redução da intensidade das perdas econômicas causadas por essas adversidades (MA et al., 2004).

De acordo com Liang et al. (2003), os mecanismos envolvidos na redução da sensibilidade a estas adversidades estão relacionados principalmente à complexação, compartimentalização, imobilização ou coprecipitação do elemento tóxico por intermédio do Si e estímulo na produção de antioxidantes.

O processo pelo qual o Si contribui para a defesa das plantas ainda não é totalmente conhecido. Segundo Epstein (2009), dois mecanismos podem estar envolvidos no processo de resistência de plantas. O primeiro seria uma defesa mecânica, na qual a deposição de sílica amorfa na parede celular reduz a intensidade de um dano mecânico que possivelmente pode ocorrer por meio do processo de herbivoria. Por outro lado, pode ocorrer uma defesa química, nesse

caso o Si auxilia na produção de metabólitos que se relacionam com a defesa de plantas.

A defesa mecânica proporcionada pelo Si é resultado da absorção de ácido silícico ( $\text{Si(OH)}_4$ ) pelas raízes, translocação para a parte aérea e deposição nas células epidérmicas na forma de sílica amorfa ( $\text{SiO}_2 \cdot n \cdot \text{H}_2\text{O}$ ), conseqüentemente, aumentando a rigidez dos tecidos foliares e, assim, comprometendo a alimentação dos insetos (RAVEN, 1983).

A aplicação de silicato de sódio [25-28% (p/v) de  $\text{SiO}_2$ ] em plantas de milho proporcionou um aumento na mortalidade e canibalismo de lagarta-do-cartucho *S. frugiperda*. Além disso, foi observado um maior desgaste das mandíbulas das lagartas que foram alimentadas com plantas tratadas com silicato de sódio. Portanto, sugere-se que a aplicação de silicato de sódio em plantas de milho pode reduzir o desempenho de lagarta-do-cartucho, o que contribui para o manejo de pragas na cultura do milho (GOUSSAIN et al., 2002).

Plantas de trigo (*Triticum aestivum* L.) quando tratadas com ácido silícico ocasionaram alterações na biologia do pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae). O tratamento com ácido silícico não impediu o estabelecimento do inseto na planta, ou seja, mesmo em plantas tratadas com Si houve penetração dos estiletes e sucção de seiva. No entanto, foram observadas modificações no período reprodutivo, assim como uma menor excreção de *honeydew*. Os autores propõem que a aplicação de Si pode estar relacionada com alterações químicas nas plantas de trigo que, possivelmente, causam um efeito adverso na biologia do pulgão-verde (GOUSSAIN; PRADO; MORAES, 2005).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Metodologia geral

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação localizada na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) em São João Del Rei-MG, a 889 metros de altitude e nas coordenadas geográficas 21°06' de latitude sul e 44°15' de longitude oeste de Greenwich. A casa de vegetação (7 m de largura por 9 m de comprimento) utilizada foi do tipo arco com cobertura de plástico de 150 micras e laterais longitudinais de tela antiafídeo (malha 50 mesh), e cortinas laterais de plástico (150 micras) com sistema de levantamento por manivelas visando controle da temperatura e umidade relativa do ar.

#### 3.2 Plantas de crisântemo

Foram utilizadas mudas de crisântemo (*Dendranthema grandiflorum*) cultivar Rage fornecidas pela empresa BRASIL FLOR - Artur Nogueira, SP. As mudas já enraizadas foram plantadas em vasos, com capacidade de 1Kg, contendo substrato comercial (Plantimax®). Visando obter plantas uniformes para serem utilizadas nos testes inicialmente foram cultivados 45 vasos para cada teste, com quatro plantas cada, dentre os quais 30 foram selecionados para serem utilizados durante os testes.

A adubação foi na forma de fertirrigação, semanalmente, utilizando como fonte de nutrientes o nitrato de amônio, MAP e nitrato de potássio, na formulação 25-05-20 (% N-P-K) (BARBOSA, 2003). Para suprir as necessidades hídricas das plantas foi adotado o sistema de irrigação por gotejamento. Os procedimentos de cultivo adotados foram os mesmos utilizados na produção comercial de crisântemo de vaso, exceto controle de pragas. Para

avaliar possíveis variações no pH em água foram coletadas amostras semanais do substrato no qual as plantas se desenvolveram.

As mudas foram expostas a condições de dias longos (DL) por 16 dias, iniciando no dia do plantio. O fornecimento de DL, ou seja, 16 h de luz por dia, foi feito pelo uso de lâmpadas incandescentes de 60W no sistema de iluminação contínua, início as 18:00hs e final às 22:00hrs (BARBOSA, 2003). Esse sistema foi controlado por um *timer* (Temporizador analógico - Avant®)

No interior da casa de vegetação foi instalado um termohigrômetro a 50 cm do solo visando coletar dados diários a respeito da temperatura e umidade relativa do ar. Com o objetivo de manter o interior da casa de vegetação livre de outros artrópodes foram distribuídas cartelas adesivas de cor amarela e azul, assim como bandejas com água e detergente.

### **3.3 Criação de *B. tabaci* Biótipo B**

A população inicial de moscas-brancas foi proveniente do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG. A criação foi mantida em plantas de couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) da cultivar manteiga da Geórgia, com 3 semanas de idade, em casa de vegetação da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em São João Del Rey – MG. A cada 20 dias as plantas de couve foram substituídas visando manter a sanidade da criação.

### **3.4 Tratamentos**

Foram avaliados três tratamentos com 10 repetições cada. Os tratamentos testados foram os seguintes: 1) uma aplicação de 100 ml de solução de ácido silícico a 1% (dosagem de 2t SiO<sub>2</sub>/ha), aplicado no solo (*drench*) ao



redor das hastes das plantas, 4 dias após o plantio das mudas; 2) duas aplicações foliares de ácido silícico a 1% até o escorrimento da calda, aplicadas no 4<sup>o</sup> e 12<sup>o</sup> dia após o plantio das mudas; 3) testemunha (aplicação de água no solo e folhas).

### **3.5 Efeito da utilização do silício em plantas de crisântemo**

#### **3.5.1 Avaliação da preferência para oviposição e desenvolvimento de ninfas em teste com chance de escolha**

No 16<sup>o</sup> dia, contados a partir do plantio, foram realizados os despontes e repicagem das plantas, visando regular o porte e a proporção de duas plantas/vaso (plantas A e B), assim como a infestação com adultos de mosca-branca.

Dos 45 vasos mantidos em casa de vegetação, 30 vasos, 10 por tratamento, foram selecionados para iniciar o teste com chance de escolha. Os vasos foram agrupados aleatoriamente em 10 blocos, de modo que cada bloco continha um vaso de cada tratamento. Cada bloco foi individualizado em gaiolas de estrutura de PVC de 50 x 50 x 70 cm, revestida com tecido tipo organza para evitar a fuga dos insetos.

Para infestação das plantas de crisântemo foram liberados, no interior dessas gaiolas, 300 adultos de *B. tabaci* biótipo B não sexados provenientes da criação de manutenção, garantindo uma proporção de 100 insetos/vaso.

Após 48h da liberação, os adultos de *B. tabaci* liberados foram removidos das plantas de crisântemo e uma planta (planta A) de cada vaso foi cortada, identificada e levada ao laboratório para contagem de ovos da parte abaxial de cada folha. Foram avaliadas cinco folhas por planta, contadas a partir da parte superior da planta, sendo este trabalho realizado com o auxílio de

microscópio estereoscópico, com aumento de até 40X. A outra planta de crisântemo (planta B) do vaso permaneceu na casa de vegetação visando avaliação do silício sobre o desenvolvimento das ninfas de mosca-branca.

Passados 16 dias da liberação dos adultos realizou-se a contagem das ninfas de 3<sup>o</sup> e/ou 4<sup>o</sup> ínstars da planta B de cada vaso, seguindo a mesma metodologia adotada para avaliar o número de ovos.

### **3.5.2 Avaliação da preferência para oviposição e desenvolvimento de ninfas em teste sem chance de escolha**

Para este teste foi colocado apenas um vaso por gaiola de PVC, ou seja, cada repetição foi individualizada em uma gaiola, e no interior desta foram liberados 100 adultos de *B. tabaci*, o que garantiu a mesma proporção utilizada no teste com chance de escolha. Foram adotados os mesmos procedimentos do teste anterior em relação à liberação e remoção dos adultos de mosca-branca, assim como a avaliação do número de ovos e ninfas de 3<sup>o</sup> e/ou 4<sup>o</sup> ínstars.

### **3.5.3 Efeito do silício nos parâmetros biológicos de *B. tabaci* biótipo B**

Em casa de vegetação, 20 vasos contendo quatro mudas de crisântemo cada foram cultivados seguindo o mesmo procedimento utilizado nos testes anteriores. Após 16 dias do plantio foram selecionados seis vasos para cada tratamento, os quais foram desbastados, deixando-se duas plantas/vaso, o que corresponde a 12 plantas por tratamento. Cada vaso foi individualizado em gaiolas de PVC e com o auxílio de um aspirador manual; adultos de mosca-branca foram coletados da criação de manutenção e liberados no interior da gaiola em uma proporção de 100 insetos/vaso.

Após 24h da liberação, os adultos de mosca-branca foram removidos. Posteriormente, em laboratório, com o auxílio de microscópio estereoscópico, com aumento de até 40X, os ovos que estavam nas folhas foram selecionados de acordo com a distribuição espacial e isolados em microgaiolas que foram fixados nas folhas de crisântemo. As microgaiolas foram feitas de discos de plástico transparente (2,5 cm de diâmetro x 2 cm de altura), tendo um dos lados coberto com tecido *voil* branco e a borda do outro lado coberta por espuma (3 mm de espessura) para evitar a fuga dos insetos e não danificar a planta. As gaiolas foram fixadas nas folhas de crisântemo por meio de um prendedor de alumínio, que teve uma das hastes presa no disco de plástico e a outra em um anel plástico de diâmetro igual ao da gaiola.

Cada planta continha duas microgaiolas, sendo que em cada microgaiola foram mantidos 10 ovos de mosca-branca. Para avaliar a viabilidade de ovos foi realizada a contagem dos ovos eclodidos no 6º dia após a remoção dos insetos adultos. Posteriormente, foram mantidas somente duas ninfas em cada microgaiola e 20 dias após a contagem dos ovos eclodidos foi aferida a presença de ninfas e adultos. As ninfas foram reunidas em dois grupos de acordo com o ínstar verificado na avaliação, ou seja, ninfas de 1º e 2º ínstares e ninfas do 3º e 4º, caracterizadas pela ausência e presença dos “olhos vermelhos”, respectivamente (SALAS; MENDOZA, 1995).

#### **3.5.4 Avaliação da quantidade de matéria verde, seca e teor de silício nas plantas de crisântemo.**

No final do experimento, após avaliação do número de ninfas, as plantas de crisântemo referentes ao teste com chance de escolha foram identificadas, pesadas, colocadas individualmente em sacos de papel e transferidas para estufa a 60° até peso constante. Em seguida, foi determinado o peso seco de cada

planta e, após ser triturada em moinho tipo Willy, as amostras foram enviadas ao Laboratório de Fertilizantes da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) para determinação da porcentagem de silício nas plantas.

### **3.6 Análise estatística**

Os dados foram submetidos a análise de variância e as medias comparadas pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Os dados de contagem foram transformados em  $\sqrt{X+0,5}$  antes da análise.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliação da preferência para oviposição e desenvolvimento de ninfas em teste com chance de escolha

No teste com chance de escolha, realizado para avaliar a preferência para oviposição, não foram observadas diferenças significativas para o número médio de ovos entre os tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 Número médio de ovos e de ninfas de 3<sup>o</sup> e/ou 4<sup>o</sup> ínstaes por folha ( $\pm$ ep) de mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B, em testes com chance de escolha, em plantas de crisântemo tratadas com silício (T. Max= ; T. min=; UR= ; São João Del Rei, maio/2012).

Tratamento	Número de ovos <sup>ns</sup>	Número de ninfas*
Silício via solo ( <i>Drench</i> )	11,8 $\pm$ 5,00	2,9 $\pm$ 1,37 b
Silício via foliar	15,5 $\pm$ 9,48	2,7 $\pm$ 2,13 b
Testemunha	18,8 $\pm$ 10,80	4,8 $\pm$ 1,96 a

<sup>ns</sup>Médias com diferenças não significativas pelo teste F ( $p > 0,05$ ).

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Resultados semelhantes ao desta pesquisa foram encontrados por Ferreira, Moraes e Antunes (2011), visto que a aplicação de silício em plantas de soja não alterou a preferência de *B. tabaci* quanto à utilização das plantas para oviposição. Todavia, Correa et al. (2005) encontraram resultado diferente, no qual em plantas de pepino tratadas com silicato de cálcio e acibenzolar-S-methyl (BTH) foi observada uma não-preferência de *B. tabaci* para oviposição.

No entanto, apesar do silício não influenciar na preferência para oviposição, verificou-se que a sua aplicação alterou o número médio de ninfas

de 3<sup>o</sup> e/ou 4<sup>o</sup> ínstaes (Tabela 1). Este fato provavelmente esteja associado à alteração nas características químicas, provocada pela aplicação do silício, que resultou em efeitos no comportamento alimentar e/ou biologia dos insetos.

Nesse sentido, Goussain, Prado e Moraes (2005) destacam que a indução da resistência por meio da aplicação de silício pode causar alterações químicas nas plantas e isso provavelmente pode estar relacionado a uma mudança na biologia dos insetos.

Apesar de não ter sido avaliado, pode ter ocorrido diferença nos teores de taninos e lignina entre os tratamentos, pois algumas pesquisas sugerem que a aplicação de silício pode estar relacionada a um aumento desses compostos e que este aumento pode causar alterações na biologia dos insetos (GOMES; MORAES; ASSIS, 2008; MORAES; FERREIRA; COSTA, 2009).

#### **4.2 Avaliação da preferência para oviposição e desenvolvimento de ninfas em teste sem chance de escolha**

No teste sem chance de escolha não foram observadas diferenças significativas para oviposição e no desenvolvimento de ninfas de 3<sup>o</sup> e/ou 4<sup>o</sup> ínstaes (Tabela 2).

A ausência de diferenças significativas pode estar relacionado a uma redução média na temperatura de °C que foi observada durante este ensaio. Isto pode ter causado interações na absorção de silício e/ou no comportamento da mosca-branca e, conseqüentemente, influenciado os resultados no que diz respeito ao número de ninfas, uma vez que para o teste com chance de escolha realizado na temperatura média maior (x °C) foram observadas diferenças significativas (MA et al., 2006; XIE et al., 2011).

Tabela 2 Número médio de ovos e de ninfas de 3<sup>o</sup> e/ou 4<sup>o</sup> ínstaes por folha (m±ep) de mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B, em testes sem chance de escolha, em plantas de crisântemo tratadas com silício. (T. Max= ; T. min=; UR= ; São João Del Rei, maio/2012).

Tratamento	Número de ovos <sup>ns</sup>	Número de ninfas <sup>ns</sup>
Silício via solo ( <i>Drench</i> )	14,8 ± 8,30	6,16 ± 2,50
Silício via foliar	17,85 ± 11,40	5,44 ± 2,76
Testemunha	28,0 ± 15,41	4,02 ± 2,78

<sup>ns</sup>Médias com diferenças não significativas pelo teste F ( $p > 0,05$ ).

#### 4.3 Efeito do silício nos parâmetros biológicos de *B. Tabaci*

Dentre os parâmetros biológicos de mosca-branca avaliados, após a aplicação de silício o único que apresentou diferença significativa foi o de viabilidade de ovos. Nessa avaliação, observou-se que a aplicação foliar de silício resultou em uma redução da viabilidade dos ovos da mosca-branca em torno de 20% quando comparada com aplicação no solo e a testemunha (Tabela 3).

A redução na viabilidade dos ovos pode estar relacionada à desidratação, uma vez que a capacidade de absorção de água pelos ovos de mosca-branca é função do tamanho do seu pedicelo e da inserção no tecido foliar (BUCKNER et al., 2002). E por isso, pode-se supor que a aplicação foliar de silício teria prejudicado as fêmeas de mosca-branca durante o processo de inserção do pedicelo do ovo no tecido foliar. Em outras palavras, os ovos que não tiveram o pedicelo inserido corretamente, provavelmente devido a uma barreira formada pela deposição de cristais de silício sobre as folhas, podem ter sofrido

desidratação e, conseqüentemente, esse fato pode ter ocasionado à redução da viabilidade observada.

Tabela 3 Porcentagem da viabilidade de ovos, ninfas e de adultos ( $m \pm ep$ ), em plantas de crisântemo tratadas com silício. (T. Max= ; T. min=; UR= ; São João Del Rei, junho/2012).

Trat.	VO*	Ninfas de 1 <sup>a</sup> e 2 <sup>a</sup> instar <sup>ns</sup>	Ninfas de 3 <sup>a</sup> e 4 <sup>a</sup> instar <sup>ns</sup>	Número de Adultos <sup>ns</sup>
Silício via solo ( <i>Drench</i> )	91,6±7,06 a	22,9±22,93	43,7± 3,38	33,3±27,0
Silício via foliar	71,2±16,96 b	29,2±21,88	39,6±24,25	31,2±32,35
Testemunha	93,0±5,06 a	14,6±9,40	37,5±19,36	47,9±21,53

<sup>ns</sup>Médias com diferenças não significativas pelo teste F ( $p > 0,05$ ).

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.4 Avaliação da quantidade de matéria verde, seca e teor de silício nas plantas de crisântemo.

Não foram observadas diferenças significativas na produção de matéria verde e seca e no teor de silício nas plantas de crisântemo (Tabela 4). De uma maneira geral, as pesquisas têm demonstrado que as aplicações de silício não proporcionam alterações na quantidade de matéria seca e verde das plantas (GOMES; MORAES; ASSIS, 2008; COSTA; MORAES; COSTA, 2009).

Em relação aos teores de silício, os resultados desta pesquisa diferem dos estudos realizados por Carvalho-Zanão et al. (2012), que estudando as cultivares Coral Charm, White Reagan e Indianópolis de crisântemo, observaram uma quantidade maior de silício nas plantas que foram tratadas com silício. No entanto, a ausência de diferenças significativas na cultivar Rage não significa dizer que plantas de crisântemo não absorvem silício. O fato é que a absorção de



silício pelas plantas pode variar em função do genótipo e até mesmo em relação à quantidade e modo de aplicação do silício (MA et al., 2007).

Tabela 4 Peso verde e seco da parte área de plantas ( $m \pm ep$ ) e teor de silício em plantas de crisântemo tratadas com silício. (T. Max= ; T. min=; UR= ; São João Del Rei, junho/2012).

<b>Tratamentos</b>	<b>Peso verde (g)<sup>ns</sup></b>	<b>Peso seco(g)<sup>ns</sup></b>	<b>Silício (%)<sup>ns</sup></b>
Silício via solo ( <i>Drench</i> )	7,9±2,54	1,6±0,41	0,20
Silício via foliar	9,2±2,86	1,9±0,50	0,22
Testemunha	7,8±2,63	1,6±0,47	0,24

<sup>ns</sup>Médias com diferenças não significativas pelo teste F ( $p > 0,05$ ).

Quanto ao nível de controle promovido pela aplicação de silício em crisântemo, pode-se dizer que a menor viabilidade de ovos, promovida pela adubação foliar, somada à redução do número de ninfas de 3<sup>o</sup> e/ou 4<sup>o</sup> ínstar observadas no teste com chance de escolha, pode-se inferir que a utilização de silício apresenta potencial para a redução da presença da praga em cultivos comerciais. No entanto, dado a agressividade desta praga e sua alta capacidade de causar danos ao crisântemo, recomenda-se a utilização do silício em sinergia com outras estratégias de manejo.

## 5 CONCLUSÕES

Com base nas condições experimentais avaliadas pode-se concluir que:

- o silício aplicado em plantas de crisântemo não altera a preferência para oviposição, porém pode retardar o desenvolvimento das ninfas de *B. tabaci* biótipo B;
- aplicações foliares de silício reduzem a viabilidade de ovos de *B. tabaci* biótipo B;
- plantas de crisântemo cv. Rage não apresentam resposta à aplicação de silício em relação ao acúmulo desse elemento e massa de tecido das plantas.

## REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, 2010. 520 p.

ANDERSON, N.O.. Reclassification of the genus *Chrysanthemum* L. **Hortscience**, v. 22, p. 313-313, 1987.

ARNON, D. I.; STOUT, P. R. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. **Plant Physiology**, v. 14, p. 371-375, 1939.

BARBOSA, J.G. **Crisântemos: Produção de mudas, cultivo para corte de flor, cultivo em vaso e cultivo hidropônico**. 1.ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 213 p.

BARKER, A. V.; PILBEAM, D. J. **Handbook of Plant Nutrition**. 1. ed. CRC press, 2006. 632 p.

BASIT, M.; SAYYDE, A. H.; SALEEM, M. A.; SAEED, S. Cross-resistance, inheritance and stability of resistance to acetamiprid in cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn) (Hemiptera: Aleyrodidae). **Crop Protection**, v. 30 (6), p 705-712, June 2011.

BYRNE, D.N.; HADLEY, N.F. Particulate surface waxes of whiteflies: morphology, composition and waxing behaviour. **Physiological Entomology**, v. 13, n. 3, p. 267-276, sept. 1998.

BYRNE, D.N. Migration and dispersal by the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*. **Agriculture and forest meteorology**, Amsterdam, v. 97, n. 4, p. 309-316, 1999.

BUCKNER, J. S.; FREEMAN, T. P.; RUUD, R. L.; CHU, C. C.; HENNEBERRY, T. J. Characterization and functions of the whitefly egg pedicel. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, v. 49, n. 1, p. 22-33, Jan. 2002.

CABALLERO, R. Identificación de moscas blancas. In: Hilje, L. (Ed.). **Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y germinivirus**. Turrialba: CATIE, Unidad de Fitoprotección, 1996. cap.1, p.1-10. (Serie Materiales de Enseñanza, 37).

CAMPOS, Z. R.; BOICA JUNIOR, A. L.; LOURENCAO, A. L.; CAMPOS, A. R. Parâmetros biológicos de *Bemisia tabaci* (genn.) biótipo B (hemiptera: aleyrodidae) em genótipos de algodoeiro. **Bragantia**, Campinas, v.68, n. 4, p. 1007-1009, 2009.

CARVALHO-ZANAO, M. P.; ZANÃO JUNIOR, L. A.; BARBOSA, J. G.; GROSSI, J. A. S.; de AVILA, V. T. Yield and shelf life of chrysanthemum in response to the silicon application. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 30, n. 3, P. 403-408, Sept. 2012.

CORREA, R.S.B.; MORAES, J.C.; AUAD, A.M.; CARVALHO, G.A. Silicon and acibenzolar-S-methyl as resistance inducers in cucumber, against the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 3, p.429-433, June 2005.

COSTA, R. R.; MORAES, J. C.; COSTA, R. R. da. Interação silício-imidacloprid no comportamento biológico e alimentar de *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.2, p.455-460, mar./abr. 2009.

DE BARRO, P. J.; LIU, S. S.; BOYKIN, L. M.; DISDALE, A. B. *Bemisia tabaci*: A statement of species status. **Annual Review of Entomology**, v. 56, p. 1-19, Jan. 2011.

DISDALE, A.; COOK, L.; RIGINOS, C.; BUCKLEY, Y. M.; DE BARRO, P. Refined global analysis of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodoidea: Aleyrodidae) Mitochondrial cytochrome oxidase I to identify species level genetic boundaries. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 103, p. 196-208, 2010.

ENGLAND, K.M.; SADO, C.S.; CAÑNAS, L. A.; KUNIYOSHI, C. H.; LOPES, R. G. Effects of selected fertilizers on the life history of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B. **Journal of Economic Entomology**, v. 104(2), p. 548-554, Apr. 2011.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 50, p. 641-664, June, 1999.

EPSTEIN, E. Silicon: its manifold roles in plants. **Annals of Applied Biology**, v. 155, p. 155-160, Oct. 2009.

FERNANDES, E. P.; SOUZA, E. R. B.; LEANDRO, W. M.; PIRES, L. L.; VERA, R.; SOUZA, R. F. Marcha de acúmulo de fitomassa em crisântemo (*Dendranthema grandiflorum* T., var. Salmon Reagan). **Pesquisa Agropecuária tropical**, Goiânia, v. 37(3), p. 137-141. Jul- Set. 2007.

FERREIRA, R. S.; MORAES, J. C.; ANTUNES, C. S. Silicon influence on resistance induction against *Bemisia tabaci* biotype B (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) and on vegetative development in two soybean cultivars. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, n. 4, p. 495-500, Aug. 2011.

FRANTZ, J.M.; PITCHAY, D. D. S.; LOCKE, J. C.; HORST, L. E.; KRAUSE, C. R. Silicon is deposited in leaves of New Guinea impatiens. **Plant Health Progress**, [online], 2005. Disponível em: <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/research/2005/silicon/>. Acesso em: 5 jan. 2013.

FREEMAN, T. P.; BUCKNER, J. S.; NELSON, D. R.; CHU, C. C.; HENNEBERRY, T. J. Stylet penetration by *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) into host leaf tissue. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 94(5), p. 761-768, Sept. 2001.

GISD. Global Invasive Species Database. Disponível em: <http://www.issg.org/database>. Acesso em: 7 mai. 2012.

GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; ASSIS, G.A. Silício e imidacloprid na colonização de plantas por *Myzus persicae* e no desenvolvimento vegetativo de batata inglesa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.5, p.1209-1213, ago. 2008.

GOUSSAIN, M. M.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G.; NOGUEIRA, N. L.; ROSSI, M. L. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do- Lartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 305-310, abr./jun. 2002.

GOUSSAIN, M. M.; PRADO, E.; MORAES, J. C. Effect of silicon applied to wheat plants on the biology and probing behaviour of the greenbug *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae). **Neotrop. Entomol.** v. 34, p. 807-813, Sept/Oct. 2005.

HODGES, G.; EVANS, G. A. An identification guide to the whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of the southeastern United States. **Florida Entomologist**, v. 88, n. 4, p. 518-534, Dec. 2005.

HODSON, M. J.; WHITE, P. J.; MEAD, A.; BROADLEY, M. R. Phylogenetic variation in the silicon composition of plants. **Annals of Botany**, v. 96, n. 6, p. 1027-1046, Jul. 2005.

INBAR, M.; GERLING, D. Plant-mediated interactions between whiteflies, herbivores, and natural enemies. **Annual Review of Entomology**, v. 53, p. 431-448, 2008.

IBRAFLOR – **Instituto Brasileiro de Floricultura**. Informativo Ano 03, v. 27. 2012.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: características, tendências e importância socioeconômica recente. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.14, n.1, p.37-52, 2008.

KAMENIDOU, S.; CAVINS, T. J.; MAREK, S. Silicon supplements affect horticultural traits of greenhouse-produced ornamental sunflowers. **HortScience**, Alexandria, v.43, n.1, p. 236-239, 2008.

LIANG, Y.; CHEN, Q.; LIU, Q.; ZHANG, W.; DING, R. Exogenous silicon (Si) increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid peroxidation in roots of salt-stressed barley (*Hordeum vulgare* L.). **Journal of Plant Physiology**. v. 160, n. 10, p. 1157-1164, Oct. 2003.

LOCARNO, M.; FOCHI, C. G.; PAIVA, P. D. de Oliveira. Influência da adubação silicatada no teor de clorofila em folhas de roseira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 287-290 Apr. 2011.

LOURENÇÃO, A. L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no estado de São Paulo. **Bragantia** [online], Campinas, vol.53, n.1, p. 53-59. 1994.

MA, J. F.; TAKAHASHI, E. 2002. **Soil, fertilizer, and plant silicon research in Japan**. Amsterdam: Elsevier Science.

MA, J. F.; MITANI, N.; NAGAO, S.; KONISHI, S.; TAMAI, K.; IWASHITA, T.; YANO, M. Characterization of the silicon uptake and molecular mapping of the silicon transporter gene in rice. **Plant Physiology**, v. 136(2), p. 3284-3289, Oct. 2004.

MA, J. F.; TAMAI, K.; YAMAJI, N.; MITANI, N.; KONISHI, S.; KATSUHARA, M.; ISHIGURO, M.; MURATA, Y.; YANO, M. A Si transporter in rice. **Nature**, v. 440, p. 688–691. March, 2006.

MA, J. F.; YAMAJI, N.; MITANI, N.; TAMAI, K.; KONISHI, S.; FUJIWARA, T.; KATSUHARA, M.; YANO, M. An efflux transporter of silicon in rice. **Nature**, v. 448, p. 209-212. July, 2007.

MA, J. F.; YAMAJI, N. Functions and transport of silicon in plants. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v. 65, n. 19, p. 3049–3057, Oct. 2008.

MITANI, N.; MA, J. F.; IWASHITA, T. Identification of silicon form in xylem sap of rice (*Oryza sativa* L.). **Plant and Cell Physiology**. v.46 (2), p. 279-283. Feb, 2005.

MORAES, J. C.; FERREIRA, R. S.; COSTA, R. R. Indutores de resistência à mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn., 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) em soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, Oct. 2009.

OLIVEIRA, M. R. V.; NAVIA, D.; MENDES, A, P. Insetos interceptados pela quarentena de pós-entrada de germoplasma vegetal no Brasil, de outubro de 1989 a dezembro de 1996. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Londrina**, v. 28, n. 3, p. 497-503 Sept. 1999.

ORIANI, M. A. G.; VENDRAMIM, J. D. Influence of trichomes on attractiveness and ovipositional preference of *Bemisia tabaci* (Genn.) B biotype (Hemiptera: Aleyrodidae) on Tomato. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 1002-1007, Nov\Dec. 2010.

ORIANI, M. A. G., VENDRAMIM, J. D.; VASCONCELOS, C. J. Biology of *Bemisia tabaci* (Genn.) B biotype (Hemiptera: Aleyrodidae) on tomato genotypes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 68, n. 1, p. 37-41, Jan.\ Feb. 2011.

POLANCZYK, R. A.; PRATISSOLI, D.; PAYE, H. S.; PEREIRA, V. A.; BARROS, F. L. S.; OLIVEIRA, R. G. S.; PASSOS, R. R.; MARTINS FILHO, S. Indução de resistência à mosca minadora em crisântemo usando composto silicatado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 240-243, Apr\June 2008.

PRABHAKER, N.; CASTLE, S. J.; TOSCANO, N. C.; HENNEBERRY, T. J. 2005. Assessment of cross-resistance potential among neonicotinoid insecticides in *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 95 (6), p. 535-543, Dec. 2005.



RAVEN, J. A. The transport and function of silicon in plants. **Biological Reviews**, v. 58(2), p. 179–207, May, 1983.

ROCHA, K. C. G.; MARUBAYASHI, J. M.; NAVAS-CASTILHO, J.; YUKI, V. A.; WILCKEN, C. F.; PAVAN, M. A.; KRAUSE-SAKATE, R. Only the B biotype of *Bemisia tabaci* is present on vegetables in São Paulo State, Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 68, p. 120-123, Jan.\Feb. 2011.

SALAS, J; MENDOZA, O. Biology of the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on tomato. **Florida Entomologist**, v.78, n.1,p 154-160, 1995.

TAN, K. H. **Environmental soil science**. 2.ed. Nova York, Marcel Dekker,. 480p. 2000.

TISDALE, S. L.; BEATON, J. D.; NELSON, W. L. Soil fertility and fertilizers. 4.ed. **New York**: Mac Millan, p. 754, 1985.

Van MEETEREN, U.; van GELDER, H.; van IEPEREN, W. Effect of growth conditions on post harvest rehydration ability of cut chrysanthemum flowers. **Acta Horticulturae**, v. 669, p. 287–296, 2005.

XIE, M.; WAN, F.H.; CHEN, Y. H.; WU, G. Effects of temperature on the growth and reproduction characteristics of *Bemisia tabaci* B-biotype and *Trialeurodes vaporariorum*. **Journal of Applied Entomology**, v. 135, p. 252-257, 2011.