

CRESCIMENTO, NUTRIÇÃO E RESISTÊNCIA DE MUDAS DE
MAMÃO (*Carica papaya* L.) TRATADAS COM FONTES DE SILICATO
DE POTÁSSIO (K_2SiO_3)

LUIZ FLÁVIO VIANNA SILVEIRA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ
ABRIL – 2013

CRESCIMENTO, NUTRIÇÃO E RESISTÊNCIA DE MUDAS DE
MAMÃO (*Carica papaya* L.) TRATADAS COM FONTES DE SILICATO
DE POTÁSSIO (K_2SiO_3)

LUIZ FLÁVIO VIANNA SILVEIRA

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal”.

Orientador: Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho

CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ
ABRIL – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA / UENF 046/2013

Silveira, Luiz Flávio Vianna

Crescimento, nutrição e resistência de mudas de mamão (*Carica papaya* L.) tratadas com fontes de silicato de potássio (K_2SiO_3) / Luiz Flávio Vianna Silveira. – 2013.
73 f. : il.

Orientador: Almy Junior Cordeiro de Carvalho
Tese (Doutorado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2013.
Bibliografia: f. 83 – 93.

1. *Tetranychus urticae* 2. Resistência 3. Silício 4. Potássio I.
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 634.651

CRESCIMENTO, NUTRIÇÃO E RESISTÊNCIA DE MUDAS DE
MAMÃO (*Carica papaya* L.) TRATADAS COM FONTES DE SILICATO
DE POTÁSSIO (K_2SiO_3)

LUIZ FLÁVIO VIANNA SILVEIRA

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal”.

Aprovada em 02 de Abril de 2013

Comissão Examinadora:

Prof. Dirceu Pratissoli (D.Sc., Entomologia) –UFES

Prof. Sílvio de Jesus Freitas (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof^a. Cláudia Sales Marinho (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF
Orientador

“Dedico a meus pais, irmãs, esposa e filha que deram-me muito apoio nos momentos mais difíceis da minha vida, ajudaram-me e nunca mediram esforços para ajudar-me; aos meus professores que ensinaram-me que por mais que achamos que o nosso conhecimento já está bem profundo, estamos enganados, pois o conhecimento é algo que está sempre se renovando. Obrigado por tudo!”

“Que assim seja...”

AGRADECIMENTOS

A Deus por mais uma etapa cumprida;
Aos meus pais Luiz Eugênio Receputi Silveira e Norma Vianna Silveira pelo apoio
sempre na minha vida;
Ao meu orientador Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho e ao meu coorientador,
Prof. Dirceu Pratissoli pela preciosa contribuição em minha formação;
A UENF pela oportunidade da realização deste curso;
Ao professor Sílvio de Jesus Freitas pela grande colaboração desde o início do
curso;
Aos membros da banca examinadora pelas contribuições do manuscrito;
A Victor, Paulo Cesar, Lauana, Leonardo e Fabíola, pelas contribuições ao longo
do doutorado;
Aos meus primos Ulysses e Renata pelo auxílio nos experimentos;
Ao amigo José Romário pelo auxílio nas análises estatísticas;
À Minha esposa Silmara e à minha filha Ana Luiza pela cumplicidade, pelo
carinho e pela atenção nesta etapa;
Aos amigos do Laboratório pelas ajudas em todas as etapas deste estudo.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| RESUMO | iii |
| ABSTRACT | ii |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 4 |
| 2.1. Cultura do Mamoeiro (<i>Carica papaya</i> L.) | 4 |
| 2.1.1. Situação da Cultura no Mundo | 5 |
| 2.1.2. Situação da Cultura no Brasil | 6 |
| 2.2. Manejo Integrado (MI) | 7 |
| 2.2.1. Manejo Integrado de Pragas (MIP) | 7 |
| 2.2.2. Produção Integrada de Frutas (PIF) | 7 |
| 2.2.3. Indutores de Resistência | 9 |
| 2.3. Principais Pragas do Mamoeiro | 14 |
| 2.3.1. Ácaro Rajado <i>Tetranychus urticae</i> Koch (1836) | 15 |

| | |
|--|----|
| 2.3.2. Controle | 16 |
| 3. TRABALHOS | 18 |
| COMPORTAMENTO DE <i>Tetranychus urticae</i> Koch EM FOLHAS DE MAMOEIRO TRATADAS COM SILICATO DE POTÁSSIO | 18 |
| MORTALIDADE E OVIPOSIÇÃO DO ÁCARO RAJADO <i>Tetranychus urticae</i> Koch EM FOLHAS DE MAMOEIRO SUBMETIDAS À ADUBAÇÃO FOLIAR COM SILICATO DE POTÁSSIO | 29 |
| CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DO MAMOEIRO SUBMETIDO A TRATAMENTOS COM SILICATO DE POTÁSSIO | 41 |
| 4. RESUMO E CONCLUSÕES | 53 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 56 |
| APÊNDICE..... | 71 |

RESUMO

SILVEIRA, Luiz Flávio Vianna, D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Abril de 2013. Crescimento, nutrição e resistência de mudas de mamão (*Carica papaya* L.) tratadas com fontes de silicato de potássio (K_2SiO_3). Orientador: Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho. Coorientador: Prof. Dirceu Pratissoli.

Três experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e em condições de laboratório para testar o efeito de fontes de silicato de potássio (Dephensor® e Chelal Si®) na resistência de mudas de mamoeiro ao ataque de fêmeas adultas do ácaro rajado. O primeiro teve como objetivo verificar o comportamento de fêmeas adultas do ácaro rajado por meio do teste de livre escolha, em folhas de mamoeiro tratadas com silicato de potássio. Os resultados foram obtidos após 24 horas da liberação dos ácaros, por contagem do número de indivíduos em cada arena e demonstram que na primeira aplicação houve variação quanto à preferência da praga de acordo com a dosagem. A partir da segunda aplicação para os dois produtos e em todas as dosagens houve diferença significativa entre arenas tratadas e a testemunha, observando-se o maior número de ácaros nas arenas tratadas apenas com água destilada. Estes resultados evidenciam influência no comportamento da praga por não preferência. O segundo experimento avaliou-se a interferência da aplicação de dois produtos a base de silicato de potássio na mortalidade e oviposição do ácaro rajado. Foram realizadas três avaliações, às 24, 48 e 72 horas após a liberação do ácaro. Conclui-se que as fontes silicatadas são eficientes na redução da produção de ovos de fêmeas do ácaro rajado. O último experimento teve como objetivo avaliar o crescimento e a composição nutricional de limbos foliares de mamoeiro

tratados com silicatos de potássio. Foram mensurados os seguintes parâmetros biométricos nas mudas: altura, diâmetro do caule, índice de área foliar, teores de nitrogênio, potássio, silício e fenóis totais. As plantas foram avaliadas ao final de 120 dias após o transplante, após a quinta aplicação de cada produto. As mudas adubadas com silicato de potássio apresentaram maior crescimento e maiores teores de Si quando a fonte utilizada foi o Dephensor®. Incrementos nas doses de silicato de potássio proporcionaram aumentos nos teores de nitrogênio, de potássio e de silício nas folhas do mamoeiro.

ABSTRACT

SILVEIRA, Luiz Flávio Vianna, D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. April, 2013. Growth, plant nutrition and seedlings resistance of papaya (*Carica papaya* L.) treated with potassium silicate sources (K_2SiO_3). Advisor: Prof. Almy Junior Cordeiro de Carvalho. Co-Advisor: Prof. Dirceu Pratissoli.

Three experiments were conducted under greenhouse and laboratory conditions to test the effect of sources of potassium silicate (Chelal Si[®] and Dephensor[®]) of papaya resistant to the attack of adult females of the spider mite. The first aimed to verify the behavior of adult female spider mite through the free choice test in papaya leaves treated with potassium silicate. The results were obtained after 24 hours of the release of mites, by counting the number of individuals in each arena and demonstrate that the first application had a variation on the preference of the pest according to the dosage. From the second application for both products and at all doses there was no significant difference between treated and control arenas, observing the highest number of mites in the arenas treated only with distilled water. These results show the influence pest behavior by no preference. The second experiment evaluated the interference of applying two products based on potassium silicate on mortality and oviposition spider mite. Three evaluations were performed at 24, 48 and 72 hours after release of the mite. We conclude that the silicate sources are effective in reducing egg production of the female spider mite. The last experiment aimed to evaluate the growth and nutritional composition of papaya leaf blades treated with potassium silicates. Height, stem diameter, leaf area index, levels of nitrogen, potassium, silicon and total phenols: the following biometric

parameters in the seedlings were measured. Plants were evaluated at 120 days after transplanting, after the fifth application of each product. Seedlings fertilized with potassium silicate showed higher growth and higher levels of Si when the source used was Dephensor[®]. Increments in doses of potassium silicate induced increases in the levels of nitrogen, potassium and silicon in the leaves of papaya.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de mamão com participação de 15,7% da produção, sendo o terceiro maior exportador, com 2% do que é produzido no Brasil, sendo enviado principalmente para a Europa e América do Norte. Em 2011 foram produzidas 1.854.340 toneladas de frutos, em uma área colhida de 35.531 ha (FAO, 2013). Entre os estados brasileiros, a Bahia é o maior produtor com uma área de 15.264 ha e produção de 928.035 toneladas em 2011 e corresponde a 50% da produção de mamão no país (IBGE, 2013).

Sob o aspecto nutritivo, o mamão é considerado uma excelente fruta, importante fonte de carotenoides, vitamina C e sais minerais (Chandrika et al., 2003). Além disso, a cultura torna-se importante para o Brasil no âmbito social, já que, segundo estimativa, emprega direta e indiretamente cerca de 30 mil pessoas desde a produção até a comercialização (Prates, 2005).

O mamoeiro é atacado por diversas pragas, porém os ácaros constituem as pragas mais sérias da cultura, pela sua distribuição por todas as regiões produtoras, pela proliferação rápida e por um alto potencial biótico, gerando um número alto de descendentes em curto espaço de tempo (Flechtmann, 1985; Martins, 2003). Dentre as principais pragas do mamoeiro destaca-se o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (1836) (Flechtmann, 1985; Moraes e Flechtmann, 2008), uma espécie cosmopolita e polífaga (Moraes e Flechtmann, 2008).

Os danos são provocados pela fase jovem e também pelos adultos desta praga, que perfuram as células das folhas com seus estiletes, causando

amarelecimento e posterior necrose, provocando deformações e queda prematura das folhas e, conseqüentemente, redução do vigor das plantas, além de lesões nos frutos, devido à ação dos raios solares, que acarreta a baixa qualidade para o comércio (Oliveira, 1988; Martins e Costa, 2003; Moraes e Flechtmann, 2008).

Atualmente, o controle de *T. urticae* é realizado, principalmente, por meio de controle químico. Uma das maiores dificuldades em se manejar esta praga é o pequeno número de ingredientes ativos registrados para a cultura, o que propicia seu uso constante, podendo levar a vários problemas como contaminação do ambiente, dos homens e animais e o surgimento de populações resistentes (Silva, 1971; Watanabe et al., 1994; Sato et al., 2000; Sato, 2003; Sato et al., 2005; Sato et al., 2007). Outro ponto importante, é a ação tóxica desses produtos em inimigos naturais que são altamente suscetíveis (Poletti et al., 2006).

Novas ferramentas de manejo de pragas devem ser disponibilizadas aos produtores, como, por exemplo, o controle biológico, que tem como base a utilização de inimigos naturais, tal como a liberação de ácaros predadores (Collier et al., 2004; Collier et al., 2007), assim como de sua conservação, utilizando agrotóxicos seletivos (Monteiro, 2001a; Poletti et al., 2008) e patógenos, que apresentam bons resultados em programas de controle biológico (Silveira et al., 2011).

Uma prática já utilizada com êxito em gramíneas e testada em frutíferas é a aplicação de silício como indutor de resistência, principalmente na forma de silicato de potássio (K_2SiO_3), aumentando a potencialidade devido à ação do potássio e do silício, que conferem às plantas maior resistência visando à produção de mudas mais saudáveis e à redução no emprego de agrotóxicos em programas de manejo integrado (Schaffrath et al., 1996).

A indução de resistência é uma alternativa viável, sendo uma prática de manejo que pode ser efetuada através de aplicações de indutores bióticos e abióticos. O aumento do nível de resistência das plantas com a utilização de agentes externos (indutores ou elicitores) que promovam respostas induzidas de defesa, como modificações fisiológicas, morfológicas e até a ativação da transcrição de genes, sem alterar o genoma das plantas (Dixon et al., 1994), surge como alternativa viável que pode ser associada ao manejo de pragas sugadoras, o que já foi comprovado em pesquisa recente (Peixoto et al., 2011).

O silício, absorvido do solo na forma de ácido silícico, é depositado na parede celular podendo trazer efeitos benéficos para as plantas. É capaz de aumentar o teor de clorofila das folhas e a tolerância das plantas aos estresses ambientais como frio, calor, seca, desbalanço nutricional e toxicidade a metais, além de conferir uma barreira física a ação de doenças e pragas e redução na transpiração nos tecidos foliares (Epstein, 2001; Ma e Yamaji, 2008).

As funções do silício na fisiologia da planta são altamente favoráveis ao desenvolvimento produtivo e qualitativo, pela função de aumentar a eficiência fotossintética vegetal, em uma agricultura rentável e ambientalmente correta (Liang et al., 2007).

Outro benefício que o silício pode proporcionar é a alteração das respostas bioquímicas da planta ao ataque do parasita, aumentando a síntese de toxinas que podem agir como substâncias inibidoras ou repelentes (Dannon e Wydra, 2004).

Além das funções nas plantas, o silício é citado como importante elemento para a saúde humana, pois está envolvido na modulação do cálcio e magnésio, nutrientes fundamentais na formação e integridade óssea, assim como na formação do colágeno, além de outras funções (Seaborn e Nielsen, 2002; Maehira et al., 2008).

O potássio atua na ativação de aproximadamente 50 enzimas, destacando-se as sintetases, oxiredutases, desidrogenases, transferases, quinases e aldolases (Mengel e Kirkby, 1978; Marschner, 1995; Malavolta et al., 1997; Taiz e Zieger, 2013).

As plantas bem nutridas em potássio apresentam redução na incidência, na severidade e nos danos causados por pragas. A explicação seria que altas concentrações de K nos tecidos favorecem a síntese e o acúmulo de compostos fenólicos, os quais atuam como inibidores de insetos e fungos (Huber e Arny, 1985, Perrenoud, 1990; Taiz e Zieger, 2013).

Entre as fontes disponíveis de silicatos de potássio no mercado existem as sólidas (em pó) e líquidas, e a escolha deve seguir não somente a praticidade de aplicação, mas também sua eficiência (Fernandes et al., 2009).

Para propiciar uma alternativa para o manejo de *T. urticaeno* mamoeiro, no qual sua ocorrência causa sérios danos à produtividade e à qualidade, assim permitindo a produção de alimentos mais saudáveis, esta pesquisa teve como objetivo geral avaliar a resistência ao ácaro rajado, o crescimento e a nutrição de mudas de mamoeiro tratadas com duas fontes de silicato de potássio aplicadas via foliar.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do Mamoeiro (*Carica papaya* L.)

A qualidade do produto que chega ao consumidor é fator primordial para o sucesso na produção e comercialização de produtos como frutas, verduras, grãos, etc. Além disso, a origem do produto que chega ao consumidor assume grande importância, pois é cada vez maior a preocupação quanto aos riscos de contaminação do produto, de pessoas e do meio ambiente (Martins, 2003).

Nesse contexto, os produtores de frutíferas devem se adaptar, por meio de mudanças conceituais, para que o produto final apresente qualidade, produtividade com baixo impacto ambiental e com responsabilidade social. Para isso, a busca de informações e modelos inovadores de produção, com respeito ao ser humano e ao meio ambiente, torna-se imprescindível para que o produto final ofertado satisfaça às exigências dos consumidores atuais e futuros (Martins, 2003).

A cultura do mamão, por exemplo, já foi caracterizada principalmente devido ao uso excessivo de agrotóxicos no controle de pragas. Hoje, sua potencialidade é explorada, em parte, de forma racional, enquadrando a cultura em um sistema integrado de produção, onde todos os fatores, físicos, químicos, biológicos e edafoclimáticos são considerados e estudados até a exaustão, principalmente no que diz respeito à aplicação de agrotóxicos (Martins, 2005).

Com isso, a fruta, que apresenta diversas características organolépticas excelentes, como teor de açúcar, baixa acidez, equilíbrio de nutrientes e presença

de vitaminas A e C, torna-se muito apreciada e saudável, podendo ser consumida “*in natura*” ou processada (Chen et al., 1991). Segundo Martins (2005), essa fruta tem alcançado um dos maiores crescimentos de consumo entre as frutíferas mais produzidas no mundo, visto que houve um crescimento na produção mundial, na última década, em torno de 62%.

O mamoeiro cultivado comercialmente pertence à classe Dicotyledoneae, família Caricaceae e gênero *Carica*. A planta é originária da América Tropical e disseminada por todas as regiões do mundo (Badillo, 1993). No Brasil, por exemplo, é cultivado em todo o território, com destaque para os Estados da Bahia, Espírito Santo e Rio Grande do Norte, sendo que maior parte da produção é consumida no mercado interno. Destaque é dado para a exportação[,] que apesar de ser ainda pequena, com cerca de 2% do que é produzido no país sendo embarcado nos portos e aeroportos do Brasil, traz um grande retorno econômico, social e ambiental. Porém, já é um avanço e com tendência de crescimento de áreas com o modelo de produção voltado para o Programa de Produção Integrada, trazendo benefícios como a certificação, que atesta a qualidade da fruta brasileira, minimizando o impacto ambiental e a injustiça social (Adrigueto e Kososki, 2005).

Torna-se importante que se atinja a qualidade de produção, não só visando à exportação, mas também o mercado interno, que está cada vez mais exigente e criterioso no momento de adquirir qualquer produto, forçando o país a uma excelência em produção (Martins e Costa, 2003).

2.1.1. Situação da Cultura no Mundo

A cultura é produzida em uma faixa do globo terrestre compreendida entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, a 21º de latitude Norte e 21º de latitude Sul, sendo que os maiores produtores são pela ordem: A Índia com 35,3% da produção mundial, seguida pelo Brasil, responsável por 15,7% da produção mundial. Na terceira posição encontra-se a Indonésia (8,1%), no quarto lugar, a República Dominicana (7,5%), e na quinta colocação, a Nigéria (6,0%). O país figura como terceiro maior exportador ficando atrás somente do México e da Malásia. Jamaica, Costa Rica e Belize também figuram entre os maiores exportadores (Martins, 2003; FAO, 2013).

Segundo a FAO (Food and Agriculture Organization) (2013), a produção mundial do mamão foi de 11.838.651 milhões de toneladas em 2011. Os Estados Unidos se destacam entre os maiores importadores por importarem metade do que é comercializado no mundo anualmente. Holanda e Portugal também se destacam no cenário mundial em relação à importação da fruta, seguidos de Hong Kong, Alemanha, Canadá, Japão, Reino Unido, Cingapura e França (Alves, 2003).

2.1.2. Situação da Cultura no Brasil

O mamoeiro é cultivado em todos os estados brasileiros e no Distrito Federal com cerca de 35.531 ha de área cultivada. Sua produção foi de 1.854,340 toneladas em 2011, considerando os frutos dos grupos “Solo” e “Formosa”, com ligeiro aumento em relação aos anos anteriores com média de produtividade de 52,19t/ha. Porém, a série histórica de produção dos últimos 10 anos mostra uma variação em torno desse valor (IBGE, 2013).

Entre os estados produtores, a Bahia é o líder com uma produção em 2011 de 928.035 toneladas, que correspondeu a 50% do total nacional. No segundo posto encontra-se o Espírito Santo, com uma produção de 560.576 toneladas, que equivalem a 30,23% do total nacional. Esses dois estados concentraram 80,28% da produção nacional de mamão, em 2011. Destaca-se que o rendimento médio da cultura no Espírito Santo é o mais elevado (79,3 toneladas por hectare), ao passo que, na Bahia, o rendimento na safra em 2011 foi de 60,80 t/ha (IBGE, 2013).

O Espírito Santo possui uma área aproximada de 7,069 hectares com a cultura e gera cerca de 17.500 empregos diretos e 61.250 empregos indiretos (Ruggiero et al., 2003; IBGE, 2013). É também destaque no cenário nacional como o maior exportador de mamão, sendo responsável por 74% do que é exportado por todo o país (Martins e Costa, 2003). O principal importador são os Estados Unidos, que em 2008 movimentaram 22.353,906 de dólares em 16.838,220 de quilos de mamão no primeiro semestre de 2008 (IBRAF, 2008).

2.2. Manejo Integrado (MI)

2.2.1. Manejo Integrado de Pragas (MIP)

No passado, o controle de pragas baseava-se no método de aplicação em larga escala e continuada de inseticidas, devido ao baixo custo e largo espectro. Entretanto, com o tempo verificou-se que essa prática era inadequada por provocar contaminação no agroecossistema causando desta maneira, seu desequilíbrio. Espécies tornaram-se resistentes com o conseqüente ressurgimento de espécies previamente controladas, surtos epidêmicos de pragas historicamente de importância secundária e redução da população de insetos benéficos. Além disto, passaram a se observar efeitos deletérios em animais selvagens, domesticados, homem, bem como acúmulo de resíduos tóxicos no solo, na água e nos alimentos (Zambolim e Junqueira, 2004).

Pode-se entender o MIP como o uso harmônico de múltiplas táticas de proteção de plantas e o manejo referem-se refere-se a um conjunto de regras (idealmente baseadas em considerações econômicas, sociais e ambientais) que orientam a tomada de decisão (geralmente pulverizar ou não um defensivo químico), com objetivo de manter a população do organismo nocivo abaixo de um limiar predeterminado (Kogan, 1998).

Com a adoção do manejo integrado de pragas o que se procura é a obtenção de: maior estabilidade da produção; padronização de procedimentos de controle integrado; exploração de novas áreas agricultáveis ou a exploração de áreas velhas com novas culturas; maiores rapidez e flexibilidade na resposta a surtos epidêmicos de pragas; menor agressão ao meio ambiente (Pedigo, 2001).

2.2.2. Produção Integrada de Frutas (PIF)

O início da Produção Integrada (PI) deu-se nos anos 50 com uma série de pesquisas que avaliavam os efeitos negativos do uso de agrotóxicos e a utilização de inimigos naturais no controle de pragas e doenças (Dickler, 2000).

A busca por práticas de manejo que levem em consideração a utilização de diversas táticas de controle em plantas cultivadas levou ao surgimento da Produção Integrada, que em fruteiras recebe a denominação de PIF (Produção Integrada de

Frutas). Este programa surgiu na Europa, na década de 80, para ser utilizado em fruteiras de clima temperado, visando avançar na redução de agroquímicos obtida pelo uso isolado do manejo integrado das pragas (MIP). E pode ser entendido que a produção integrada é um sistema de exploração agrária que produz alimentos e outros produtos de alta qualidade mediante o uso dos recursos naturais e de mecanismos reguladores para minimizar o uso de insumos e contaminantes e para assegurar uma produção agrária sustentável (Titi et al., 1995; Sanhueza, 2000).

O sistema de Produção Integrada de Frutas é constituído por um conjunto de práticas agronômicas selecionadas a partir daquelas disponíveis regionalmente e que, no conjunto, asseguram a qualidade e produtividade das culturas dentro de uma base sustentável. O uso de diferentes métodos (biológicos e químicos, entre outros) é cuidadosamente aplicado levando-se em conta as exigências dos consumidores, a viabilidade econômica da atividade e a proteção ao meio ambiente (Brasil, 2001).

A PIF, além de ser uma proposta de agricultura sustentável sob os pontos de vista ecológico, social e econômico, aumenta muito a possibilidade de as frutas produzidas concorrerem com maior competitividade nos principais mercados importadores, os quais, além da qualidade visual das frutas, passaram a exigir controle sobre todo o sistema de produção, de modo a permitir a rastreabilidade do produto (Sansavini, 1995; Avilla, 2000).

A razão para a mudança foi a constatação de que o MIP não impunha nas recomendações as práticas de manejo do solo, da água, da planta, da nutrição e das doenças, tornando-o um sistema incompleto e insuficiente para atingir metas de sustentabilidade da atividade. No Brasil a PIF se iniciou na cultura da maçã em 1998 e hoje já é aplicado no país em diversas frutíferas (manga, uva, maçã, melão, mamão, pêssego, banana, caqui e citros). Os benefícios são evidentes já que um dos objetivos, que é a racionalização no uso de agrotóxicos, foi atingido com êxito (Fachinello, 1999).

O marco legal para Produção Integrada de Frutas no país foi com a Instrução Normativa – IN 20/2001, com as Diretrizes Gerais e Normas Técnicas Gerais da Produção Integrada de Frutas (PIF) e com a portaria 144/2002, que diz respeito ao Regulamento de Avaliação da Conformidade (RAC/INMETRO) para Processo da PIF (Medeiros, 2011).

Na cultura do mamão, em pomares conduzidos segundo as normas da PIF, a redução no uso de acaricidas e inseticidas foi de 35,7%, fungicidas de 30% e herbicidas de 78%. Além disso, houve uma redução no custo de produção de mamão em torno de 44% no campo e pós-colheita evidenciando que o emprego de diversos métodos de manejo de forma integrada pode garantir uma produção segura e economicamente viável (Andrigueto e Kososki, 2005).

Nesse contexto, o uso racional de adubos e nutrientes pode constituir uma das táticas utilizadas na Produção Integrada de Frutas, com a formação de plantios mais resistentes, devido principalmente ao maior equilíbrio nutricional nos sistemas agrícolas. Entre os produtos destacam-se os silicatos, que vêm sendo utilizados como indutores de resistência em monocotiledôneas e, mais recentemente, em dicotiledôneas.

2.2.3. Indutores de Resistência

Vários tipos de indutores de resistência, bióticos e abióticos, têm sido utilizados visando à produção de mudas mais saudáveis e à redução no emprego de agrotóxicos em programas de manejo integrado (Schaffrath et al., 1996).

Oliveira e Nascimento (2009) testaram extratos vegetais, tais como extratos de alho (*Allium sativum* L.), cebola (*Allium cepa* L.) e nim (*Azadirachta indica* (A) Juss.) e indutores de resistência, tais como o Bion[®] (0,1 g L⁻¹), Agro-Mos[®] (1,0 mL L⁻¹) e Ecolife[®] (1,0 mL L⁻¹), e o fungicida carbendazim (Derosal), na concentração indicada pelo fabricante, no controle da podridão-negra em abacaxi 'pérola'. Concluíram que há possibilidade de diminuir a severidade da podridão-negra do abacaxizeiro, causada pelo fungo *Chalara paradoxa*, com a utilização do indutor de resistência Ecolife[®], que apresentou os melhores resultados.

Dentre os indutores de resistência mais estudados, o silício tem tido destaque pelos resultados promissores. Segundo Epstein (1999), o fornecimento de silício tem beneficiado muitas espécies vegetais, estimulando o crescimento e a produção, além de propiciar proteção contra estresses abióticos e diminuir a incidência de insetos praga e doenças.

O silício (Si) é o segundo elemento mais abundante na litosfera (27,7%), atrás apenas da O₂ (47,4%). Os compostos de silício contribuem em mais de 60% com os compostos do solo e sua concentração na forma solúvel, como ácido silícico,

se situa entre 35 e 40 mg L⁻¹ ou 0,1 a 0,6 mM (Epstein, 1999; Ma et al., 2004; Fauteux et al., 2005).

Embora não seja um elemento essencial às plantas, é considerado benéfico, proporcionando melhorias nutricionais, incremento na produção e qualidade dos produtos agrícolas e maior tolerância ao déficit hídrico. Além disso, vem sendo apontado como uma alternativa promissora no manejo de doenças e pragas, principalmente em gramíneas (Korndörfer e Datnoff, 1995).

A essencialidade do Si está finalmente prestes de a ser reconhecida em plantas superiores. O papel mais importante deste elemento não está na sua aceitação geral da essencialidade, mas sim na sua função mais marcante e original que confere tolerância em plantas a vários fatores abióticos e / ou estresses bióticos (Epstein e Bloom, 2006).

O silício está entre 0,1 e 10% do peso seco das plantas superiores. Em comparação, o cálcio está presente em valores que variam de 0,1 a 0,6% e o enxofre 0,1 a 1,5%. Em geral as monocotiledôneas acumulam mais silício que as dicotiledôneas, embora as diferenças possam ocorrer até mesmo entre variedades (Epstein, 1999; Ma et al., 2002).

Nesse contexto o uso de silício como indutor de resistência em várias culturas tem tomado proporções elevadas, visto a necessidade de alternativas para a agricultura atual. O silício, absorvido do solo na forma de ácido silícico, é depositado na parede celular podendo trazer efeitos benéficos para as plantas. É capaz de aumentar o teor de clorofila das folhas, ao proporcionar folhas mais eretas, permitindo maior penetração de luz solar, maior absorção de CO₂ e diminuição da transpiração excessiva, ocorrendo assim maior eficiência e incremento da taxa fotossintética, e tolerância das plantas aos estresses ambientais como frio, calor, seca, desbalanço nutricional e toxicidade a metais, além de reforçar a parede celular e aumentar a resistência contra patógenos e insetos (Epstein, 2001).

Outro benefício que o silício pode proporcionar é a alteração das respostas bioquímicas da planta ao ataque do parasita, aumentando a síntese de toxinas que podem agir como substâncias inibidoras ou repelentes (Dannon e Wydra, 2004).

No caso de aumento de resistência ao ataque de patógenos e insetos, o papel do silício foi atribuído em parte à sua acumulação e polimerização nas paredes celulares, o qual constitui uma barreira mecânica contra ataques, mas também tem

sido demonstrado que o tratamento de plantas com esse elemento resulta em acúmulo de compostos fenólicos, lignina e fitoalexinas (Batista et al., 2005).

. Em plantas de abóbora (*Cucurbita* sp.), aveia (*Avena sativa*) e sorgo (*Sorghum bicolor*) foi observado que a adubação com silício, resultou em um aumento na síntese de peroxidase, polifenoloxidase, glucanases e quitinases, estas enzimas estão associadas a uma aumento da produção de quinonas e espécies reativas de O₂ que têm propriedades antibióticas, que promovem maior lignificação dos tecidos, diminuição da qualidade nutricional e digestibilidade, que geram, conseqüentemente, uma diminuição na preferência dos insetos por plantas (Batista et al., 2005). As ações citadas estão relacionadas à lignificação, pois a lignina aumenta o enrijecimento dos tecidos vegetais (Gomes et al., 2005).

Em fruticultura os estudos ainda estão em fase inicial, sendo mais comum encontrar trabalhos relacionados a aplicação de silício em gramíneas e algumas olerícolas. Nesses trabalhos, tanto insetos como patógenos são alvos da aplicação de produtos silicatados. Outro fator a considerar é que várias fontes de silício podem ser utilizadas nas plantas, resultando em diferentes formas e alternativas de aplicação do mineral.

Quanto à aplicação visando o controle de doenças pode-se citar alguns trabalhos. Pratissoli et al. (2007) testaram argila silicatada contra uma importante doença em mamão, a varíola (*Asperisporium caricae*), e concluíram que a utilização dessa fonte de silício reduz a incidência e principalmente a severidade da varíola do mamoeiro.

Em trabalho realizado na cultura do melão, com o uso de diferentes doses de silicato de cálcio, contra a mancha-aquosa do meloeiro, a maior dose resultou em redução do índice de doença, a área abaixo da curva de progresso da doença e a incidência, aumentando o período de incubação e controlando a mancha-aquosa (Ferreira, 2009).

Moraes et al. (2006) estudando o efeito do silício na cultura do feijoeiro, contra a antracnose, chegaram a resultados que evidenciaram a redução na incidência da doença, porém não constataram a formação de barreira física ou o acúmulo de silício externamente, nesse caso, os autores consideram provável a atuação de enzimas específicas ou a estrutura da parede celular.

Em arroz, cultura amplamente utilizada nos estudos com o uso de silício, em estudos objetivando avaliar a presença de silício nos tecidos da planta, os

pesquisadores chegaram a resultados que demonstraram um aumento na espessura dos tecidos das folhas em mais de 178% em relação à testemunha (sem aplicação de silício). Ainda, no mesmo trabalho constataram que a presença do silício é importante para o incremento da resistência a mancha parda do arroz (Dallagnol et al., 2009).

Ainda para a mesma cultura, Rodrigues et al. (2004), estudaram a influência do silício como barreira física a penetração do fungo *Magnaporthe grisea*, causador da brusone do arroz, constataram que a aplicação do silício e seu acúmulo nos tecidos reduziram a penetração do fungo.

Pereira (2009) em seu trabalho avaliou a atuação do silicato de potássio contra a ferrugem do café e a ferrugem da soja, e seus resultados mostraram uma redução significativa da ferrugem nas folhas de mudas de café e em plantas de soja, e atribui a ação pela formação de barreira física criada pela polimerização do silicato de potássio, dificultando o estabelecimento do patógeno nas plantas.

Marschner (1995) relata que o fornecimento de Si é benéfico para muitas espécies vegetais e, em determinadas circunstâncias, para a maioria das plantas superiores. O silício pode estimular o crescimento e a produção vegetal por meio de várias ações indiretas, dentre elas a proteção contra estresses abióticos e quando disponível em abundância na solução do solo, pode conferir resistência ao ataque de insetos herbívoros e ao desenvolvimento e à penetração de hifas dos fungos nos tecidos vegetais.

Com relação a insetos pode-se destacar alguns trabalhos em outras culturas. O aumento do grau de resistência das plantas com silício pode ser resultado de alterações morfológicas das estruturas externas e internas da planta, bem como da produção de compostos deletérios a praga. Desta maneira, pode ocorrer alteração no comportamento do artrópode em plantas tratadas com silício (Goussain, 2006).

Gomes et al., (2008), trabalhando com o uso de silício como indutor de resistência em batata ao pulgão *Myzus persicae*, concluíram que a percentagem de lignina aumentou nas folhas das plantas adubadas com silício via solo e/ou foliar e, com isso, o silício atuou como indutor de resistência a *M. persicae* em batata.

Na cultura da berinjela a fonte de silício usada foi o silicato de cálcio, contra *Thrips palmi*. O resultado foi a diminuição da população e dos danos provocados pela praga, evidenciando um possível aumento da resistência da planta ao inseto (Almeida et al., 2008).

Polanczyk et al. (2008), trabalharam com escória siderúrgica como fonte de silício para induzir a resistência de crisântemos ao ataque de mosca minadora (*Liriomyza* spp.), e concluíram que o uso da escória é promissor no controle da mosca, sendo que houve menor suscetibilidade ao ataque de mosca minadora, com o menor número de folhas minadas e menor número de larvas vivas nas plantas tratadas.

Em trabalho avaliando o efeito do silício na resistência do tomate ao ataque de *Frankliniella schultzei*, houve redução nos danos dos insetos às folhas, aliado ao incremento na mortalidade de ninfas, cujo efeito foi associado à formação de barreira física nas folhas, se tornando uma alternativa viável ao controle da praga (Almeida et al., 2009).

Braga et al., (2008), avaliaram fontes e concentrações de silício na multiplicação *in vitro* do abacaxi 'IAC Gomo de Mel', visando melhorar a qualidade das mudas produzidas por esta técnica. Quanto às fontes de silício, para todas as variáveis analisadas, maiores resultados foram obtidos com a fonte silicato de potássio (K_2SiO_3), com a utilização da concentração de $1,0 \text{ g L}^{-1}$ de silicatos adicionados ao meio. Concluíram também que o uso de silicato de potássio foi eficiente no aumento do número de brotos, comprimento médio deste e na matéria fresca e seca. Também afetou algumas características morfofisiológicas como maior espessura do tecido do mesófilo foliar, maior número de estômatos e maiores diâmetros polar e equatorial dos mesmos (Braga, 2009).

Entre as fontes disponíveis no mercado existem as sólidas e líquidas, e a escolha deve seguir não somente a praticidade de aplicação como a eficiência. Em trabalho realizado por Fernandes et al. (2009), foi demonstrado que a utilização de silício no controle fitossanitário é uma alternativa eficiente no controle de pragas e doenças, devendo ser utilizada com prática auxiliar. Também concluíram que a fonte líquida foi tão eficiente quanto a aplicação de produtos fitossanitários e a fonte sólida, pela menor velocidade de translocação do elemento silício na planta, não teve resultados satisfatórios.

O Si é um elemento considerado pouco móvel nas plantas (Ma et al., 2001; Korndöfer et al., 2002). Assim, o fornecimento de Si via adubação foliar pode facilitar a absorção deste elemento na parte aérea das plantas, favorecendo o seu acúmulo na folha. O intuito de se pesquisar sobre o fornecimento foliar de Si é de descobrir alternativas viáveis de fertilização do nutriente, através da utilização de menores

quantidades, que possam suprir as plantas de Si ou então estimular seus efeitos benéficos (Buck et al., 2008).

O silicato de potássio (K_2SiO_3) é uma das fontes mais utilizadas para o fornecimento de Si via aplicações foliares em plantas (Zenão Júnior et al., 2009). O potássio presente nesse produto pode conferir, quando em dosagens adequadas, maior resistência das plantas a enfermidades, além de promover maior crescimento e ativação enzimática. O potássio está envolvido também nos mecanismos de defesa das plantas a pragas e doenças. Este macronutriente atua na ativação de aproximadamente 50 enzimas, destacando-se as sintetases, oxiredutases, desidrogenases, transferases, quinases e aldolases (Mengel e Kirkby, 1978; Marschner, 1995; Malavolta et al., 1997; Taiz e Zieger, 2013).

As plantas bem nutridas em potássio apresentam redução na incidência, severidade e danos causados por pragas. A explicação seria que altas concentrações de K nos tecidos favorecem a síntese e o acúmulo de compostos fenólicos, os quais atuam como inibidores de insetos e fungos (Huber e Arny, 1985, Perrenoud, 1990; Taiz e Zieger, 2013).

As plantas bem nutridas em potássio apresentam maior síntese de material para a formação da parede celular. Frequentemente, as paredes são mais espessas devido a maior deposição de celulose e compostos relativos, promovendo maior estabilidade e um aumento da resistência das plantas ao acamamento e às infestações de doenças e pragas (Pretty, 1982; Beringer e Nothdurft, 1985; Taiz e Zieger, 2013).

2.3. Principais Pragas do Mamoeiro

No Brasil o mamão é atacado por diversas pragas, como ácaros e insetos, porém os ácaros constituem a praga mais séria da cultura, pela sua distribuição por todas as regiões produtoras, proliferação rápida e um alto potencial biótico (Flechtmann, 1985; Martins, 2003).

Dentre eles, destacam-se o ácaro-branco *Polyphagotarsonemus latus* e o ácaro rajado *T. urticae*, como pragas principais (Flechtmann, 1985; Moraes e Flechtmann, 2008).

2.3.1. Ácaro Rajado *Tetranychus urticae* Koch (1836)

O ácaro rajado *T. urticae* (ACARI: TETRANYCHIDAE) possui um grande número de ácaros estritamente fitófagos. Esses possuem uma característica importante e que afeta diretamente sua proliferação, reprodução e proteção, que é a produção de teia, de forma abundante e próxima às nervuras da face inferior das folhas mais velhas do mamoeiro. No Brasil, essa família compreende muitas espécies de importância econômica, porém *T. urticae* é a única espécie que apresenta um grande número de hospedeiros e causa sérios danos a muitos deles (Moraes e Flechtmann, 2008).

São haplodiploides, pois os machos são produzidos por partenogênese arrenótica e as fêmeas através de reprodução sexuada, sendo que, machos e fêmeas passam pelas fases de ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto (Flechtmann, 1985).

Uma das características mais importantes dessa praga é o grande potencial biótico que apresenta, podendo cada fêmea dar origem a 60 ovos por postura, sendo seu ciclo curto, variando de 5 a 20 dias para os machos e de 5 a 50 dias para as fêmeas, dependendo de fatores climáticos, como temperatura, por exemplo, que à medida que aumenta diminui o ciclo. Assim como a temperatura, a umidade e o estado nutricional da planta hospedeira também podem influenciar na duração do ciclo do ácaro rajado (Helle e Sabelis, 1985).

Sua presença na cultura do mamão está relacionada principalmente a períodos mais quentes e secos também em veranicos que podem ocorrer nos meses de janeiro e fevereiro (Sobrinho et al., 1998).

O *T. urticae* apresenta grande dimorfismo sexual, onde a fêmea, com 0,5 mm de comprimento, é bem maior que o macho, com 0,25 mm. Apresenta dois pares de manchas escuras no dorso, devido à cor do conteúdo do ventrículo, visível por transparência do tegumento, dando um aspecto rajado, originando seu nome vulgar. Seus ovos, arredondados, são postos próximos às nervuras e entre a considerável quantidade de teias formadas na face inferior das folhas do terço inferior da planta, onde os danos são provocados (Flechtmann, 1985; Moraes e Flechtmann, 2008).

É uma praga chave na agricultura, principalmente por ser polífaga e cosmopolita, atacando várias espécies de plantas em várias regiões do país e do

mundo (Flechtmann, 1985), e na cultura do mamão é considerada uma das pragas mais importantes para as condições do Brasil (Moraes e Flechtmann, 2008).

Essa praga em todas as suas fases causa danos, principalmente pelo ataque direto em folhas mais velhas do terço inferior das plantas, se localizando na face inferior da mesma, próximo às nervuras, que lhes dá condições propícias para seu desenvolvimento e sua reprodução. No início, devido à perfuração das células epidérmicas e parenquimatosas pelos estiletes, o conteúdo celular extravasa, em consequência da retração dos estiletes, e esse líquido é então ingerido por sucção (Janssenet al., 1998; Moraes e Flechtmann, 2008).

Os sintomas aparecem primeiramente como manchas cloróticas ou prateadas que são vistas também na face superior, e, em seguida, essas manchas tornam-se amareladas e, posteriormente, necróticas com rompimento da parede levando à redução da área fotossintética da planta, queda prematura das folhas e maior exposição dos frutos à incidência dos raios solares (Oliveira, 1988; Martins e Costa, 2003).

Com isso, a perda na qualidade e produtividade afeta diretamente a comercialização do mamão, principalmente para aqueles destinados a exportação, sendo necessário controlar ou, ao menos, conviver com essa praga na cultura, mantendo-a abaixo do nível de dano econômico (Janssenet al., 1998; Collier et al., 2004).

2.3.2. Controle

Um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento de ácaros fitófagos é o desequilíbrio nutricional e as perturbações fisiológicas provocados principalmente por estresse hídrico e nutricional, ou pela ação de agrotóxicos (Monteiro, 1994a). Assim, pulverizações contínuas de agrotóxicos têm levado a baixa eficiência, devido à seleção de populações resistentes (Monteiro, 1994a; Sato et al., 2007). Além disso, o uso de produtos de largo espectro provoca mortalidade dos ácaros predadores, o que contribui consideravelmente para o desequilíbrio do agroecossistema (Monteiro, 2001b; Moraes e Flechtmann, 2008).

Por isso, torna-se importante a utilização racional e conjunta de todas as medidas de controle disponíveis e viáveis, para que se consiga reduzir a utilização de agrotóxicos. No mamão, isso já vem sendo priorizado através da implantação

do “*System Approach*” como garantia quarentenária contra a mosca-das-frutas, objetivando atender as exigências dos Estados Unidos, maior importador da fruta.

Esse conceito, relativamente novo, integra várias práticas de pré e pós-colheita que promovem a garantia de que o produto está livre da praga-alvo. No Espírito Santo, a aplicação do *System Approach* permitiu que o mamão começasse a ser exportado a partir de 1998, abrindo fronteiras principalmente para a América do Norte e Europa (Martins e Malavasi, 2003). Vale ressaltar que esse programa está diretamente associado a outros dois programas importantes de manejo de pragas no Brasil, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) e a Produção Integrada de Frutas (PIF), todos com o objetivo principal de melhorar a qualidade do produto final através do emprego de múltiplas táticas de manejo (Malavasi e Martins, 2005).

O controle químico é o método mais utilizado para o controle do ácaro rajado (Watanabe et al., 1994), sendo altamente eficiente quando aplicado de forma correta, podendo ocasionar 100% de mortalidade em adultos e formas jovens, e 100% de inviabilidade nos ovos dessa praga, com aplicação de acaricidas e inseticidas (Albuquerque et al., 2003; Filho et al., 2008).

Seu uso de forma inadequada e sem critérios pode levar a um desequilíbrio total do ambiente e da planta. Com isso vários problemas podem surgir em decorrência do uso indiscriminado de agrotóxicos, como por exemplo, altos níveis de resíduos tóxicos nos alimentos e intoxicação de mamíferos, assim como seus efeitos sobre os inimigos naturais e surgimento de populações resistentes, principalmente em ácaros, que, devido à sua biologia, selecionam indivíduos resistentes a aplicações sucessivas de acaricidas (Sato et al., 2000; Sato, 2007).

No sentido de se desenvolver uma agricultura sustentável e proporcionar aos consumidores alimentos saudáveis, produzidos com comprometimento ambiental, é de extrema importância o estudo e a utilização de métodos alternativos ao controle químico tais como o uso de cultivares tolerantes, feromônios, práticas culturais e controle biológico (Vieira et al., 2006).

Um grave problema é o surgimento de populações resistentes de *T. urticae* em culturas onde o uso de agrotóxicos é realizado como única forma de controle e em número alto de pulverizações. Sato (2007) registrou a incidência de populações resistentes de *T. urticae* ao princípio ativo clorfenapir, em São Paulo, onde muitos acaricidas contendo esse ingrediente ativo são bastante utilizados em várias culturas para controle dessa praga.

3. TRABALHOS

COMPORTAMENTO DE *Tetranychus urticae* Koch EM FOLHAS DE MAMOEIRO TRATADAS COM SILICATO DE POTÁSSIO

RESUMO

O objetivo foi verificar o comportamento de fêmeas adultas do ácaro rajado por meio do teste de livre escolha, em folhas de mamoeiro tratadas com silicato de potássio. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x2x5, sendo cinco doses de silicato de potássio (0, 25, 50, 75 e 100%), dois produtos à base de silicato de potássio a 0,2% (Dephensor® e Chelal Si®) e cinco aplicações, com quatro repetições por tratamento. A parcela experimental foi composta por 5 placas de Petri, com dois discos (arenas) de 2 cm de diâmetro de folha de mamoeiro, sendo um tratado com silicato de potássio e outro sem silicato (controle) para avaliação das infestações dos ácaros. As arenas foram unidas por uma “ponte” artificial de vidro (lamínula) e sobre elas foram liberadas 10 fêmeas adultas fecundadas de *T. urticae*. Após este procedimento as placas de Petri foram transferidas para câmara climatizada. Os resultados foram obtidos após 24 horas da liberação dos ácaros, por contagem do número de indivíduos em cada arena e demonstram que na primeira aplicação houve variação quanto à preferência da praga de acordo com a dosagem. A partir da segunda aplicação para os dois produtos e em todas as dosagens houve diferença significativa entre arenas tratadas e a testemunha, observando-se o maior número de ácaros nas arenas tratadas apenas

com água destilada. Estes resultados evidenciam influência no comportamento da praga por não preferência.

Termos para indexação: ácaro rajado, mamão, silício, indutor de resistência

BEHAVIOR OF *Tetranychus urticae* Koch FROM PAPAYA TREE TREATED WITH POTASSIUM SILICATE

ABSTRACT

The objective was to verify the behavior of adult female mite through the free choice test in papaya leaves treated with potassium silicate. The experimental design was a 5x2x5 factorial randomized block design, with five doses of potassium silicate (0, 25, 50, 75 and 100%), two products based on potassium silicate 0.2% (Dephensor® and Chelal Si®) and five applications, with four replicates per treatment. The experimental plot consisted of five Petri dishes with two disks (arenas) of 2 cm diameter leaf papaya, being treated with potassium silicate and other silicate without (control) for assessing infestations of mites. The arenas were joined by an artificial "river" glass (cover slip) and about 10 of them fertilized adult females of *T. urticae* were released. After this procedure the Petri dishes were transferred to climate chamber. The results were obtained after 24 hours of the release of mites, by counting the number of individuals in each arena and demonstrate the first application that there was a variation on the preference of the pest according to the dosage. From the second application for both products and at all doses was no significant difference between treated and control arenas, observing the highest number of mites in the arenas treated only with distilled water. These results show the influence pest behavior by no preference.

Index terms: spider mite, papaya, silicon, inducing resistance

INTRODUÇÃO

A cultura do mamão tem grande importância econômica para o Brasil, sendo o segundo maior produtor mundial, com 15,7% da produção e o terceiro maior do mundo em exportação (FAO, 2013).

O ataque de pragas nessa cultura pode reduzir consideravelmente a produção e a qualidade do produto colhido, sendo que, uma das principais pragas é o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (1836) (Moraes e Flechtmann, 2008).

Uma das características mais importantes dessa praga é o grande potencial biótico que apresenta, podendo cada fêmea dar origem a 60 ovos por postura, sendo seu ciclo curto, variando de 5 a 20 dias para os machos e de 5 a 50 dias para as fêmeas, dependendo de fatores climáticos (Helle e Sabelis, 1985).

O controle químico é o método mais utilizado para o controle desta praga (Watanabe et al., 1994), sendo altamente eficiente quando aplicado de forma correta, podendo ocasionar 100% de mortalidade em adultos e formas jovens, e 100% de inviabilidade nos ovos dessa praga, com aplicação de acaricidas e inseticidas (Albuquerque et al., 2003; Filho et al., 2008).

No sentido de se desenvolver uma agricultura sustentável e proporcionar aos consumidores alimentos saudáveis é de extrema importância o estudo e a utilização de métodos alternativos ao controle químico tais como o uso de cultivares tolerantes, ferormônios, práticas culturais, controle biológico e indução de resistência (Vieira et al., 2006).

Dentre os indutores de resistência mais estudados, o silício tem tido destaque por trazer benefícios para as plantas, sendo capaz de aumentar o teor de clorofila das folhas e a tolerância das plantas aos estresses ambientais como frio, calor, seca, desbalanço nutricional e toxicidade a metais, além de reforçar a parede celular e aumentar a resistência contra patógenos e insetos (Taiz e Zeiger, 2013).

Outro nutriente que pode induzir resistência às plantas é o potássio, ele atua na ativação de aproximadamente 50 enzimas, destacando-se as sintetases, oxiredutases, desidrogenases, transferases, quinases e aldolases (Marschner, 2012). As plantas bem nutridas deste nutriente apresentam redução na incidência, na severidade e nos danos causados por pragas. A explicação seria que altas concentrações de potássio nos tecidos favorecem a síntese e o acúmulo de compostos fenólicos, os quais atuam como inibidores de pragas (Wang et al., 2013) e doenças (Sarwan, 2012).

O silicato de potássio (K_2SiO_3) é uma das fontes mais utilizadas para o fornecimento de silício e potássio via aplicações foliares em plantas (Zenão Júnior et al., 2009), além disso, este adubo pode induzir resistência a vários polífagos (Gomes et al., 2009). Contudo, o efeito de K_2SiO_3 em mamoeiro ainda não foi relatado na

literatura, justificando estudos que visam à indução de resistência a acaros, visto que esta praga apresenta um ciclo reprodutivo rápido e, desta forma, pode burlar esta pseudoresistência ou não. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento por preferência do ácaro rajado em folhas de mamoeiro tratadas com duas fontes comerciais a base de silicato de potássio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI), situado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre – ES. O município está localizado a uma altitude de 250m, latitude 20° 45' S e longitude 41° 29' W.

Delineamento Estatístico e Preparação dos Bioensaios

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x2x5, sendo cinco doses de silicato de potássio (0, 25, 50, 75 e 100%), dois produtos à base de silicato de potássio a 0,2% (Dephensor® e Chelal Si®) e cinco aplicações, com quatro repetições por tratamento. A parcela experimental foi composta por 5 placas de Petri, com dois discos (arenas) 2 cm de folha de mamoeiro, sendo um tratado com silicato de potássio e outro sem silicato (controle) para avaliação das infestações dos ácaros.

Cultivo das Mudanças

Foram utilizadas mudas de mamoeiro da variedade Sunrise Havai produzidas por sementes Feltrin® em viveiro comercial no município de Alegre-ES. As mudas foram produzidas em bandejas com cinquenta células em substrato Basaplant® Hortaliça BX e após atingirem 20cm de altura foram transplantadas para sacolas de polietileno de baixa densidade, com 40x45x25,5 cm de diâmetro, capacidade para 20L, preenchidas com solo de barranco, devidamente adubado e corrigido de acordo com Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o estado do Espírito Santo 5° Aproximação (Prezotti et al., 2007) após análise

química realizada no Laboratório de Análises de Solos Raphael M. Bloise do CCA-UFES.

Aplicações dos Tratamentos

A aplicação dos tratamentos iniciou-se 20 dias após o transplante das mudas, sendo realizadas 5 aplicações de cada tratamento com intervalos de 10 dias. As aplicações foram realizadas via foliar, com auxílio de um mini-pulverizador manual com pressão calibrada a 40 lb/pol², até o escoamento da calda sob as plantas. As pulverizações de todos os tratamentos foram realizadas utilizando como solvente água destilada. Como testemunha foi utilizada água destilada nas pulverizações das plantas. Em todos os casos foi adicionado Tween 20 a 0,5 mL L⁻¹.

Criação de *Tetranychus urticae*

Adultos de *T. urticae* foram coletados em campo e levados para o laboratório de Entomologia, onde foram transferidos para mudas de feijão-de-porco *Canavalia ensiformis* DC. e mantido sem vasos plásticos em sala regulada à temperatura de 26 ± 1°C. As trocas dos vasos ocorreram em um intervalo de 5 a 7 dias.

Preparação dos Bioensaios

Três dias após cada aplicação com os produtos pre estabelecidos, as folhas de mamão foram retiradas das mudas, imersas em hipoclorito de sódio 1% por 1 minuto e lavadas em água destilada, para a eliminação de agentes patogênicos externos. Depois de lavadas, foram retirados discos de 2cm de diâmetro com auxílio de um cilindro de ferro, sendo denominados de arenas.

Em placas de Petri (15 cm de diâmetro e 5 cm de altura), forradas com algodão hidrófilo umedecido, foram colocadas duas arenas, uma com o tratamento e a outra sem o silicato (testemunha), unidas por uma “ponte” de vidro (lamínula), onde foram liberadas 10 fêmeas adultas fecundadas de *T. urticae*.

Após este procedimento as placas de Petri foram transferidas para câmara climatizada à temperatura de 25,0 ± 1,0°C e 70,0 ± 1% UR e fotofase de 12 horas.

As arenas foram unidas por uma “ponte” artificial de vidro (lamínula) e sobre elas foram liberadas 10 fêmeas adultas fecundadas de *T. urticae*.

Avaliação e análise estatística

A avaliação foi realizada 24 horas após as infestações dos ácaros, sendo realizada pela contagem do número total de indivíduos por arena.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste bilateral de Dunnett (5% de probabilidade).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças para os testes de livre escolha pelos ácaros entre as duas fontes silicatadas utilizadas. Verificou-se que com apenas uma aplicação das fontes silicatadas nas folhas do mamoeiro o número de ácaros rajados não diferiu da testemunha. Com o aumento do número de aplicações, o número de ácaros foi sempre menor em folhas pulverizadas com fontes silicatadas, independente da dosagem utilizada (Tabela 1).

Gomes et al. (2009) testando a resistência das plantas de batata inglesa a *D. speciosa* e a *Liriomyza* spp., verificaram que a utilização do silício, independente da forma de aplicação (via solo ou pulverização foliar) e da fonte (ácido silícico ou pó de rocha) utilizada apresentou menor número de injúrias foliares em relação àquelas da testemunha.

Tabela 1. Número de indivíduos de ácaro rajado (*Tetranychus urticae*) por arena foliar de mamoeiro tratadas com doses de produtos à base de silício e em diferentes números de aplicações

| Doses de fontes silicatadas (%) | Nº de aplicações de fontes silicatadas | | | | |
|---------------------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0 (testemunha) | 3,70 | 7,10 | 6,80 | 7,02 | 7,10 |
| 25 | 4,50 ^{ns} | 2,00 ⁻ | 1,70 ⁻ | 1,30 ⁻ | 1,50 ⁻ |
| 50 | 3,90 ^{ns} | 1,90 ⁻ | 1,80 ⁻ | 1,90 ⁻ | 1,20 ⁻ |
| 75 | 4,40 ^{ns} | 1,10 ⁻ | 1,50 ⁻ | 1,80 ⁻ | 1,90 ⁻ |
| 100 | 4,10 ^{ns} | 2,20 ⁻ | 2,30 ⁻ | 1,40 ⁻ | 1,50 ⁻ |
| CV (%) | 39,3 | | | | |

Em cada coluna, médias seguidas por +, - ou ns são maiores, menores ou não diferem do tratamento 0 (testemunha), respectivamente, pelo teste de Dunnett a 5%.

Na segunda aplicação, houve diferença significativa entre as arenas de folhas tratadas e não tratadas, sendo que, de forma geral, a maioria das fêmeas do ácaro rajado foi encontrada em arenas não tratadas, evidenciando influência dos produtos como repelentes a praga (Tabela 1).

Este comportamento pode estar ligado às características adquiridas por plantas submetidas a adubações com silicatos de potássio, principalmente, pela ação do silício e potássio, conferindo maior resistência às folhas. O silício pode proporcionar a alteração das respostas bioquímicas da planta ao ataque do parasita (Dannon e Wydra, 2004). O Potássio participa direta ou indiretamente de inúmeros processos bioquímicos envolvidos com o metabolismo de carboidratos (Römheld et al., 2010). Plantas bem nutridas em potássio tendem a ser menos susceptíveis ao ataque de pragas (Sarwar, 2012).

A partir da segunda aplicação observa-se que a preferência de alimentação de *T. urticae* por discos foliares oriundos de plantas não tratadas com silício (dose 0,0%) foi maior e concomitantemente os tratamentos com as doses a partir de 25% o número de *T. urticae* foi menor (Tabela 2). Esses resultados concordam com os de Körndorfer et al. (2003), que relatam que o silício na planta está relacionado com a proteção mecânica das plantas, já que diminuem a suscetibilidade de ataque de pragas, como insetos sugadores e mastigadores. E também com o de Assis et al. (2012), em girassol, para o pulgão *Myzus persicae*, onde, após 48 horas, o número de adultos presentes na testemunha ($4,0 \pm 0,58$) foi quase três vezes maior do que nas plantas que receberam ácido silícico em *drench* ($1,4 \pm 0,52$) ou foliar ($1,0 \pm 0,33$).

Tabela 2. Número de indivíduos de ácaro rajado (*Tetranychus urticae*) por arena foliar de mamoeiro tratadas em função do número de aplicações de diferentes doses de produtos à base de silício.

| Nº de aplicações de fontes silicatadas | Doses de fontes silicatadas (%) | | | | |
|--|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |
| 1 (testemunha) | 3,70 | 4,50 | 3,90 | 4,40 | 4,10 |
| 2 | 7,10 ⁺ | 2,00 ⁻ | 1,90 ⁻ | 1,10 ⁻ | 2,20 ⁻ |
| 3 | 6,80 ⁺ | 1,70 ⁻ | 1,80 ⁻ | 1,50 ⁻ | 2,30 ⁻ |
| 4 | 7,02 ⁺ | 1,30 ⁻ | 1,90 ⁻ | 1,80 ⁻ | 1,40 ⁻ |
| 5 | 7,10 ⁺ | 1,50 ⁻ | 1,20 ⁻ | 1,90 ⁻ | 1,50 ⁻ |
| CV (%) | 39,3 | | | | |

Em cada coluna, médias seguidas por +, - ou ns são maiores, menores ou não diferem do tratamento 0 (testemunha), respectivamente, pelo teste de Dunnett a 5%.

O silício proporciona mudanças anatômicas nos seus tecidos, como o surgimento de células epidérmicas mais espessas (Sujatha et al., 2012), em decorrência da deposição de sílica (Asmar et al., 2011), resultando na formação de uma barreira mecânica capaz de dificultar o ataque de insetos sugadores (Gomes et al., 2005) e mastigadores e impedir a penetração de fungos (Marschner, 2012). Pode, também, atuar como ativador da expressão de reações de defesa natural das plantas via produção de compostos fenólicos e taninos (Laing et al., 2006), que podem agir como substâncias inibidoras ao patógeno (Pereira, 2007). Bekker et al. (2006) relataram que o silício tem um mecanismo de ação direta, bem como indireta pela elevação dos níveis de compostos fenólicos em plantas de abacateiro.

Costa et al. (2007) ao avaliarem o efeito do silício na indução de resistência ao pulgão-verde (*Schizaphis graminum*) em trigo, verificaram que o número de pulgões na testemunha foi nove vezes maior que nas plantas que receberam aplicação de ácido silícico.

CONCLUSÕES

O emprego de silicato de potássio em mamoeiro induz resistência a *T. urticae* pelo mecanismo de não preferência a alimentação.

Duas aplicações de Chelal Si ou Dephensor na dosagem de 25% são suficientes para estimular a não preferência do *T. urticae* no mamoeiro testado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, F. A.; Oliveira, J. V.; Gondim Junior, M. G. C.; Torres, J. B. (2003) Efeito de Inseticidas e Acaricidas Sobre Ovos e Fêmeas Adultas do Ácaro Rajado, *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE). *Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, Curitiba-PR, 13: 1-8.
- Asmar, S. A., Aparecida, M. P. F. A. R., de Araujo, G. (2011). Fontes de silício no desenvolvimento de plântulas de bananeira 'Maçã' micropropagadas. *Ciência Rural*, 41(7):1127-1131.

- Assis, F.A.; Nascimento, A.M.; Moraes, J.C.; Coelho, M.; Parolin, F.J.T. (2012) Não-preferência ao pulgão *Myzus persicae* em girassol induzida por silício. VI Workshop de Agroenergia, Ribeirão Preto – SP.
- Batista, G.F.; Campos, M.J.; Donizete, S.C.; Marcos, G.M. (2005) Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, 62:547-551.
- Bekker, T. F., Kaiser, C., Labuschagne, N. (2006) Efficacy of water soluble silicon against *Phytophthora cinnamomi* root rot of avocado: A progress report. *South African Avocado Growers' Association Yearbook*, 29:58-62.
- Costa, Rosane Rodrigues; MORAES, Jair Campos ANTUNES, Cristiana Siqueira. Resistência induzida em trigo ao pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (hemiptera: aphididae) por silício e acibenzolar-s-methyl. [J]. , 31, 2, pp. 393-397.
- Dannon, E. A; Wydra, K. (2004) Interaction between silicon amendment, bacterial wilt development and phenotype of *Ralstonia solanacearum* in tomato genotypes. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 64:233-243.
- Epstein, E. (1999) Silicon. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50:641–664.
- Epstein, E. (2001) Silicon in plants: Facts vs concepts. In: Datnoff, L. E.; Snyder, G.H.; Korndörfer, G. H. (Eds.). *Silicon in agriculture*. The Netherlands: Elsevier Science, 403p.
- FAO. (2011) Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Disponível em: www.fao.org.br. Consultado em 25/01/2014.
- Filho, A. B. E.; Oliveira, J. V.; Gondim Júnior, M. G. C. (2008) Toxicidade de Acaricidas sobre Diferentes Estágios de Vida de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em Mamoeiro. *Bio Essay*, Cambridge, 3: 6.

- Gomes FB, de Moraes JC, dos Santos CD, Goussain MM (2005) Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. *Scientia Agricola*, 62(6): 547–551.
- Helle, W., Sabelis, M. W. (1985) Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control, vol. 1B. *Elsevier*, Amsterdam, 458p.
- Jones, L. H. P.; Handreck, K. A. (1967) Silica in soils, plants and animals. *Adreanus in Agronomy*, San Diego, 19: 107-149.
- Körndorfer, G. H., Pereira, H. S.; Camargo, M. S. Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura. Uberlândia: Grupo de pesquisa “Silício na agricultura”: UFU, 2003, 22p. (Boletim técnico 1).
- Laing, M. D., Gatarayih, M. C., Adandonon, A. (2006) Silicon use for pest control in agriculture: A review. *Proceedings of the South African Sugar Technologists' Association*, 80: 278-286.
- Marschner, P. Mineral Nutrition of Higher Plants. 3ed. San Diego: Elsevier. 2012. 651p.
- Moraes, G. J.; Flechtmann, C. W. (2008) *Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil*. Ribeirão Preto-SP: Holos, 308p.
- Pereira, S.C. (2007) *Silício como potencializador da atividade de enzimas de defesa à ferrugem em plantas de café e soja*. Tese (Mestrado em Bioquímica Agrícola) – Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa, UFV. 70p.
- Prezzoti, L. C.; Gomes, J. A.; Dadalto, G. G.; Oliveira, J. A. (2007) Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o estado do Espírito Santo. 5ª aproximação. Vitória, ES: SEEA/INCAPER/CEDAGRO. 305p.
- Römheld, V., Kirkby, E. A. (2010) Research on potassium in agriculture: needs and prospects. *Plant and Soil*, 335:155-180.

- Sarwar, M. (2012). a. Effects of potassium fertilization on population build up of rice stem borers (lepidopteron pests) and rice (*Oryza sativa* L.) yield. *Journal of Cereals and Oil seeds*, 3(1), 6-9.
- Sujatha, K. B., Babu, S. M., Ranganathan, S., Rao, D. N., Ravichandran, S., e Voleti, S. R. (2012). Silicon Accumulation and its Influence on some of the Leaf Characteristics, Membrane Stability and Yield in Rice Hybrids and Varieties Grown under Aerobic Conditions. *Journal of Plant Nutrition*. 36(6): 963-975.
- Takahashi, E. (1995) Uptake mode and physiological functions of silica. In: Matsuo, T.; Kumazawa, K.; Ishh, R.; Ishihara, K.; Hirata, H. (Eds.). Science of the rice plant: physiology. *Food and Agriculture Policy Research Center*, p. 420-433.
- Vieira, M.R. (2006) Efeito acaricida de extratos vegetais sobre fêmeas de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu-SP, 8(4): 210-217.
- Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q., Guo, S. (2013) The Critical Role of Potassium in Plant Stress Response. *International journal of molecular sciences*, 14 (4):7370-7390.
- Watanabe, M.A.; Moraes, G.J. de; Gastaldo Jr., I.; Nicolella, G. (1994) Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. *Scientia Agrícola*, Campinas-SP, p. 75-81.
- Yoshida, S. (1975) Chemical aspects of the role of silicon in physiology of the rice plant. *Bulletin National Institute of Agriculture and Science*, 15: 1-58.
- Zenão Júnior, L.A.; Fontes, R.L.F.; Avila, V.T. (2009) Aplicação do silício para aumentar a resistência do arroz à mancha-parda. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(2): 203-206.

MORTALIDADE E OVIPOSIÇÃO DO ÁCARO RAJADO *Tetranychus urticae* Koch
EM FOLHAS DE MAMOEIRO SUBMETIDAS À ADUBAÇÃO FOLIAR COM
SILICATO DE POTÁSSIO

RESUMO

O objetivo deste experimento foi avaliar a interferência da aplicação de dois produtos a base de silicato de potássio na mortalidade e oviposição do ácaro rajado. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x2x5, sendo cinco doses de silicato de potássio (0, 25, 50, 75 e 100%), dois produtos à base de silicato de potássio a 0,2% (Dephensor® e Chelal Si®) e cinco aplicações de cada produto com quatro repetições por tratamento. Para os testes foram utilizados discos (arenas) de 2 cm de diâmetros de folhas de mamoeiro em placas de Petri com 25 cm de diâmetro onde foram acomodados cinco discos correspondentes a cada concentração da fonte de silicato de potássio, sem ligação entre eles para evitar a migração dos ácaros. Em seguida, foram liberadas 10 fêmeas adultas do ácaro em cada disco e após este procedimento as placas de Petri foram transferidas para câmara climatizada. Foram realizadas três avaliações, às 24, 48 e 72 horas após a liberação do ácaro. As fontes silicatadas são eficientes na redução da produção de ovos de fêmeas do ácaro rajado.

Termos para indexação: mamão, silício, indutor de resistência

MORTALITY AND OVIPOSITION *Tetranychus urticae* Koch FROM PAPAYA
TREE SUBMITTED TO FOLIAR WITH POTASSIUM SILICATE

ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate the interference of applying two products based on potassium silicate on mortality and oviposition spider mite. The experimental design was a 5x2x5 factorial randomized block design, with five doses of potassium silicate (0 , 25 , 50 , 75 and 100 %), two products based on potassium silicate 0.2% (Dephensor[®] and Chelal[®] Si) and five applications of each product with four replicates per treatment . For testing disks (arenas), 2 cm diameter papaya leaves in Petri dishes of 25 cm diameter disks which were housed five corresponding to each source concentration of potassium, silicate with no connection between them have been used to prevent migration of mites. Then were released 10 adult females of the mite on each disk and after this procedure the Petri dishes were transferred to a climatic chamber. Three evaluations were performed at 24, 48 and 72 hours after the release of mite. Silicate sources are effective in reducing egg production of female spider mite.

Index terms: papaya, silicon, inducing resistance

INTRODUÇÃO

A cultura do mamão tem grande importância econômica para o Brasil, sendo o segundo maior produtor mundial, com área colhida de 35.531 hectares e 15,7% da produção mundial (FAO, 2013).

O mamão é atacado por diversas pragas, porém, os ácaros constituem a praga mais séria da cultura, pela sua distribuição por todas as regiões produtoras, pela proliferação rápida e por um alto potencial biótico (Flechtmann, 1985; Martins, 1998). O ataque de pragas nessa cultura pode reduzir consideravelmente a produção e a qualidade do fruto colhido, sendo que, uma das principais pragas é o ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (1836).

É uma praga chave na agricultura, principalmente por ser polífaga e cosmopolita, atacando várias espécies de plantas em várias regiões do país e do mundo (Flechtmann, 1985).

Essa praga em todas as suas fases causa danos, principalmente pelo ataque direto em folhas mais velhas do terço inferior das plantas, se localizando na face inferior da mesma, próximo às nervuras, que lhes dá condições propícias para seu desenvolvimento e sua reprodução. No início, devido à perfuração das células epidérmicas e parenquimatosas pelos estiletes, o conteúdo celular extravasa, em consequência da retração dos estiletes, e esse líquido é então ingerido por sucção (Janssen et al., 1998; Moraes e Flechtmann, 2008).

Hoje, o controle de *T. urticae* é realizado principalmente por meio de controle químico. Uma das maiores dificuldades em se manejar esta praga é o pequeno número de ingredientes ativos registrados para a cultura, o que propicia seu uso indiscriminado, podendo levar a vários problemas como contaminação do meio ambiente, dos homens e animais, surgimento de populações resistentes, sendo que este último problema já vem preocupando a comunidade científica desde a década de 70 (Silva, 1971; Watanabe et al., 1994; Sato et al., 2000; Sato, 2003; Sato et al., 2005; Sato et al., 2007). Outro ponto importante é a ação tóxica desses produtos em inimigos naturais que são altamente suscetíveis (Poletti et al., 2006).

Atualmente, métodos de controle que visam diminuir a utilização de agrotóxicos estão sendo cada vez mais pesquisados para o manejo de pragas. Dentre esses métodos o fornecimento de silício para as plantas tem se destacado, pois tem beneficiado muitas espécies vegetais. Quando depositado na parede celular o silício traz efeitos benéficos para as plantas, sendo capaz de aumentar o teor de clorofila das folhas e a tolerância das plantas a estresses ambientais, além de reforçar a parede celular e aumentar a resistência contra pragas (Marschner, 2012).

Já existem relatos de que a ação do silício não se restringe apenas à barreira mecânica para inserção dos estiletes nos tecidos foliares das plantas, podendo ainda interferir na duração do período reprodutivo, na longevidade e na fecundidade de afídeos (Goussain et al., 2005).

O aumento do grau de resistência das plantas com silício pode ser resultado de alterações morfológicas das estruturas externas e internas da planta, bem como da produção de compostos deletérios a praga. Desta maneira, pode ocorrer alteração no comportamento do artrópode em plantas tratadas com silício (Goussain, 2006).

Resultados negativos aos aspectos citados já foram verificados para *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) em milho (Moraes et al., 2005). Além da não preferência de pulgões, o silício pode reduzir a reprodução dos insetos, como de *Bemisia tabaci* biótipo B (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro (Peixoto et al., 2011) e do pulgão *M. persicae* em *Zinnia elegans*, planta da família Asteraceae (Ranger et al., 2009).

Outro nutriente que pode induzir resistência às plantas é o potássio, ele atua na ativação de aproximadamente 50 enzimas, destacando-se as sintetases, oxiredutases, desidrogenases, transferases, quinases e aldolases (Marschner, 2012). As plantas bem nutridas deste nutriente apresentam redução na incidência, na severidade e nos danos causados por pragas. A explicação seria que altas concentrações de potássio nos tecidos favorecem a síntese e o acúmulo de compostos fenólicos, os quais atuam como inibidores de pragas (Wang et al., 2013) e doenças (Sarwan, 2012).

O silicato de potássio (K_2SiO_3) é uma das fontes mais utilizadas para o fornecimento de silício e potássio via aplicações foliares em plantas (Zenão Júnior et al., 2009), além disso, este adubo pode induzir resistência a vários polípagos (Gomes et al., 2009). Contudo, o efeito de K_2SiO_3 em mamoeiro ainda não foi relatado na literatura, justificando estudos que visam à indução de resistência a acaro, visto que esta praga apresenta um ciclo reprodutivo rápido e pode burlar esta pseudoresistência ou não. Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de diferentes doses e fontes comerciais de silicato de potássio na mortalidade e oviposição do ácaro rajado *T. urticae* em folhas de mamoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI), situado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre – ES. O município está localizado a uma altitude de 250m, latitude 20° 45' S e longitude 41° 29' W.

Delineamento estatístico e preparação dos bioensaios

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x2x5, sendo cinco doses de silicato de potássio (0, 25, 50, 75 e 100%), dois produtos à base de silicato de potássio a 0,2% (Dephensor® e Chelal Si®) e cinco aplicações, com quatro repetições por tratamento. A parcela experimental foi composta por 5 placas de Petri, com cinco arenas (discos) de 2 cm de diâmetro de folha de mamoeiro, sendo cada uma correspondente a uma concentração do silicato de potássio.

Cultivo das mudas

Foram utilizadas mudas de mamoeiro da variedade Sunrise Hawaii produzidas por sementes Feltrin® em viveiro comercial no município de Alegre-ES. As mudas foram produzidas em bandejas com cinquenta células em substrato Basaplant® Hortaliça BX e após atingirem 20 cm de altura foram transplantadas para sacolas de polietileno de baixa densidade, com 40x45x25,5 cm de diâmetro, capacidade para 20 L, preenchidos com solo de barranco, devidamente adubado e corrigido de acordo com Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o estado do Espírito Santo 5º Aproximação (Prezotti et al., 2007) após análise química realizada no Laboratório de Análises de Solos Raphael M. Bloise do CCA-UFES.

Aplicações dos tratamentos

A aplicação dos tratamentos iniciou-se 20 dias após o transplante das mudas, sendo realizadas 5 aplicações de cada tratamento com intervalos de 10 dias. As aplicações foram realizadas via foliar, com auxílio de um mini-pulverizador manual com pressão calibrada a 40 lb/pol², até o escorrimento da calda sob as plantas. As pulverizações de todos os tratamentos foram realizadas utilizando como solvente água destilada. Como testemunha foi utilizada água destilada nas pulverizações das plantas. Em todos os casos foi adicionado Tween 20 a 0,5 mL L⁻¹.

Criação de *Tetranychus urticae*

Adultos de *T. urticae* foram coletados em campo e levados para o laboratório de Entomologia, onde foram transferidos para mudas de feijão-de-porco *Canavalia ensiformis* DC. e mantidos em vasos plásticos em sala regulada à temperatura $26 \pm 1^\circ\text{C}$. As trocas dos vasos ocorreram em um intervalo de 5 a 7 dias.

Preparação dos bioensaios

Três dias após cada aplicação com os produtos preestabelecidos, as folhas de mamão foram retiradas das mudas, imersas em hipoclorito de sódio 1% por 1 minuto e lavadas em água destilada, para a eliminação de agentes patogênicos externos. Depois de lavadas, foram retirados discos de 2 cm de diâmetro com auxílio de um cilindro de ferro, sendo denominados de arenas.

Em placas de Petri (15 cm de diâmetro e 5 cm de altura), forradas com algodão hidrófilo umedecido, foram colocados cinco discos correspondentes às dosagens de 0, 25, 50, 75 e 100% da dosagem recomendada pelos fabricantes e 10 fêmeas adultas foram liberadas por disco.

Após este procedimento as placas de Petri foram transferidas para câmara climatizada à temperatura de $25 \pm 1,0^\circ\text{C}$ e $70 \pm 1,0\%$ UR e fotofase de 12 horas.

Avaliações e análise estatística

Foram realizadas três avaliações, às 24, 48 e 72 horas após a liberação da praga para cada produto, dosagem e aplicação.

Os parâmetros avaliados foram a mortalidade e o número de ovos, através de um microscópio-estereoscópico. Foi considerado no parâmetro mortalidade, o ácaro que, com o toque de um pincel, apresentava movimento limitado, ou seja, que se locomovia a uma distância inferior ao próprio corpo (Stark et al., 1997).

Os valores de número de ovos e de mortalidade foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelos testes de Tukey e Dunnett em 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, a porcentagem de mortalidade dos ácaros aumentou com o passar das horas, sendo o aumento de 8,9% entre 24 e 72 horas após a infestação com *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) (Tabela 1).

Tabela 1. Percentual de mortalidade média de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) criadas em plantas de mamoeiro avaliados aos 24, 48 e 72 horas após infestação

| Tempos (horas) | Mortalidade (%) |
|----------------|-----------------|
| 72 | 23,64 a |
| 48 | 20,28 b |
| 24 | 14,72 c |

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em 5% de probabilidade.

Verificou-se interação entre as fontes de silicato de potássio, as doses recomendadas pelo fabricante e o número de aplicações dos produtos na avaliação da mortalidade de ácaro rajado nas arenas de mamoeiro. Nas arenas tratadas com 50% da dose recomendada pelo fabricante da fonte Chelal Si[®], foi verificada uma maior mortalidade (40%) do ácaro rajado. Já as arenas tratadas com a fonte de silicato de potássio Dephensor[®], não diferiram da testemunha (Tabela 2).

Gomes et al. (2008) com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de ácido silícico e do inseticida imidaclopride, isoladamente ou em associação, na colonização de batata inglesa pelo pulgão *Myzus persicae*, verificaram que o silício diminuía colonização da batata pela praga e o uso da metade da dosagem recomendada de imidacloprid foi igualmente eficiente para impedir a colonização, tornando a adubação silicatada mais uma tática de manejo integrado no controle de pragas.

O número de aplicações é importante para que ocorra o tempo necessário para ação do produto e a continuidade dos tratamentos ao longo do ciclo da cultura pode promover maior efeito, induzindo a redução no número de ovos e o incremento na mortalidade. A proteção induzida é dependente do intervalo de tempo que ocorre entre o tratamento com o indutor e a subsequente inoculação da planta, não sendo suficiente apenas uma aplicação para atingir o nível de resistência desejado, pois este processo envolve a síntese e o acúmulo de substâncias que conferem resistência à planta (Pascholati e Leite, 1995).

Tabela 2. Percentual de mortalidade média de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) criados em plantas de mamoeiro tratadas com diferentes números de aplicações, doses e fontes de silicato de potássio (Chelal Si[®] e Dephensor[®])

| Doses de silicato de potássio | Chelal Si [®] | | | | |
|-------------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| | Aplicações | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0 | 24,0A | 17,3A | 20,0A | 16,0A | 24,0A |
| 25 | 28,6A ^{ns} | 18,6A ^{ns} | 18,0A ^{ns} | 21,3A ^{ns} | 25,3A ^{ns} |
| 50 | 40,0A* | 7,3C ^{ns} | 28,0AB ^{ns} | 17,3BC ^{ns} | 20,0B ^{ns} |
| 75 | 18,0A ^{ns} | 23,3A ^{ns} | 16,6A ^{ns} | 14,0A ^{ns} | 20,0A ^{ns} |
| 100 | 34,6A ^{ns} | 10,0B ^{ns} | 11,3B ^{ns} | 18,6B ^{ns} | 16,6B ^{ns} |
| Doses de silicato de potássio | Dephensor [®] | | | | |
| | Aplicações | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0 | 28,6A | 16,6B | 14,6B | 15,3B | 22,6AB |
| 25 | 25,3A ^{ns} | 16,6AB ^{ns} | 12,6B ^{ns} | 20,0AB ^{ns} | 22,0 AB ^{ns} |
| 50 | 22,6A ^{ns} | 18,6A ^{ns} | 12,6A ^{ns} | 11,3A ^{ns} | 22,0A ^{ns} |
| 75 | 22,6A ^{ns} | 14,6A ^{ns} | 21,3A ^{ns} | 16,0A ^{ns} | 20,0A ^{ns} |
| 100 | 20,6AB ^{ns} | 10,0B ^{ns} | 18,0AB ^{ns} | 22,6A ^{ns} | 20,0AB ^{ns} |
| CV (%) | 64,05 | | | | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade;^{ns} e * – tratamentos não diferem ou diferem, respectivamente, da testemunha (dose 0 silicato de potássio) pelo teste bilateral de Dunnet em nível de 5% de probabilidade

Em pesquisa realizada por Vicentini (2010), na cultura do morangueiro e com a mesma praga, foi demonstrado que os tratamentos submetidos à argila silicatada e ao silicato de potássio apresentaram maior mortalidade quando comparados à testemunha, obtendo resultados significativamente melhores com três aplicações.

Goussain et al. (2002) verificaram que a aplicação foliar de silicato de sódio em plantas de milho provocou aumento da mortalidade da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) em função do aumento da camada de silício na parede celular das folhas, funcionando, provavelmente, como uma barreira mecânica capaz de aumentar a dureza dos tecidos foliares e desgastar acentuadamente as mandíbulas das lagartas e, portanto, limitando sua alimentação.

Gomes et al. (2009) também atribuíram as fontes silicatadas como responsáveis pela formação dessa barreira física, além disso, relacionaram a produção de moléculas defensivas como taninos e lignina em função destas fontes.

Parrela e Costamagna (2006) observaram aumento da resistência das plantas ao ataque da mosca minadora (*Liriomyza trifolii*) com a aplicação de silicato

de potássio em crisântemo e ainda, verificaram redução significativa da emergência de adultos nas plantas tratadas com silício.

A produção média de ovos por fêmeas de *T. urticae* Koch em arenas de mamoeiro tratadas com a fonte Chelal Si[®] foi reduzida a partir da dose 25% recomendada pelo fabricante. Nos resultados relacionados ao número de ovos com a aplicação do produto Dephensor[®], houve queda na mortalidade apenas na dosagem de 100% do silicato de potássio (Tabela 3).

Tabela 3. Produção média de ovos por fêmeas de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em arenas de mamoeiro avaliadas em função das doses e fontes de produtos à base de silício

| Doses de silicato de potássio | Chelal Si [®] | Dephensor [®] |
|-------------------------------|------------------------|------------------------|
| 0 (Testemunha) | 65,4 | 60,1 |
| 25 | 46,1** | 51,6 ^{ns} |
| 50 | 51,7** | 55,7 ^{ns} |
| 75 | 46,7** | 53,8 ^{ns} |
| 100 | 51,1** | 55,3** |
| CV (%) | 35,9 | |

^{ns} e * – tratamentos não diferem ou diferem, respectivamente, da testemunha (dose 0 silicato de potássio) pelo teste bilateral de Dunnet em nível de 5% de probabilidade

Resultados similares a estes foram encontrados em várias culturas não acumuladoras de silício, sendo a mortalidade e a oviposição afetadas devido à redução na qualidade do alimento, fazendo com que as fêmeas não dispensem energia na oviposição, como Almeida et al. (2008) em feijão e tomate, Corrêa et al. (2005) em pepino, Parrella et al. (2006) e Polanczyk et. al. (2008) em crisântemo e Gomes (2008) em batata.

Vicentini (2010), observou redução do número de ovos de *T. urticae* quando aplicou argila silicatada e silicato de potássio em morangueiro quando comparados à testemunha na terceira aplicação. O autor também verificou que o tratamento com silicato de potássio conferiu maior redução em relação à outra fonte silicatada. Esses resultados demonstram que a indução de resistência é uma medida com potencial para o manejo dessa praga.

Gomes et al. (2009) ao verificarem o efeito da adubação com silício na incidência de insetos praga e na produtividade da cultura da batata inglesa em sistema orgânico, constataram que, independente da forma de aplicação (foliar ou diretamente no solo) e da fonte (ácido silícico e pó de rocha - Biocksil[®]) utilizada, houve aumento da resistência das plantas a *Diabrotica speciosa* e a *Liriomyza* spp.

CONCLUSÃO

As fontes silicatadas são eficientes na redução da produção de ovos de fêmeas do ácaro rajado;

A dose de 25% recomendada pelo fabricante de Chelal Si[®] reduz a produção de ovos de fêmeas do ácaro rajado, gerando economia para o produtor;

Somente a dose recomendada pelo fabricante de Dephensor[®] reduz a produção de ovos de fêmeas do ácaro rajado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, G. D.; Pratisoli, D.; Holtz, A. M.; Vicentini, V. B. (2008) Fertilizante organomineral como indutor de resistência contra a colonização da mosca branca no feijoeiro. *Idesia*, 26(1): 29-32.

Correa, R. S. B.; Moraes, J. C.; Auad, A. M.; Carvalho, G. A. (2005) Silicon and acibenzolar-S-methyl as resistance inducers in cucumber, against the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B. *Neotropical Entomology*, 34(3): 429-433.

Epstein, E.(2001) Silicon in plants: Facts vs concepts. In: Datnoff, L. E.; Snyder, G.H.; Korndörfer, G. H. (Eds.). Silicon in agriculture. The Netherlands: *Elsevier Science*, 403p.

Flechtmann, C. W. (1985) Ácaros de importância agrícola. São Paulo: *Nobel*. 189p.

Gomes, F. B., Moraes, J. C., Assis, G. A. (2008) Silício e imidacloprid na colonização de plantas por *Myzus persicae* e no desenvolvimento vegetativo de batata inglesa. *Ciência Rural* 2008 38(5)1: 209-1213.

Gomes, F.B.; Moraes, J.C.; Santos, C.D.; Antunes, C.S. (2008) Uso de Silício como Indutor de Resistência em Batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*, 37:185-190.

- Gomes, F. B., Moraes, J. C., Neri, D. K. P. (2009) Adubação com silício como fator de resistência a insetos-praga e promotor de produtividade em cultura de batata inglesa em sistema orgânico. *Ciência e Agrotecnologia*, 33(1): 18-23.
- Goussain, M. M.; Moraes, J. C.; Carvalho, J. G.; Nogueira, N. L.; Rossi, M. L. (2002) Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotropical Entomology*, Londrina, 31(2): 305-310.
- Goussain, M.M. (2006) Interação trigo-silício-inseticida na biologia e no comportamento de prova do pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani) (HEMIPTERA: APHIDIDAE) monitorado pela técnica “electrical penetration graphs” (epg). Tese de Doutorado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 59p.
- Goussain, M.M.; Prado, E.; Moraes, J.C. (2005) Effect of silicon applied to wheat plants on the biology and probing behavior of the greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*, Londrina, 34(5): 807-813.
- Martins, D. dos S.; Marin, S. D. L. (1998) Pragas do mamoeiro. p. 143-149. In: Braga Sobrinho, R., Cardoso, J. C.; Freire, F. C. O. (eds.), Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial. *EMBRAPA – CNPAT*, Brasília-DF, 209p.
- Moraes, J.C.; Goussain, M.M.; Carvalho, G.A.; Costa, R.R. (2005) Feeding nonpreference of the corn leaf aphid *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) to corn plants (*Zea mays* L.) treated with silicon. *Ciência & Agrotecnologia*, Lavras, 29(4): 761-766.
- Parrella, M. P.; Costamagna, T. (2006) The addition of potassium silicate to the fertilizer mix to suppress *Liriomyza* leafminers attacking chrysanthemums. *Bulletin-OILB/SROP*, Dijon, 29(4): 159-162.

- Pascholati, S. F.; Leite, B. (1995) Hospedeiro: mecanismo de resistência. In: Bergamin Filho; Kimati, H.; Amorim, L. (Eds.). Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos. São Paulo: *Agronômica Ceres*, p.417-454.
- Peixoto, M.L.; Moraes, J.C.; Silva, A.A.; Assis, F.A. (2011) Efeito do silício na preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência & agrotecnologia*, Lavras, 35(3): 478-481.
- Polanczyk, R. A.; Pratissoli, D.; Paye, H. S.; Pereira, V. A.; Barros, F. L. S.; Oliveira, R. S. S.; Passos, R. R.; Martins, F. S. (2008) Indução de resistência a mosca minadora em crisântemo usando composto silicatado. *Horticultura Brasileira*, 26: 240-243.
- Ranger, C.M.; Singh, A.P.; Frantz, J.M.; Canãs, L.; Locke, J.C.; Reding, M.E.; Vorsa, N. (2009) Influence of Silicon on Resistance of *Zinnia elegans* to *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), *Environmental Entomology*, 38(1): 129-136.
- Vicentini, V.B. (2010) Potencial de Tecnologias Alternativas sobre Ácaro Rajado *Tetranychus urticae* KOCH no Morangueiro (*Fragaria ananassa* Duch). Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Alegre – ES, Centro de Ciências Agrárias da UFES, CCAUFES, 93p.
- Zenão Júnior, L.A.; Fontes, R.L.F.; Avila, V.T. (2009) Aplicação do silício para aumentar a resistência do arroz à mancha-parda. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(2): 203-206.

CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO DO MAMOEIRO SUBMETIDO A TRATAMENTOS COM SILICATO DE POTÁSSIO

RESUMO

O objetivo deste experimento foi avaliar o crescimento e a composição nutricional de limbos foliares de mamoeiro tratados com silicatos de potássio. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 5x2, sendo cinco doses de silicato de potássio (0, 25, 50, 75 e 100% da dosagem recomendada pelos fabricantes dos produtos) de duas fontes comerciais à base de silicato de potássio a 0,2% (Dephensor® e Chelal Si®), com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída por 03 sacolas contendo 02 plantas cada. Foram mensurados os seguintes parâmetros biométricos nas mudas: altura, diâmetro do caule, índice de área foliar, teores de nitrogênio, potássio, silício e fenóis totais. As plantas foram avaliadas ao final de 120 dias após o transplante, após a quinta aplicação de cada produto. As mudas adubadas com silicato de potássio apresentaram maior crescimento e maiores teores de Si quando a fonte utilizada foi o Dephensor®. Incrementos nas doses de silicato de potássio proporcionaram aumentos nos teores de nitrogênio, de potássio e de silício nas folhas do mamoeiro.

Termos para indexação: mamão, silício, indutor de resistência

GROWTH AND NUTRITION OF PAPAYA SUBMITTED TO TREATMENT WITH POTASSIUM SILICATE

ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate the growth and nutritional composition of papaya leaf blades treated with potassium silicates. The experimental design was a 5x2 factorial randomized block design, with five doses of potassium silicate (0 , 25 , 50 , 75 and 100 % of the dosage recommended by the manufacturers of the products) of two commercial sources based on potassium silicate 0.2 % (Dephensor[®] and Chelal Si[®]) with four replications . The experimental plot consisted of 03 bags each containing 02 plants. Height, stem diameter, leaf area index, levels of nitrogen, potassium, silicon and total phenols: the following biometric parameters in the seedlings were measured. Plants were evaluated at 120 days after transplanting, after the fifth application of each product. Seedlings fertilized with potassium silicate showed higher growth and higher levels of Si when the source used was Dephensor[®]. Increments in doses of potassium silicate induced increases in the levels of nitrogen, potassium and silicon in the leaves of papaya.

Index terms: papaya, silicon, inducing resistance

INTRODUÇÃO

O silício é o segundo elemento mais abundante, em peso, na crosta terrestre, sendo componente majoritário de minerais do grupo dos silicatos (Raij, 1991), sendo importante a análise dos solos em relação a este elemento para a utilização na agricultura. Nas plantas o silício é absorvido na forma de ácido monossilícico – H_4SiO_4 (Jones e Handrek, 1967).

A ação benéfica do silício tem sido associada a diversos efeitos indiretos, dentre os quais, podem estimular o crescimento vegetal por meio de várias ações, como a diminuição do autossombreamento, deixando as folhas mais eretas; o decréscimo na susceptibilidade ao acamamento; a maior rigidez estrutural dos tecidos; a proteção contra estresses abióticos, como a redução da toxidez de Al,

Mn, Fe e Na; a diminuição na incidência de patógenos e o aumento na proteção contra herbívoros, incluindo os insetos fitófagos (Marschner, 2012).

No sentido de se desenvolver uma agricultura sustentável e proporcionar aos consumidores alimentos saudáveis é de extrema importância o estudo e a utilização de métodos alternativos ao controle químico tais como o uso de cultivares tolerantes, ferormônios, práticas culturais, controle biológico e indução de resistência (Vieira et al., 2006).

Várias fontes vêm sendo estudadas para suprimento de silicato de potássio (K_2SiO_3) em plantas, entre elas as fontes via solo e via foliar e solúvel, tornando a absorção do produto mais rápida e eficiente. O K_2SiO_3 é uma das fontes mais utilizadas para o fornecimento de silício via aplicações foliares em plantas (Zenão Júnior et al., 2009).

Dentre os indutores de resistência mais estudados, o silício tem tido destaque por trazer benefícios para as plantas, sendo capaz de aumentar o teor de clorofila das folhas e a tolerância das plantas aos estresses ambientais como frio, calor, seca, desbalanço nutricional e toxicidade a metais, além de reforçar a parede celular e aumentar a resistência contra patógenos e insetos (Taiz e Zeiger, 2013).

Outro nutriente que pode induzir resistência às plantas é o potássio, ele atua na ativação de aproximadamente 50 enzimas, destacando-se as sintetases, oxiredutases, desidrogenases, transferases, quinases e aldolases (Marschner, 2012). As plantas bem nutridas deste nutriente apresentam redução na incidência, na severidade e nos danos causados por pragas. A explicação seria que altas concentrações de potássio nos tecidos favorecem a síntese e o acúmulo de compostos fenólicos, os quais atuam como inibidores de pragas (Wang et al., 2013) e doenças (Sarwan, 2012).

O uso de K_2SiO_3 em mamoeiro ainda não foi relatado na literatura, justificando estudos que visam avaliar o efeito desta fonte sobre o crescimento e a composição mineral em mudas de mamoeiro. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de duas fontes comerciais de silicato de potássio no crescimento e na composição mineral em mudas de mamoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI), situado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre – ES. O município está localizado a uma altitude de 250 m, latitude 20° 45' S e longitude 41° 29' W.

Delineamento Estatístico e Preparação dos Bioensaios

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5x2x5, sendo cinco doses de silicato de potássio (0, 25, 50, 75 e 100%), dois produtos à base de silicato de potássio a 0,2% (Dephensor® e Chelal Si®) e cinco aplicações, com quatro repetições por tratamento. A parcela experimental foi composta por 5 placas de Petri, com dois discos (arenas) 2 cm de folha de mamoeiro, sendo um tratado com silicato de potássio e outro sem silicato (controle) para avaliação das infestações dos ácaros.

Cultivo das Mudanças

Foram utilizadas mudas de mamoeiro da variedade Sunrise Hawaii produzidas por sementes Feltrin® em viveiro comercial no município de Alegre-ES. As mudas foram produzidas em bandejas com cinquenta células em substrato Basaplant® Hortaliça BX e após atingirem 20cm de altura foram transplantadas para sacolas de polietileno de baixa densidade, com 40x45x25,5 cm de diâmetro, capacidade para 20L, preenchidos com solo de barranco, devidamente adubado e corrigido de acordo com Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o estado do Espírito Santo 5° Aproximação (Prezotti et al., 2007) após análise química realizada no Laboratório de Análises de Solos Raphael M. Bloise do CCA-UFES.

Aplicações dos Tratamentos

A aplicação dos tratamentos iniciou-se 20 dias após o transplântio das mudas, sendo realizadas 5 aplicações de cada tratamento com intervalos de 10 dias. As aplicações foram realizadas via foliar, com auxílio de um mini-pulverizador manual com pressão calibrada a 40 lb/pol², até o escorrimento da calda sob as plantas. As pulverizações de todos os tratamentos foram realizadas utilizando como solvente água destilada. Como testemunha foi utilizada água destilada nas pulverizações das plantas. Em todos os casos foi adicionado Tween 20 a 0,5 mL L⁻¹.

Avaliação e análise estatística

Ao final da quinta aplicação, 120 dias após o transplântio, foram avaliados os seguintes componentes biométricos: altura da planta (medindo-se a distância da superfície do solo até o ápice da planta), diâmetro do caule (a partir da circunferência do caule a 0,20 m da superfície do solo) e área foliar (a partir do comprimento dos lóbulos centrais de todas as folhas da planta, usando-se a expressão de Alves e Santos (2002): $AF = 0,0859 L^{2,7835}$, AF a Área foliar (cm²) e L o comprimento do lóbulo central (cm)).

Após secagem do limbo foliar por 48 horas em estufa de circulação forçada, este material foi triturado em moinho (tipo Willey) com peneira de 20 *mesh*. Em seguida, este material foi submetido às análises químicas para determinação de nitrogênio (N), potássio (K) e silício (Si) de acordo com metodologias descritas por Jones Jr. et al. (1991), Malavolta et al. (1997) e Korndörfer et al. (2004) e de polifenóis solúveis totais (polifenóis solúveis, taninos hidrolisáveis e condensados, e polifenóis não-tanínicos) por meio do método Folin-Denis em meio básico, a partir de uma amostra de 0,75 g do material vegetal misturada a 20 mL de metanol 50%, mantidos à temperatura de 80°C durante uma hora, usando como padrão o ácido tânico, descrito por Anderson e Ingram (1996).

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo os dados qualitativos comparados pelo teste de Tukey enquanto os dados quantitativos foram submetidos à análise de regressão, ambos em 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que a fonte de silicato de potássio Dephensor® proporcionou maior altura para as mudas de mamoeiro a partir da dose de 25% quando comparado com o Chelal Si®. Já para a variável diâmetro, verifica-se que apenas as doses 25 e 50% proporcionaram maiores valores (Tabela 1, Figura 1A e 1B).

Esses resultados estão divergentes daqueles relatados por Godoy et al. (2009), em experimento com bananeira ‘Grande Naine’, submetida a doses de silicato de cálcio e magnésio (2,3 a 6,3 t ha de silicato de Ca e Mg com 10% de silício) onde observaram que o efeito dos tratamentos não influenciou no comprimento e diâmetro do pseudocaule, bem como no número de folhas por planta, durante o primeiro ciclo da planta. E também por Henriët et al. (2006), ao avaliarem a distribuição e absorção de silício em mudas de bananeira de três genótipos, sob condições controladas, e concluíram que o silício não influenciou no crescimento das plantas. Como a fonte de Si utilizada neste experimento possui o K, este pode ter ocasionado maior crescimento das mudas por estar ligado a vários processos bioquímicos na planta (Marschner, 2012).

Tabela 1. Altura de plantas e diâmetro do caule, em cm, do mamoeiro em função de fontes e doses de silicato de potássio

| Silicato de potássio (%) | Altura de muda (cm) | | | Diâmetro do caule (cm) | | |
|--------------------------|---------------------|------------|-------|------------------------|------------|-------|
| | Dephensor® | Chelal Si® | Média | Dephensor® | Chelal Si® | Média |
| 0 | 141 a | 143 a | 142 | 6,05 b | 6,60 a | 6,33 |
| 25 | 162 a | 146 b | 154 | 8,48 a | 7,58 b | 8,03 |
| 50 | 163 a | 152 b | 158 | 8,15 a | 7,47 b | 7,81 |
| 75 | 165 a | 155 b | 160 | 8,20 a | 7,70 a | 7,95 |
| 100 | 163 a | 153 b | 158 | 8,18 a | 8,22 a | 8,20 |
| Média | 159 | 150 | 154 | 7,81 | 7,51 | 7,66 |
| CV (%) | | 4,55 | | | 4,76 | |

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em 5% de probabilidade.

A matéria seca de folhas não foi afetada pela fonte e teve efeito em função das doses de silicato de potássio ($Y = 3,44 + 0,0855x - 0,000656x^2$, $R^2 = 0,86^{**}$). As plantas do mamoeiro apresentaram, aos 120 dias após o plantio, em média, 5,26 gramas de matéria seca de folhas. As maiores médias de peso de folhas, 6,22 g por planta, foram obtidas quando se aplicou 65,2% da dose de silicato de potássio.

Conceição (2010) estudou o efeito do silicato de cálcio e magnésio no controle do mal-do-Panamá em mudas de bananeira 'Grande Naine', 'Tropical' e 'Maçã', utilizando doses de silício no solo de 0; 0,25; 0,5; 0,75 e 1,0 g dm⁻³ e concluiu que os tratamentos proporcionaram aumento linear na produção de matéria seca de raízes e de parte aérea das plantas de bananeira.

Verificou-se respostas lineares positivas para altura, diâmetro e área foliar das mudas de mamoeiro quando aplicou-se a fonte de Chelal Si[®]. Já para o Dephensor[®], de forma geral os maiores valores encontrados para altura, diâmetro e área foliar foram na faixa entre 50 e 75% da dose recomendada pelo fabricante (Figura 1A, 1B e 1C).

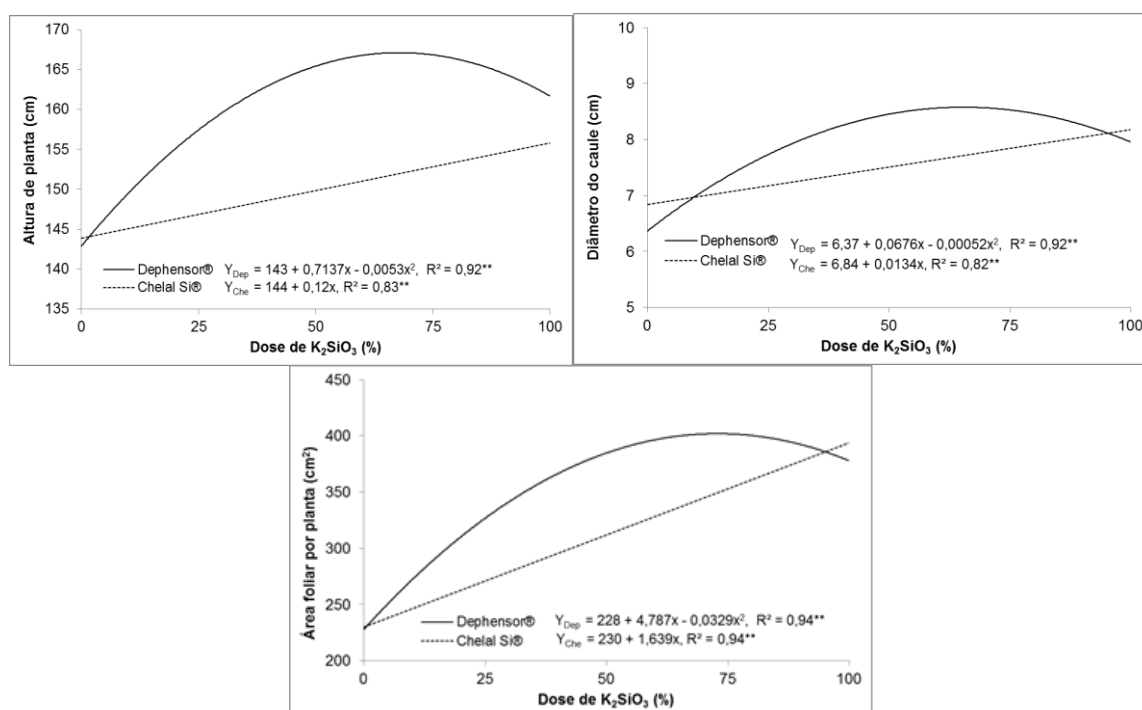


Figura 1. Altura de planta, cm, Diâmetro do caule, cm, Área foliar total por planta, em cm², teores de N, K e Si em g kg⁻¹ de matéria seca foliar, do mamoeiro em função de doses e de fontes de silicato de potássio.

A aplicação da fonte Dephensor[®] nas doses 25 e 50% proporcionou maiores valores de área foliar nas mudas de mamoeiro. Já os fenóis totais não diferiram entre as doses de silicato de potássio (Tabela 2).

Tabela 2. Área foliar total por planta, cm², Si e fenóis totais, em g kg⁻¹ de matéria seca do limbo foliar, do mamoeiro em função de fontes e doses de silicato de potássio

| Silicato de potássio (%) | Área foliar por planta (cm ²) | | | Fenóis totais (g kg ⁻¹) |
|--------------------------|---|------------|-------|-------------------------------------|
| | Dephensor® | Chelal Si® | Média | |
| 0 | 220 a | 212 a | 216 | 15,5 |
| 25 | 338 a | 289 b | 314 | 16,3 |
| 50 | 398 a | 328 b | 363 | 16,7 |
| 75 | 373 a | 341 a | 357 | 16,1 |
| 100 | 390 a | 391 a | 391 | 15,8 |
| Média | 344 | 318 | 328 | 16,1 |
| CV (%) | 7,40 | | | 8,57 |

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em 5% de probabilidade.

Os maiores teores de silício (0,45 e 0,39 g kg⁻¹) foram encontrados para as doses de 67 e 84% de silicato de potássio para as fontes Dephensor® e Chelal®, respectivamente (Figura 2). Efeito similar foi observado por Conceição (2010), que ao avaliar o uso do Agrosilício® (Fonte de Si) na nutrição da bananeira e no controle do mal-do-Panamá, verificou que as doses crescentes desta fonte aumentaram os teores Si na parte aérea.

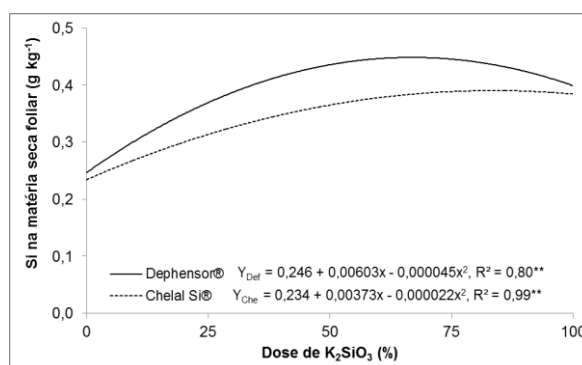


Figura 3. Teores de Si em g kg⁻¹ de matéria seca foliar, do mamoeiro em função de doses e de fontes de silicato de potássio.

Os maiores teores de K (30,5 kg⁻¹) foram encontrados para a dose de 67,5% de silicato de potássio. Já para o N obteve-se uma resposta linear crescente em função das doses de silicato de potássio utilizadas (Figura 3). Resultados semelhantes foram relatados por Caten (2013), ao estudar os teores de nutrientes minerais no maracujazeiro amarelo, cultivado em solo submetido a quatro doses de

escória de aciaria (fonte de silício) e três níveis de tensões de água e constatou somente o efeito da escória de aciaria no aumento dos teores de N nas folhas.

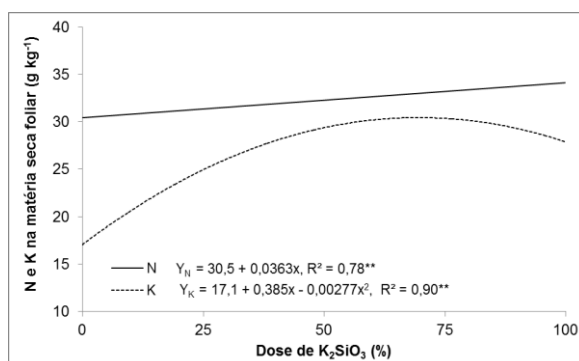


Figura 4. Teores de N e K em $g\ kg^{-1}$ de matéria seca foliar, do mamoeiro em função de doses de silicato de potássio.

Efeito oposto foi observado por Conceição (2010), que ao avaliar o uso do Agrosilício® (Fonte de Si) na nutrição da bananeira e no controle do mal-do-Panamá, verificou que os atributos químicos do solo foram influenciados indiretamente pela aplicação de doses crescentes desta fonte aumentando os teores de nutrientes como Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ e Si no solo e as plantas apresentaram incremento no acúmulo de K, Ca, Mg e Si e redução do N e do P na parte aérea.

A aplicação da fonte Dephensor® nas doses 25 e 50% proporcionou maiores teores de Si nas mudas de mamoeiro. Já os teores de potássio não diferiram entre as doses de silicato de potássio (Tabela 3).

Tabela 3. Si e K, em $g\ kg^{-1}$ de matéria seca do limbo foliar, do mamoeiro em função de fontes e doses de silicato de potássio

| Silicato de potássio(%) | Si ($g\ kg^{-1}$) | | | K ($g\ kg^{-1}$) |
|-------------------------|---------------------|------------|-------|--------------------|
| | Dephensor® | Chelal Si® | Média | |
| 0 | 0,220 a | 0,230 a | 0,225 | 15,9 |
| 25 | 0,427 a | 0,332 b | 0,375 | 27,8 |
| 50 | 0,420 a | 0,362 b | 0,391 | 28,0 |
| 75 | 0,407 a | 0,382 a | 0,395 | 29,4 |
| 100 | 0,420 a | 0,387 a | 0,404 | 28,6 |
| Média | 0,379 | 0,337 | 0,358 | 25,9 |
| CV (%) | | 9,79 | | 10,3 |

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, em 5% de probabilidade.

Souza Júnior et al. (2008) avaliaram o efeito de formas de aplicação do silício no cultivo da bananeira 'Prata Anã', durante dois ciclos, avaliando o teor de silício e macronutrientes na folha diagnóstico, e observaram que não houve

diferença significativa no acúmulo de Si e N, nos tecidos foliares das plantas de bananeira, em função dos diferentes tipos de aplicação.

CONCLUSÕES

Plantas de mamoeiro adubadas com silicato de potássio apresentam maior crescimento e maiores teores de Si quando a fonte utilizada é o Dephensor®;

Incrementos nas doses de silicato de potássio proporcionam aumentos nos teores de nitrogênio, de potássio e de silício nas folhas do mamoeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, A. A.; Santos, E. L. (2002) Estimativa da área foliar do mamoeiro utilizando medidas da folha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, Belém. Os novos desafios da fruticultura brasileira: Anais. Belém: *SBF*.

Anderson, J.D.; Ingram, J.S.I. (1996) Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods. 2.ed. Wallingford, *CAB. International*. 171p.

Beringer, H.; Nothdurft, F. (1985) Effects of potassium on plant and cellular structures. In: MUNSON, R.D. (Ed.). Potassium in Agriculture: American Society of Agronomy, Inc.; Crop Science Society of America, Inc.; *Soil Science Society of America*, Inc. Madison, cap.14, p.35-67.

Caten, A. (2013) Efeito de silicato e tensões de água no solo no crescimento do maracujazeiro amarelo. Tese apresentada para obtenção do título de doutor em produção vegetal – Campos dos goytacazes - RJ - Universidade Estadual Norte Fluminense.

Conceição, E.D.J.da. (2010) Uso do silício na nutrição da bananeira e no controle do Mal-do-Panamá. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Cruz das Almas- BA, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 69p.

- Costa, A.N. (1995) Uso do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS), na avaliação do estado nutricional do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Estado do Espírito Santo. Viçosa. 93p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
- Godoy, L. J. G.; Pinheiro, D. R.; Mendonça, J. C.; França, F. G. (2009) Teores de silício e de nutrientes no solo e nas folhas de submetidas a doses de silicato de cálcio e magnésio no Vale do Ribeira. XXXII Congresso Brasileiro de Ciências do solo. Anais...SBCS: Fortaleza.
- Huber, D.M.; Arny, D.C. (1985) Interactions of potassium with plant disease. In: Munson, R.D. (Ed.). Potassium in Agriculture, Madison: ASA, CSSA and SSA. p.467-488.
- Jones, L. H. P.; Handreck, K. A. (1967) Silica in soils, plants and animals. *Adreanus in Agronomy*, San Diego, 19: 107-149.
- Korndörfer, G. H.; Coelho, N. M.; Synder, G. H. (1999) Avaliação de métodos de extração de silício em solos cultivados com arroz de sequeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 23(1): 101-106.
- Korndörfer, G. H.; Pereira, H. S.; Camargo, M. S. de. (2004) Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura. *Boletim técnico*, 2 ed. Uberlândia, 1:23.
- Korndörfer, G. H.; Pereira, H. S.; Nolla, A. (2004) Análise de silício: solo, planta e fertilizante. 2. ed. Uberlândia: GPSi: ICIAG: UFU. 34 p. (*UFU. ICIAG. Boletim técnico*, 2).
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. de. (1997) Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 319p.
- Marschner, P. (2012) Mineral Nutrition of Higher Plants. 3ed. San Diego: Elsevier. 2012. 651p.

- Moraes, W. B.; Jesus Junior, W. C. de; Moraes, W. B.; Araujo, G. L.; Souza, A. F. de; Silva, M. V. (2011) da Aplicação de silicato de potássio e crescimento foliar da cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6(1):59-64.
- Perrenoud, S. (1990) Potassium and Plant Health. 2 ed. Berne, *International Potash Institute*. 363p.
- Pretty, K.M. (1982) O potássio na qualidade dos produtos agrícolas. In: Yamada, T.; Igue, K.; Muzilli, O.; Usherwood, N.R. (Eds.) Potássio na Agricultura Brasileira. Piracicaba: *Instituto da Potassa e Fosfato* (EUA). p.177-194.
- Prezzoti, L. C.; Gomes, J. A.; Dadalto, G. G.; Oliveira, J. A. (2007) Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o estado do Espírito Santo. 5ª aproximação. Vitória, ES: *SEEA/INCAPER/CEDAGRO*. 305p.
- Raij, B; Camargo, M. S. de. (1991) Sílica solúvel em solos. *Bragantia*, Campinas, 32: 223-236.
- Reuther, D.J.; Robinson, J.B. (1986) Plant analysis:An interpretation manual. *Melbourne: Inkatan Press*, 1986. 218p.
- Viégas, P.R.A. (1997) Teores de nitrogênio em tecidos foliares, produção e qualidade de frutos de mamoeiro, em função da adubação nitrogenada. Viçosa. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa. 62p.
- Zenão Júnior, L.A.; Fontes, R.L.F.; Avila, V.T. (2009) Aplicação do silício para aumentar a resistência do arroz à mancha-parda. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(2): 203-206.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O mamoeiro é atacado por diversas pragas, porém os ácaros (*Tetranychus urticae*) constituem as pragas mais sérias da cultura, pela sua distribuição por todas as regiões produtoras. A indução de resistência é uma alternativa viável, sendo uma prática de manejo que pode ser efetuada através de aplicações de indutores bióticos e abióticos. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo geral avaliar a resistência ao ácaro rajado, o crescimento e a nutrição de mudas de mamoeiro tratadas com duas fontes de silicato de potássio aplicadas via foliar. Para isso, foram realizados três experimentos em delineamento em blocos casualizados, sendo o objetivo do primeiro experimento verificar o comportamento de fêmeas adultas do ácaro rajado por meio do teste de livre escolha, em folhas de mamoeiro tratadas com silicato de potássio; do segundo, avaliar a interferência da aplicação de dois produtos a base de silicato de potássio na mortalidade e oviposição do ácaro rajado e do terceiro experimento, avaliar o crescimento e a composição nutricional de limbos foliares de mamoeiro tratados com silicatos de potássio.

- 1º experimento: esquema fatorial 5x2x5, sendo cinco doses de silicato de potássio (0, 25, 50, 75 e 100%), dois produtos à base de silicato de potássio a 0,2% (Dephensor® e Chelal Si®) e cinco aplicações, com quatro repetições por tratamento. A parcela experimental foi composta por 5 placas de Petri, com dois discos (arenas) de 2 cm de diâmetro de folha de mamoeiro, sendo um tratado com silicato de potássio e outro sem silicato (controle) para avaliação das infestações dos ácaros. As arenas foram unidas por uma “ponte” artificial de vidro (lamínula) e sobre elas foram liberadas 10 fêmeas adultas fecundadas de *T. urticae*. Após este

procedimento as placas de Petri foram transferidas para câmara climatizada. Os resultados foram obtidos após 24 horas da liberação dos ácaros, por contagem do número de indivíduos em cada arena;

- 2º experimento: esquema fatorial 5x2x5, sendo cinco doses de silicato de potássio (0, 25, 50, 75 e 100%), dois produtos à base de silicato de potássio a 0,2% (Dephensor® e Chelal Si®) e cinco aplicações de cada produto com quatro repetições por tratamento. Para os testes foram utilizados discos (arenas) 2 cm diâmetros de folhas de mamoeiro em placas de Petri com 25 cm de diâmetro onde foram acomodados cinco discos correspondentes a cada concentração da fonte de silicato de potássio, sem ligação entre eles para evitar a migração dos ácaros. Em seguida, foram liberadas 10 fêmeas adultas do ácaro em cada disco e após este procedimento as placas de Petri foram transferidas para câmara climatizada. Foram realizadas três avaliações, às 24, 48 e 72 horas após a liberação do ácaro;

- 3º experimento: em esquema fatorial 5x2, sendo cinco doses de silicato de potássio (0, 25, 50, 75 e 100% da dosagem recomendada pelos fabricantes dos produtos) de duas fontes comerciais à base de silicato de potássio a 0,2% (Dephensor® e Chelal Si®), com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída por 03 sacolas contendo 02 plantas cada. Foram mensurados os seguintes parâmetros biométricos nas mudas: altura, diâmetro do caule, índice de área foliar, teores de nitrogênio, potássio, silício e fenóis totais. As plantas foram avaliadas ao final de 120 dias após o transplântio, após a quinta aplicação de cada produto;

- O emprego de silicato de potássio em mamoeiro induz resistência a *T. urticae* pelo mecanismo de não preferência a alimentação;

- Duas aplicações de Dephensor® e Chelal Si® na dosagem de 25% são suficientes para estimular a não preferência do *T. urticae* no mamoeiro testado;

- As fontes silicatadas são eficientes na redução da produção de ovos de fêmeas do ácaro rajado;

- A dose de 25% recomendada pelo fabricante de Chelal Si® reduz a produção de ovos de fêmeas do ácaro rajado, gerando economia para o produtor;

- Somente a dose recomendada pelo fabricante de Dephensor® reduz a produção de ovos de fêmeas do ácaro rajado;

- Plantas de mamoeiro adubadas com silicato de potássio apresentam maior crescimento e maiores teores de Si quando a fonte utilizada é o Dephensor®;
- Incrementos nas doses de silicato de potássio proporcionam aumentos nos teores de nitrogênio, de potássio e de silício nas folhas do mamoeiro.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adrigueto, J.R.; Kososki, A.R. (2005) Desenvolvimento e Conquistas da Produção Integrada de Frutas no Brasil – Até 2004. In: Martins, D. dos S. Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas. Cap.6. p. 81-100, Vitória, ES: *Incaper*. 666 p.
- Albuquerque, F. A.; Oliveira, J. V.; Gondim Junior, M. G. C.; Torres, J. B. (2003) Efeito de Inseticidas e Acaricidas Sobre Ovos e Fêmeas Adultas do Ácaro Rajado, *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE). *Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, Curitiba-PR, 13: 1-8.
- Almeida, G.D.; Dirceu Pratissoli, Zanuncio, J.C.; Vicentini, V.B.; Holtz, A.M.; Serrão, J.E. (2008) Silicato de calcio y fertilizante organomineral influncian la fitofagia de *Thrips Palmi* (THYSANOPTERA: THRIPIDAE) en plantas de berenjena (*Solanum Melongena* L). *Interciencia*. 33:835-838.
- Almeida, G.D.; Dirceu Pratissoli, Zanuncio, J.C.; Vicentini, V.B.; Holtz, A.M.; Serrão, J.E. (2009) Calcium silicate and organic mineral fertilizer increase the resistance of tomato plants to *Frankliniella schultzei*. *Phytoparasitica*. 37:225–230.

- Alves, A. A.; Santos, E. L. (2002) Estimativa da área foliar do mamoeiro utilizando medidas da folha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, Belém. Os novos desafios da fruticultura brasileira: Anais. Belém: SBF.
- Alves, F.L. (2003) A Cultura do Mamão *Carica papaya* no Mundo, no Brasil e no Estado do Espírito Santo. In: Martins, D. dos S.; Costa, A. de F.S. da (eds.). A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Cap.1. p. 13-34, Vitória-ES: Incaper. 497p.
- Anderson, J.D.; Ingram, J.S.I. (1996) Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods. 2.ed. Wallingford, CAB. *International*. 171p.
- Assis, F.A.; Nascimento, A.M.; Moraes, J.C.; Coelho, M.; Parolin, F.J.T. (2012) Não-preferência ao pulgão *Myzus persicae* em girassol induzida por silício. VI Workshop de Agroenergia, Ribeirão Preto – SP.
- Avilla, J. (2000) Sistemas de inspección y de certificación de producción integrada de frutas. In: Seminário Brasileiro de Produção Integrada de Frutas, 2., Bento Gonçalves, RS. Anais... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. p.9-13. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 28).
- Badillo, V.M. (1993) Caricaceae: segundo esquema. *Revista de La Facultad de Agronomía*. Maracay-Venezuela, 43: 111 p.
- Batista, G.F.; Campos, M.J.; Donizete, S.C.; Marcos, G.M. (2005) Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, 62:547-551.
- Beringer, H.; Nothdurft, F. (1985) Effects of potassium on plant and cellular structures. In: MUNSON, R.D. (Ed.). Potassium in Agriculture: American Society of Agronomy, Inc.; Crop Science Society of America, Inc.; *Soil Science Society of America*, Inc. Madison, cap.14, p.35-67.

- Braga, F.T.; Rafael, G.C.; Valente, T.C.T.; Nunes, C.F.; Pasqual, M. (2008) Fontes e concentrações de silício na multiplicação *in vitro* de abacaxizeiro cv. 'IAC gomo de mel'. XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. Centro de Convenções – Vitória/ES.
- Braga, F.T. (2009) Silício, luz e substrato na micropropagação de abacaxizeiro *Ananas comosus* (L.) Merr. 'Gomo de Mel'. *Tese de Doutorado*. Univ. Federal de Lavras, 109p.
- Brasil (2001) Definições e conceitos para os efeitos da produção integrada de frutas. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF. n. 237: 47-49, 13 dez. Seção 1.
- Buck, G.B.; Korndörfer, G.H.; Nolla, A.; Coelho, L. (2008) Potassium silicate as foliar spray and rice blast control. *Journal of Plant Nutrition*, 31(2): 231-237.
- Chandrika, U.G.; Jansz, E.R.; Wickramasinghe, S.M.D.N.; Warnasuriya, N.D. (2003) Carotenoids in yellow- and red-fleshed papaya (*Carica papaya* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, 83: 1279-1282.
- Chen, M.H.; Chen, C.C.; Wang, D.N.; Chen, F.C. (1991) Somatic embryogenesis and plant regeneration from immature embryos of *Carica papaya* x *Carica cauliflora* cultured in vitro. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa-Canada, 69(9): 1913-1918.
- Collier, K. F. S.; Lima, J. O. G.; Albuquerque, G. S. (2004) Predacious Mites in Papaya (*Carica papaya* L.) Orchards: In Search of a Biological Control Agent of Phytophagous Mite Pests. Scientific note. *Neotropical Entomology*, Londrina-PR, 33: 799-803.
- Collier, K. F. S.; Albuquerque, G. S.; Lima, J. O. G.; Pallini, A.; Molina-Rugama, A. J. (2007) *Neoseiulus idaeus* (Acari: Phytoseiidae) as a potential biocontrol agent of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in papaya: performance on different prey stage – host plant

combinations. Springer, *Experimental & Applied Acarology*, Amsterdam-Holanda, p. 27-36.

Correa, R. S. B.; Moraes, J. C.; Auad, A. M.; Carvalho, G. A. (2005) Silicon and acibenzolar-S-methyl as resistance inducers in cucumber, against the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B. *Neotropical Entomology*, 34(3): 429-433.

Costa, A.N. (1995) Uso do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS), na avaliação do estado nutricional do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Estado do Espírito Santo. Viçosa. 93p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Cranham, J. E.; Helle, W. (1985) Pesticide resistance in tetranychidae. In: Helle, W.; Sabelis, M. W. (Ed.) Spider mites. Their biology, natural enemies and control. Amsterdam-Holland, *Elsevier*. p. 405-421.

Dallagnol, L.J.; Rodrigues, F.Á.; Mielli, M.V.B.; Ma, J.F.; Datnoff, L.E. (2009) Defective active silicon uptake affects some components of rice resistance to brown spot. *Phytopathology* 99:116-121.

Dannon, E. A; Wydra, K. (2004) Interaction between silicon amendment, bacterial wilt development and phenotype of *Ralstonia solanacearum* in tomato genotypes. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 64:233-243.

Dickler, E. (2000) Análise da produção integrada de frutas (PIF) de clima temperado na Europa. In: Seminário Brasileiro de Produção Integrada de Frutas, 2., 2000, Bento Gonçalves, RS. Anais... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. p.24-28. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 27).

Dixon, R.A.; Harrison, M.J.; Lamb, C.J. (1994) Early events in the activation of plant defense responses. *Annual Review of Phytopathology*. 32: 479- 01.

- Epstein, E. (1999) Silicon. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50:641–664.
- Epstein, E. (2001) Silicon in plants: Facts vs concepts. In: Datnoff, L. E.; Snyder, G.H.; Korndörfer, G. H. (Eds.). Silicon in agriculture. The Netherlands: *Elsevier Science*, 403p.
- Epstein, E.; Bloom, A.J. (2006) Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas. 3 ed. Londrina, Planta, 403p.
- Fachinello, J. C. (1999) Produção Integrada de Frutas (PIF) para frutas de qualidade. Palestra apresentada no *II Fórum de Fruticultura da Metade Sul do RS*. Bagé, RS. 4- 6/11/1999. 11p.
- Fadini, M. A. M.; Louzada, J. C. N. (2001) Impactos ambientais da agricultura convencional. *Informe Agropecuário*, 22(213): 24-29.
- FAO. (2011) Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Disponível em: www.fao.org.br. Consultado em 21/01/2014.
- Fauteux, F.; Rémus-Borel, W.; Menzies, J. G.; Bélanger, R. R. (2005) Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi. *FEMS Microbiology Letters*, 249: 1-6.
- Fernandes, A. L. T.; Merrighi, A. L. N.; Silva, G. A.; Fraga Júnior, E. F. F. (2009) Utilização do silício no controle de pragas e doenças do cafeeiro irrigado. *FAZU em Revista*, Uberaba, n. 6: 11-52.
- Ferreira, H.A. (2009) Silício no controle da mancha-aquosa em meloeiro (*Cucumis melo* L.). Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 82p.
- Filho, A. B. E.; Oliveira, J. V.; Gondim Júnior, M. G. C. (2008) Toxicidade de Acaricidas sobre Diferentes Estágios de Vida de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em Mamoeiro. *BioEssay*, Cambridge, 3: 6.

- Flechtmann, C. W. (1985) Ácaros de importância agrícola. São Paulo: *Nobel*. 189p.
- Gomes, F. B.; Moraes, J. C.; Santos, C. D.; Goussain, M. M. (2005) Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. *Scientia Agricola*, Piracicaba, 62(6): 547-551.
- Gomes, F.B.; Moraes, J.C.; Santos, C.D.; Antunes, C.S. (2008) Uso de Silício como Indutor de Resistência em Batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*, 37:185-190.
- Goussain, M.M. (2006) Interação trigo-silício-inseticida na biologia e no comportamento de prova do pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani) (HEMIPTERA: APHIDIDAE) monitorado pela técnica “electrical penetration graphs” (epg). Tese de Doutorado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 59p.
- Goussain, M.M.; Prado, E.; Moraes, J.C. (2005) Effect of silicon applied to wheat plants on the biology and probing behavior of the greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*, Londrina, 34(5): 807-813.
- Helle, W., Sabelis, M. W.(1985) Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control, vol. 1B. *Elsevier*, Amsterdam, 458 pp.
- Huber, D.M.; Arny, D.C. (1985) Interactions of potassium with plant disease. In: Munson, R.D. (Ed.). Potassium in Agriculture, Madison: ASA, CSSA and SSA. p.467-488.
- IBRAF. Estatísticas. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/x-es/f-esta.html>. Acesso em 20 jan. 2013.

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (2011) Produção Agrícola Municipal: Culturas Temporárias e Permanentes. ISSN 0101-3963. *Pesquisa agrícola municipal*, Rio de Janeiro-RJ. Consultado em 21/01/2014.
- Janssen, A.; Pallini, A.; Venzon, M.; Sabelis, M. W. (1998) Behaviour and indirect interactions in food webs of plant-inhabiting arthropods. *Experimental & Applied Acarology*, Amsterdam-Holland, 22(9): 497-521.
- Jones JR., J.B.; Wolf, B.; Mills, H.A. (1991) Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Athens: *Micro-Macro Publishing*. 213p.
- Jones, L. H. P.; Handreck, K. A. (1967) Silica in soils, plants and animals. *Adreanus in Agronomy*, San Diego, 19: 107-149.
- Kogan, M. (1998) Integrated pest management: historical perspectives and contemporary development. *Ann. Rev. Entomol.*, 43: 243-270.
- Korndörfer, G.H; Datnoff, L.E. (1995) Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. *Informações Agronômicas*, 70: 1-5.
- Korndörfer, G.H.; Pereira, H.S.; Camargo, M.S. (2002) Papel do silício na produção de cana-de-açúcar. *Revista STAB*, 21(2): 6-9.
- Korndörfer, G. H.; Pereira, H. S.; Camargo, M. S. DE. (2004a) Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura. *Boletim técnico*, 2 ed. Uberlândia, n.1, p.23.
- Korndörfer, G. H.; Pereira, H. S.; Nolla, A. (2004b) Análise de silício: solo, planta e fertilizante. 2. ed. Uberlândia: GPSi: ICIAG: UFU. 34 p. (*UFU. ICIAG. Boletim técnico*, 2).

- Liang, Y.; Sun, W.; Zhu, Y.; Christie P. (2007). Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: A review. *Environmental Pollution*, 147: 422-428.
- Ma, J. F.; Mitani, N.; Nagao, S.; Konishi, S.; Tamai, K.; Iwashita, T.; Yano, M. (2004) Characterization of the silicon uptake system and molecular mapping of the silicon transporter gene in rice. *Plant Physiology*, 136: 3284-3288.
- Ma, J.F.; Yamaji, N. (2008) Functions and transport of silicon in plants. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 65: 3049-3057.
- Maehira, F.; Inuma, Y.; Eguchi, Y.; Miyagi, I.; Teruya, S. (2008) Effects of soluble silicon compound and deep-sea water on biochemical and mechanical properties of bone and the related gene expression in mice. *J. Bone Miner Metab.* 26(5): 446-455. Epub Aug. 30.
- Malavasi, A.; Martins, D. dos S. (2005) Origem e aplicações futuras do conceito de *Systems Approach*. In: Martins, D. dos S. *Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas*. Cap. 3, p. 43-53, Vitória-ES: *Incaper*. 666 p.
- Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. de. (1997) Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: *POTAFOS*, 319p.
- Marschner, H. (1995) Mineral nutrition of higher plants. 2.ed. New York: *Academic*, 887p.
- Martins, D. dos S.; Costa, A. de F. S. da (eds.). (2003) A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Vitória-ES: *Incaper*.
- Martins, D. dos S.; Malavasi, A. (2003) *Systems Approach* na produção de mamão do Espírito Santo, como garantia de segurança quarentenária contra moscas-das-frutas. In: Martins, D. dos S.; Costa, A. de F. S. da (eds.). *A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. Cap. 11, p. 345-386, Vitória-ES: *Incaper*.

- Martins, D. dos S.; Marin, S. D. L. (1998) Pragas do mamoeiro. p. 143-149. In: Braga Sobrinho, R., Cardoso, J. C.; Freire, F. C. O. (eds.), Pragas de fruteiras tropicais de importância agroindustrial. *EMBRAPA – CNPAT*, Brasília-DF, 209 p.
- Martins, D. dos S. (2005) Papaya Brasil:mercado e inovações tecnológicas. Vitória-ES: *Incaper*. 666 p.
- Martins, D. dos S. (2003) Papaya Brasil:qualidade do mamão para o mercado interno. Vitória-ES: *Incaper*. 714 p.
- Martins, D. dos S. (2003) Situação atual da produção integrada de mamão no Brasil. In: Martins, D. dos S. Papaya Brasil:qualidade do mamão para o mercado interno. Cap. 7, p. 97-127, Vitória-ES: *Incaper*. 714 p.
- Medeiros, S. (2011) Produção Integrada Agropecuária PI - Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília – DF, 14p.
- Mengel, K.; Kirkby, E.A. (1978) Principles of Plant Nutrition. Berne: *International Potash Institute*. 593p.
- Monteiro, L. B. (1994a) Manejo Integrado de *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae) em macieira. Primeiras experiências com a introdução de *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). In: Simpósio Fruticultura de Clima Temperado do Cone Sul, Caçador-SC. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal–SP, 16(1):46-53.
- Monteiro, L. B. (2001b.) Efeito de inseticidas utilizados para o controle de moscas-frutas em pomares de macieira sobre *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Scientia Agraria*, Curitiba-PR, 2: 81-85.
- Monteiro, L. B. (2002) Manejo Integrado de pragas em macieira no Rio Grande do Sul. Uso de *Neoseiulus californicus* McGregor para o controle de *Panonychus ulmi* Koch. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal–SP, 23(2): 395-405.

- Monteiro, L. B. (2001a) Seletividade de inseticidas a *Neoseiulus californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae) em macieira, no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal-SP, 23(3): 589-592.
- Moraes, G. J.; Flechtmann, C. W. (2008) Manual de Acarologia: Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto-SP: *Holos*, Editora. 308 p.
- Moraes, J.C.; Goussain, M.M.; Carvalho, G.A.; Costa, R.R. (2005) Feeding nonpreference of the corn leaf aphid *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) to corn plants (*Zea mays* L.) treated with silicon. *Ciência & Agrotecnologia*, Lavras, 29(4): 761-766.
- Moraes, S.R.G.; Pozza, E.A.; Alves, E.; Pozza, A.A.A.; Carvalho, J.G.; Lima, P.H.; Botelho, A.O. (2006) Efeito de fontes de silício na incidência e na severidade da antracnose do feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira*. 31:069-075.
- Moraes, W. B.; Jesus Junior, W. C. de; Moraes, W. B.; Araujo, G. L.; Souza, A. F. de; Silva, M. V. (2011) da Aplicação de silicato de potássio e crescimento foliar da cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol. 6, núm. 1, enero-marzo, p. 59-64, Universidade Federal Rural de Pernambuco Pernambuco, Brasil.
- Oliveira, C. A. L. (1988) Ácaros do mamoeiro. p. 197-205. In. Ruggiero, C. (ed.), Simpósio brasileiro sobre a cultura do mamoeiro, v.2. Jaboticabal: *Anais*. Jaboticabal-SP: FCAV-UNESP, 428 p.
- Oliveira, M.D.M.; Nascimento, L.C. (2009) Avaliação da atividade de indutores de resistência abiótica, fungicida químico e extratos vegetais no controle da podridão-negra em abacaxi 'Pérola'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 31:084-089.

- Parrella, M. P.; Costamagna, T.; Kaspi, R. (2006) The addition of potassium silicate to the fertilizer mix to suppress *Liriomyza* leafminers attacking chrysanthemums. *Bulletin Gerbera Pest Management Alliance*, 29: 159-162.
- Pascholati, S. F.; Leite, B. (1995) Hospedeiro: mecanismo de resistência. In: Bergamin Filho; Kimati, H.; Amorim, L. (Eds.). Manual de fitopatologia: Princípios e conceitos. São Paulo: *Agronômica Ceres*, p. 417-454.
- Pedigo, L.P. (2001) Entomology and pest management. 4th ed., *Prentice Hall*, 742p.
- Peixoto, M.L.; Moraes, J.C.; Silva, A.A.; Assis, F.A. (2011) Efeito do silício na preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência & agrotecnologia*, Lavras, 35(3): 478-481.
- Pereira, S.C.; Rodrigues, F.A.; Carré-Missio, V.; Oliveira, M.G.A.; Zambolim, L. (2009) Aplicação foliar de silício na resistência da soja à ferrugem e na atividade de enzimas de defesa. *Tropical Plant Pathology*. 34:164-170.
- Perrenoud, S. (1990) Potassium and Plant Health. 2 ed. Berne, *International Potash Institute*. 363p.
- Pessoa, M. C. P. Y.; Silva, A. S.; Camargo, C. P. (2002) Qualidade e certificação de produtos agrícolas. Brasília : *Embrapa*. 188p.
- 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. (2008) Indução de resistência à Mosca minadora em crisântemo usando composto silicatado. *Horticultura Brasileira* 26:240-243.
- Poletti, M.; Collette, L. P.; Omoto, C. (2008) Compatibilidade de Agrotóxicos com os Ácaros Predadores *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). *BioEssay*, Cambridge, 3: 3.

- Poletti, M.; Maia, A. H. N.; Omoto, C. (2006) Toxicity of neonicotinoid insecticides to *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) and their impact on functional response to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Biological Control*, Dordrecht, p.30-36.
- Prates, R. S. (2005) Aspectos operacionais do programa de exportação do mamão brasileiro para os Estados Unidos: sete anos de sucesso. In: Martins, D. dos S. *Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas*. Vitória-ES: *Incapar*. 666 p.
- Pratissoli, D.; Almeida, G.D.; Jesus Júnior, W.C.; Vicentini, V.B.; Holtz, A.M.; Cochetto, J.G. (2007) Fertilizante Organomineral e Argila Silicatada como Indutores de Resistência à Varíola do Mamoeiro. *Revista Idesia*, Chile, 25:63-67.
- Pretty, K.M. (1982) O potássio na qualidade dos produtos agrícolas. In: Yamada, T.; Igue, K.; Muzilli, O.; Usherwood, N.R. (Eds.) *Potássio na Agricultura Brasileira*. Piracicaba: *Instituto da Potassa e Fosfato* (EUA). p.177-194.
- Prezzoti, L. C.; Gomes, J. A.; Dadalto, G. G.; Oliveira, J. A. (2007) Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o estado do Espírito Santo. 5ª aproximação. Vitória, ES: *SEEA/INCAPER/CEDAGRO*. 305p.
- Raij, B; Camargo, M. S. DE. (1991) Sílica solúvel em solos. *Bragantia*, Campinas, 32: 223-236.
- Ranger, C.M.; Singh, A.P.; Frantz, J.M.; Canãs, L.; Locke, J.C.; Reding, M.E.; Vorsa, N. (2009) Influence of Silicon on Resistance of *Zinnia elegans* to *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), *Environmental Entomology*, 38(1): 129-136.
- Reuther, D.J.; Robinson, J.B. (1986) *Plant analysis: An interpretation manual*. Melbourne: *Inkatan Press*, 1986. 218p.
- Rodrigues, F.Á.; McNally, D.J.; Datnoff, L.E.; Jones, J.B.; Labbé, C.; Benhamou, N.; Menzies, J.G.; Bélanger, R.R. (2004) Silicon enhances the accumulation of

diterpenoid phytoalexins in rice: A potential mechanism for blast resistance. *Phytopathology*. 94:177-183.

Ruggiero, C.; Durigan, J. F.; Goes, A.; Natale, W.; Benassi, A. C. (2003) Panorama da Cultura do Mamão no Brasil e no Mundo: Situação Atual e Tendências. In: Martins, D. dos S. Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno. Cap.1. p. 13-34, Vitória-ES: *Incaper*. 714 p.

Sanhueza, R.M.V. (2000) História da Produção Integrada de Frutas no Brasil.

Sansavini, S. (1995) Dalla produzione integrata alla "qualità totale" della frutta. *Revista di Frutticoltura*, Bologna, Italia, 3: 13-23.

Sato, M. E.; Silva M. Z.; Raga, A.; Filho, M. F. S. (2005) Abamectin Resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): Selection, Cross-Resistance and Stability of Resistance. *Neotropical Entomology*, Campinas-SP, 34: 991-998.

Sato, M. E.; Silva, M. Z.; Cangani, K. G.; Raga, A. (2007) Seleções para resistência e suscetibilidade, detecção e monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* ao acaricida clorfenapir. *Bragantia*, Campinas-SP. 66(1): 89-95.

Sato, M. E.; Passerotti, C. M.; Takematsu, A. P.; Filho, M. F. S.; Potenza, M. R.; Sivieri, A. P. (2000) Resistência de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) a acaricidas, em pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch), em Paranapanema e Jundiá-SP. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo-SP, 67(1): 117-123.

Sato, M. E. (2003) Monitoramento da resistência do ácaro rajado, *Tetranychus urticae* Koch a acaricidas. Relatório, *Instituto Biológico de Campinas-SP*. 16 p.

Schaffrath, U.; Thieron, M.; Scheinpflug, H.; Reisener, H.J. (1996) Biochemical and cytological aspects of genetical and acquired resistance in the rice blast interaction. *Cahiers Options Méditerranéennes*, Paris, 15:125-130.

- Seaborn, C.D., Nielsen, F.H. (2002) Silicon deprivation decreases collagen formation in wounds and bone, and ornithine transaminase enzyme activity in liver. *Biol Trace Elem. Res. Dec*; 89(3): 251-261.
- SEAG. Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca do Espírito Santo(2008) Disponível em: www.seag.es.gov.br/?p=2184. Consultado em 25/01/2014.
- Silva, A. L. (1971) Controle Químico ao Ácaro Rajado *Tetranychus urticae* (Koch 1836) Bordeaux & Dosse 1963, em Tomateiros. *Departamento Fitossanitário, Universidade Federal de Goiás*.
- Silveira, L.F.V. Polanczyk, R.A. Pratissoli, D. Franco, C.R. (2011) Seleção de Isolados de *Bacillus Thuringiensis* Berliner para *Tetranychus Urticae* Koch. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, 78(2): 273-278.
- Sobrinho, R. B. et al. (1998) Pragas de Fruteiras Tropicais de Importância Agroindustrial. *Embrapa*: Brasília-DF. SPI.
- Stark, J. D.; Tanigoshi, L.; Bounfour, M.; Antonelli, A. (1997) Reproductive potential: its influence on the susceptibility of a species to pesticides. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 37: 273-279.
- Taiz, L; Zeiger, E. (2013) *Fisiologia Vegetal*. 5.ed. Porto Alegre: Artmed. 916p.
- Takahashi, E. (1995) Uptake mode and physiological functions of silica. In: Matsuo, T.; Kumazawa, K.; Ishh, R.; Ishihara, K.; Hirata, H. (Eds.). *Science of the rice plant: physiology. Food and Agriculture Policy Research Center*, p.420-433.
- Tití, A. el; Boller, E. F.; Gendrier, J. P. (Ed.) (1995) Producción integrada:pincipios y directrices técnicas. *IOBC/WPRS Bulletin*, 18(1): 1. 22p.
- Vicentini, V.B. (2010) Potencial de Tecnologias Alternativas sobre Ácaro Rajado *Tetranychus urticae* KOCH no Morangueiro (*Fragariaananassa* Duch).

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Alegre – ES, Centro de Ciências Agrárias da UFES, CCAUFES, 93p.

Viégas, P.R.A. (1997) Teores de nitrogênio em tecidos foliares, produção e qualidade de frutos de mamoeiro, em função da adubação nitrogenada. Viçosa. 62p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Vieira, M.R. (2006) Efeito acaricida de extratos vegetais sobre fêmeas de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu-SP, 8(4): 210-217.

Watanabe, M.A.; Moraes, G.J. de; Gastaldo Jr., I.; Nicolella, G. (1994) Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. *Scientia Agrícola*, Campinas-SP, p.75-81.

Yoshida, S. (1975) Chemical aspects of the role of silicon in physiology of the rice plant. *Bulletin National Institute of Agriculture and Science*, 15: 1-58.

Zambolim, L. Junqueira, N.T.V. (2004) Manejo integrado de doenças da mangueira. In: Rozane, D. E.; Darezzi, R. J.; Aguiar, R. L.; Aguilera, G. H. A.; Zambolim, L. Manga: produção integrada, industrialização e comercialização. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1: 377-408.

Zenão Júnior, L.A.; Fontes, R.L.F.; Avila, V.T. (2009) Aplicação do silício para aumentar a resistência do arroz à mancha-parda. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(2): 203-206.

APÉNDICE



Figura 1. Visão geral das mudas de mamoeiro.

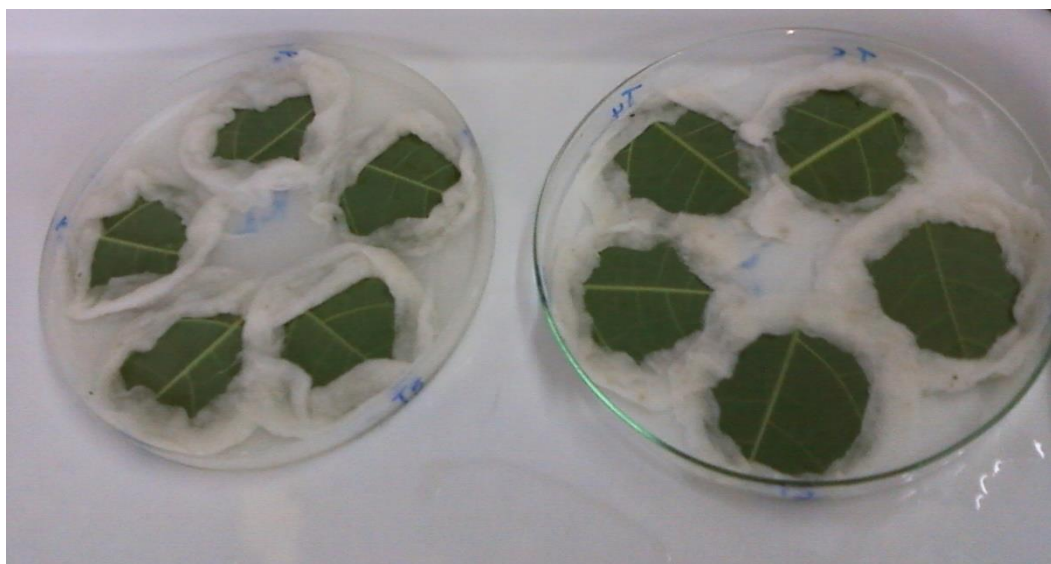


Figura 2. Discos (arenas) de 2 cm de diâmetros de folhas de mamoeiro em placas de Petri com 25 cm de diâmetro correspondentes a cada concentração da fonte de silicato de potássio



Figura 3. Dois discos (arenas) de 2 cm de diâmetro de folha de mamoeiro, sendo um tratado com silicato de potássio e outro sem silicato (controle) para avaliação das infestações dos ácaros.