Comportamento de *Tetranychus urticae* Koch em folhas de mamoeiro tratadas com silicato de potássio

Luiz Flávio Vianna Silveira[1]; Dirceu Pratissoli[2]; Paulo Cesar dos Santos[3]; Almy Junior Cordeiro de Carvalho[3]; Marta Simone Mendonça Freitas[3] & Lívia Silveira Massini[2]

[1]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo-Campus de Alegre, Alegre-ES, viannasilveira@gmail.com
[2]Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, dirceu.pratissoli@gmail.com, liviamassini@hotmail.com
[3]Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, almy@fruticultura.org, pcsantos18@hotmail.com

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.

Palavras-chave: ácaro rajado, manejo, silício, indutor de resistência, ambiente.

Abstract
Behavior of *Tetranychus urticae* Koch from papaya tree treated with potassium silicate.
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. were released urticae. 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.

Keywords: spider mite, management, silicon, inducing resistance, environment.

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 acaro, visto que esta praga apresenta um ciclo reprodutivo rápido e, desta forma, pode burlar esta pseudorresistência 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 à 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 20º 45' S e longitude 41º 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 mudas

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 transplantio 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/pol^2, 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 mantido sem vasos plásticos em sala regulada à temperatura de 26 ± 1ºC. 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 de12 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 Dunnet (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 silicitadas 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 (Quadro 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.

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 (Quadro 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 (Quadro 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 ± 0,58) foi quase três vezes maior do que nas plantas que receberam ácido silícico em *drench* (1,4±0,52) ou foliar (1,0±0,33).

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

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**,** 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 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, R.R., Moraes, J.C. & Antunes, C.S. Resistência induzida em trigo ao pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852). (Hemiptera: Aphididae) por silício e acibenzolar-s-methyl. Ciência e Agrotecnologia 31(2):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, F.B., de Moraes, J.C., dos Santos, C.D. & Goussain, M.M. 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 19:107-149.

Körndorfer, G.H., Pereira, H.S. & Camargo, M.S. 2003. Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura. Uberlândia: Grupo de pesquisa "Silício na agricultura": UFU, 22p. (Boletim técnico 1).

Laing, M.D., Gatarayiha, 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. 5° 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. 2012a. 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. & 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 PIantas Medicinais 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 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.

Quadro 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				
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%.

Quadro 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%.