

Efeito de indutores da resistência e cultivares de algodão no comportamento de *Aphis gossypii*¹

Effect of inducers of resistance and cultivars of cotton on the behavior of *Aphis gossypii*

Eliana Alcantra^{2*}, Jair Campos Moraes³ e Alex Antonio⁴

Resumo - Objetivou-se avaliar o efeito do silício, acibenzolar-S-methyl (ASM) e cultivares de algodão no comportamento de *A. gossypii*. Foram realizados ensaios de não-preferência com pulgão áptero e com pulgão alado, ambos com nove tratamentos distribuídos em esquema fatorial 3 (indutores: Silício, ASM e Testemunha) x 3 (cultivares: BRS Verde, BRS Rubi e BRS Safira), com treze repetições. Foram testados ácido silícico na dosagem equivalente a 3 t ha⁻¹, e ASM a 0,2%. Para o teste com pulgão áptero, após 14 dias da aplicação dos indutores, colocaram-se seções foliares de cada tratamento em placas de Petri, formando uma arena onde foram liberados 24 pulgões adultos. O número de adultos e de ninfas do pulgão nas seções foliares foi avaliado 24; 48 e 72 horas após liberação. Para o segundo teste, após 14 dias da aplicação dos indutores, pulgões alados foram liberados aleatoriamente nas plantas cultivadas em câmara climatizada. Após 24; 48 e 72 horas da liberação, avaliaram-se o número de adultos alados e de ninfas presentes nas plantas. Pelos resultados as cv. Verde e Rubi foram menos infestadas por *A. gossypii* em relação à Safira e o silício não afetou a preferência do pulgão. Contudo, o produto ASM mostrou-se viável e poderia contribuir na redução da colonização das plantas por pulgões.

Palavras-chave - *Gossypium hirsutum*. Insecta. MIP. Pulgão-do-algodoeiro.

Abstract - Aimed to evaluate the effect of silicon, acibenzolar-S-methyl (ASM) and cultivars of cotton plant on the behavior of *A. gossypii*. Were conducted non-preference trials with apterous aphid and with winged aphid, both with nine treatments arranged in a factorial scheme 3 (inductors: Silicon ASM and Control) x 3 (cultivars BRS Verde, BRS Rubi and Safira), with thirteen replications. The treatments were distributed in a factorial scheme 3 (cv. BRS Verde, BRS Safira and BRS Rubi) x 3 (silicon, ASM and control) with thirteen replicates. Silicic acid at the dosage equivalent to 3 t ha⁻¹ and 0.2% ASM were tested. For the test with apterous aphid, after 14 days from the application of the inducers, leaf sections of each treatment were placed into Petri dishes forming an arena where 24 adults aphid were released. The number of adults and nymphs of the aphid was evaluated after 24; 48 and 72 hours after release. For the second test, after 14 days from the application of the inducers, winged aphids were released randomly on the plants grown in an acclimatized chamber. After 24; 48 and 72 hours from the release, the number of winged adults and of nymphs present on the plants was evaluated. From the results, the both cv. Verde and Rubi were less infested in relation to Safira and the application of silicon did not affect the preference of *A. gossypii*. However the product ASM proved viable and could contribute to the reduction of the colonization of the plants by aphids.

Key words - *Gossypium hirsutum*. Insecta. IPM. Cotton aphid.

* Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 29/10/2009; aprovado em 09/09/2010

Pesquisa financiada pelo CNPq e tema de tese

²Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações-MG, Brasil, lialcantra@yahoo.com.br

³Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, Brasil, jcmoraes@den.ufla.br

⁴Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, Brasil, alex_nepre@yahoo.com.br

Introdução

Em praticamente todos os países produtores de algodão os insetos-praga e as doenças são considerados os principais fatores que contribuem para a redução na produção do algodoeiro (WU; GUO, 2005). Dentre os insetos que infestam as plantas de algodão, o pulgão *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae), também conhecido como pulgão-do-algodoeiro, é o mais comum e prejudicial, ocorrendo logo após a germinação e permanecendo até o fim do ciclo da cultura em várias cultivares de algodoeiro (ARANTES et al., 1998; FURTADO et al., 2009).

Na cultura algodoeira os inseticidas ainda são a ferramenta mais utilizada para o controle de insetos-praga. Entretanto, não devem ser considerados como único recurso, mas sim como um componente de um conjunto de medidas de manejo de insetos-praga (FERNANDES et al., 2008). Métodos de controle que visam diminuir a utilização de inseticidas são cada vez mais pesquisados para o controle de insetos-praga em várias culturas, dentre eles está a adubação à base de silício (COSTA; MORAES, 2006) e a utilização de alguns compostos de natureza sintética como o acibenzolar-S-methyl, que podem induzir resistência às plantas (COSTA et al., 2007).

O silício apesar de não ser considerado elemento essencial para a nutrição vegetal tem proporcionado benefícios às plantas, tais como: diminuição do acamamento, estímulo ao crescimento e à produção e proteção contra estresses abióticos e bióticos, como o ataque de insetos-praga (EPSTEIN, 1994; EPSTEIN, 1999; RANGANATHAN et al., 2006). A proteção conferida às plantas pelo silício pode ser devida à barreira mecânica que se forma pelo acúmulo e polimerização do silício nas células e/ou a indução de compostos secundários os quais podem afetar o comportamento e a biologia dos insetos (DATNOFF et al., 1991; GOMES et al., 2005; GOMES et al., 2008; RANGER et al., 2009).

O acibenzolar-S-methyl (ASM), quando comparado ao ácido salicílico (AS) e ao ácido 2,6-dicloroisonicotínico (INA), é o mais potente indutor de resistência de plantas, pode levar a ativação de genes que codificam a resistência contra agentes bióticos (insetos ou patógenos). Além de não apresentar fitotoxicidade em vegetais (COSTA; MORAES, 2006; GÖRLACH et al., 1996; KUNZ et al., 1997), é facilmente transloucado pelos tecidos da planta (FRIEDRICH et al., 1996).

Os estudos utilizando esses produtos alternativos no controle de pulgões são bastante escassos, principalmente na cultura algodoeira. Contudo, os trabalhos com esses produtos têm demonstrado resultados promissores. Camargo et al. (2008) verificaram influência do silício

na preferência e reprodução do pulgão *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae) em *Pinus taeda*. Em sorgo e em trigo foi possível observar que a aplicação de silício reduziu a preferência e a reprodução de *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) (BASAGLI et al., 2003; CARVALHO et al., 1999). A eficiência do ASM na redução da oviposição e no desenvolvimento da mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) foi observada por Inbar et al. (2001) e Correa et al. (2005). O ASM também reduziu a preferência de *S. graminum* por plantas de trigo tratadas com esse produto (COSTA; MORAES, 2006).

E no intuito de se obter mais informações a respeito da ação desses produtos é que se objetivou com esse trabalho avaliar o efeito associado de silício, acibenzolar-S-methyl e cultivares de algodão no comportamento de *A. gossypii*.

Material e métodos

Características gerais

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e em sala climatizada do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, ambos do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras. Em vasos de polietileno com capacidade para dois litros de substrato, formulado com terra e esterco, na proporção de 3:1, foram plantadas seis sementes de algodão por vaso, das cultivares BRS Safira, BRS Verde e BRS Rubi. Dois desbastes foram realizados antes da aplicação dos tratamentos, deixando-se as duas plantas mais vigorosa para o teste com pulgão áptero e uma planta/vaso para o teste com pulgão alado. Diariamente as plantas, dispostas de forma aleatória sobre bancadas, foram irrigadas a fim de suprir suas necessidades hídricas. A solução de ácido silícico a 2%, na dosagem de 300 ml por vaso, equivalente a 3 t SiO₂/ha, foi aplicada no solo ao redor das plântulas. O produto BION a 0,2%, que possui 50% de acibenzolar-S-methyl (ASM) foi aplicado quando as duas folhas verdadeiras estavam desenvolvidas, utilizando-se um pulverizador manual, até o escoamento da calda. Os vasos que constituíram o controle (testemunha) receberam água.

Criação de *A. gossypii*

Em laboratório, indivíduos de *A. gossypii* coletados em algodoeiro a campo, foram multiplicados em folhas de algodão da cultivar BRS Cedro. As folhas foram lavadas em água corrente e colocadas em solução de hipoclorito a 1%, por cinco minutos. Posteriormente, foram acondicionadas em placas de Petri de 9 cm de diâmetro

contendo uma lamina de agar-água a 1%, para manter a turgescência da folha. As placas foram cobertas com tecido *voil* preso com elástico e mantidas em câmara climatizada a temperatura de 25 ± 2 °C e fotofase de 12 horas. As folhas foram substituídas à medida que se apresentavam com coloração amarelada e sinais de ressecamento. Dessa criação foram retirados os pulgões para liberação em plantas de algodão semeadas em casa de vegetação para obtenção e multiplicação de pulgão alado. Para a criação de manutenção de *A. gossypii* foi utilizada a cultivar BRS Cedro, não utilizada nos experimentos.

Teste com chance de escolha para pulgão áptero

Após quatorze dias da aplicação dos produtos, com o auxílio de uma tesoura, uma folha por vaso foi destacada e colocada em saco de papel com identificação do tratamento e repetição correspondentes. No laboratório essas folhas foram lavadas em água corrente e, em seguida, ficaram imersas em solução de hipoclorito a 1% por cinco minutos. Depois de secas, foram recortadas seções foliares de 6 cm de comprimento e 0,60 cm de largura, que foram fixadas em placas de Petri de 15 cm de diâmetro, sobre uma camada de Agar a 1%, e cobertas com filme de PVC perfurado com alfinete. Cada placa continha uma seção foliar de cada um dos nove tratamentos, dispostos em círculo, formando uma arena. No centro de cada placa foram liberados 24 pulgões adultos (GOMES et al., 2008). As placas foram mantidas em câmara climatizada com temperatura de 25 ± 2 °C e fotofase de 12 horas. As avaliações foram realizadas 24; 48 e 72 horas da liberação dos pulgões, pela contagem de adultos e de ninfas vivos presentes em cada seção foliar.

Teste com chance de escolha para pulgão alado

Em sala climatizada no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos (Temperatura 25 ± 2 °C, Umidade Relativa = $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas), os vasos com uma planta correspondente a cada tratamento foram dispostos aleatoriamente em bancada. Após quatorze dias da aplicação dos produtos, com o auxílio de um sugador, 519 pulgões alados, provenientes de plantas de algodão da criação de manutenção, foram liberados aleatoriamente no interior da sala climatizada. Após 24; 48 e 72 horas da liberação dos pulgões foi realizada a contagem de pulgões adultos e de ninfas presentes nas plantas.

Análise estatística

O ensaio com pulgão áptero foi montado em delineamento aleatorizado em blocos e o com pulgão alado em delineamento inteiramente aleatorizado, ambos com nove tratamentos distribuídos em esquema fatorial 3 (indutores: Silício, Acibenzolar-S-methyl e Testemunha) x 3 (cultivares: BRS Verde, BRS Rubi e BRS Safira), com treze repetições.

Antes da análise os dados da não-preferência de pulgões foram transformados para $\sqrt{X + 0,5}$, que é a transformação mais usada para contagem de insetos, e submetidos à análise de variância utilizando-se o pacote computacional SAEG. O teste de Liliefors foi realizado a fim de testar a homogeneidade das variâncias. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Resultados e discussão

Teste com chance de escolha para pulgão áptero

Nas três avaliações às 24; 48 e 72 horas após a liberação dos pulgões, foram observadas interações significativas entre as cultivares de algodão colorido e os indutores de resistência. A aplicação de acibenzolar-S-methyl (ASM) não causou diferenças significativas entre as cultivares, porém, o silício reduziu o número de pulgões na cv. Verde em relação à 'Safira' e à 'Rubi', nas quais o número de pulgões foi semelhante.

Na testemunha sem indutores, as cultivares Verde e Rubi foram menos infestadas que a cv. Safira. Na cultivar Verde, não foi possível observar diferenças significativas entre os indutores, mas, na cv. Safira, a aplicação de ASM reduziu a infestação pelo pulgão em comparação ao silício e à testemunha, que apresentaram resultados semelhantes. Já na cv. Rubi, o ASM foi semelhante à testemunha, contudo, diferiu do silício, que promoveu aumento no número de pulgões nesta cultivar. De maneira geral, a produção de ninfas seguiu o mesmo padrão observado para os adultos (TAB. 1, 2 e 3). Os resultados das avaliações às 48 e 72 horas após a liberação dos pulgões foram semelhantes aos de 24 horas, tanto para adultos como para ninfas (TAB. 1, 2 e 3), mostrando que não houve mudança no comportamento de *A. gossypii* em relação ao período de avaliação.

A não preferência do *A. gossypii* por cultivares tratadas com ASM pode estar relacionada a substâncias deterrentes produzidas pelas plantas induzidas por esse composto. Resultados semelhantes aos desta pesquisa foram obtidos por Inbar et al. (2001) que verificaram que o ASM induziu aumentos significativos nos níveis da atividade de enzimas peroxidase 1,3-glucanase, que pode ter reduzido a oviposição de mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) em folhas de algodoeiro cv. Acala SJ2, indicando uma resistência localizada em plantas tratadas com ASM. Também Correa et al. (2005) verificaram uma acentuada redução da preferência para oviposição de *B. tabaci* em plantas de pepino pulverizadas com acibenzolar-S-methyl. Já para o pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de trigo, Costa et al. (2007), como no presente trabalho, observaram a não preferência dos insetos para seções foliares de plantas tratadas com ASM e silício.

Tabela 1 - Média (\pm erro padrão) de adultos ápteros e de ninfas de *Aphis gossypii* em seções foliares de cultivares de algodão colorido tratadas com silício e ASM, 24 horas após a liberação ($T = 25 \pm 2$ °C, UR = 70 \pm 10% e fotofase de 12 horas)

CULTIVAR	ASM	SILÍCIO	TESTEMUNHA
Adultos			
Verde	1,23 (\pm 0,30) A a	2,08 (\pm 0,59) A b	2,23 (\pm 0,60) A b
Safira	0,77 (\pm 0,23) B a	4,38 (\pm 0,54) A a	5,15 (\pm 0,75) A a
Rubi	1,31 (\pm 0,29) B a	3,69 (\pm 0,64) A a	2,00 (\pm 0,39) B b
F = 4,53 (valor p = 0,0021); CV(%) = 33,18			
Ninfas			
Verde	2,08 (\pm 0,62) A a	3,46 (\pm 1,30) A b	2,23 (\pm 0,89) A b
Safira	0,62 (\pm 0,24) B a	5,54 (\pm 0,90) A a	6,23 (\pm 1,25) A a
Rubi	1,38 (\pm 0,42) B a	7,15 (\pm 1,09) A a	3,08 (\pm 0,64) B b
F = 4,98 (valor p = 0,0011); CV(%) = 41,18			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($\alpha = 0,05$)

Tabela 2 - Média (\pm erro padrão) de adultos ápteros e de ninfas de *Aphis gossypii* em seções foliares de cultivares de algodão colorido tratadas com silício e ASM, 48 horas após a liberação ($T = 25 \pm 2$ °C, UR = 70 \pm 10% e fotofase de 12 horas)

CULTIVAR	ASM	SILÍCIO	TESTEMUNHA
Adultos			
Verde	1,31 (\pm 0,21) A a	2,23 (\pm 0,53) A b	2,38 (\pm 0,62) A b
Safira	0,85 (\pm 0,19) B a	4,69 (\pm 0,67) A a	4,46 (\pm 0,68) A a
Rubi	1,38 (\pm 0,27) B a	3,62 (\pm 0,65) A a	2,15 (\pm 0,45) B b
F = 3,52 (valor p = 0,0099); CV(%) = 31,70			
Ninfas			
Verde	3,31 (\pm 0,69) A a	5,54 (\pm 1,70) A a	4,15 (\pm 1,49) A b
Safira	1,31 (\pm 0,31) B a	9,15 (\pm 1,58) A a	10,92 (\pm 2,31) A a
Rubi	1,85 (\pm 0,36) B a	7,46 (\pm 1,35) A a	4,15 (\pm 1,13) B b
F = 4,04 (valor p = 0,0045); CV(%) = 41,34			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($\alpha = 0,05$)

Tabela 3 - Média (\pm erro padrão) de adultos ápteros e de ninfas de *Aphis gossypii* em seções foliares de cultivares de algodão colorido tratadas com silício e ASM, 72 horas após a liberação ($T = 25 \pm 2$ °C, UR = 70 \pm 10% e fotofase de 12 horas)

CULTIVAR	ASM	SILÍCIO	TESTEMUNHA
Adultos			
Verde	1,38 (\pm 0,37) A a	2,46 (\pm 0,58) A b	2,31 (\pm 1,15) A b
Safira	0,62 (\pm 0,27) B a	4,46 (\pm 0,65) A a	3,92 (\pm 0,46) A a
Rubi	1,62 (\pm 0,27) B a	3,54 (\pm 0,49) A a	2,31 (\pm 0,57) B b
F = 3,93 (valor p = 0,0053); CV(%) = 31,86			
Ninfas			
Verde	3,08 (\pm 0,76) A a	4,54 (\pm 1,01) A b	3,85 (\pm 1,15) A b
Safira	1,23 (\pm 0,41) B a	9,00 (\pm 1,04) A a	7,00 (\pm 1,30) A a
Rubi	2,77 (\pm 0,56) B a	6,77 (\pm 1,14) A a	4,38 (\pm 1,48) B b
F = 3,56 (valor p = 0,0095); CV(%) = 38,85			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($\alpha = 0,05$)

Teste com chance de escolha para pulgão alado

Após 24 horas da liberação dos pulgões alados, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos e interação entre eles. Portanto, os pulgões *A. gossypii* alados não apresentaram comportamento de preferência pelos diferentes cultivares de algodão colorido, tratadas ou não com ASM ou silício e também para a produção de ninfas. Nas plantas tratadas com ASM foram encontrados, em média, 1,28 adultos alados e 1,46 ninfas, nas tratadas com silício 1,51 adultos alados e 2,49 ninfas e nas plantas que só receberam água foram encontrados 1,08 adultos e 1,26 ninfas.

Para o número médio de *A. gossypii* (adultos e ninfas) presente nas plantas após 48 horas da liberação, não foram observadas diferenças significativas. O número

de pulgões adultos alados e de ninfas presentes nas plantas tratadas com ASM foi de 0,74 e 1,44, respectivamente. Nas plantas tratadas com silício ocorreram, em média, 0,90 pulgões alados e 1,18 ninfas e na testemunha o número de pulgões adultos alados e de ninfas presentes nas plantas foi de 0,44.

No entanto, na avaliação realizada após 72 horas, verificou-se maior número de pulgões alados presentes nas plantas da cultivar Rubi, quando tratadas com silício, em comparação ao ASM e à testemunha. Mas, a cultivar Rubi não diferiu significativamente das outras cultivares quando receberam aplicação de silício, mostrando que não houve influência do silício na preferência do pulgão *A. gossypii* alado por cultivares de algodão de fibras coloridas (TAB. 4).

Tabela 4 - Média (\pm erro padrão) de adultos alados de *A. gossypii* em plantas de diferentes cultivares de algodão colorido submetidas à aplicação de silício e ASM, 72 horas após a liberação (T = 25 \pm 2 °C, UR = 70 \pm 10% e fotofase de 12 horas)

CULTIVAR	ASM	SILÍCIO	TESTEMUNHA
Verde	0,31 (\pm 0,17) A a	0,31 (\pm 0,17) A a	0,08 (\pm 0,08) A a
Safira	0,23 (\pm 0,17) A a	0,62 (\pm 0,27) A a	0,38 (\pm 0,14) A a
Rubi	0,15 (\pm 0,10) B a	0,85 (\pm 0,27) A a	0,31 (\pm 0,17) B a
F = 3,16 (valor p = 0,0466); CV(%) = 34,12			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott ($\alpha = 0,05$)

Após 72 horas da liberação dos pulgões alados, não foram observadas diferenças significativas dos indutores de resistência para o número de ninfas produzidas por *A. gossypii*, sendo, em média das cultivares, 0,36 (ASM), 0,38 (silício) e 0,08 (testemunha) ninfas por planta.

Pelos resultados dos testes com pulgões ápteros ou alados observou-se que a aplicação de silício no algodoeiro não induziu mecanismos de não-preferência a *A. gossypii*. Em batata inglesa, a aplicação de silício, apesar de ter causado efeitos negativos na biologia do pulgão *Myzus persicae*, apresentou resultados de não-preferência semelhantes aos desta pesquisa (GOMES et al., 2008). Entretanto, em Poaceas, na qual ocorre deposição de sílica formando uma dupla camada de sílica, mecanismos de não-preferência foram observados para diferentes espécies de pulgões em plantas de milho, *Pinus* sp. e trigo (CAMARGO et al., 2008; COSTA et al., 2007; MORAES et al., 2005).

De uma maneira geral pode-se afirmar que a aplicação de silício em algodoeiro de fibras coloridas não afeta a preferência de *A. gossypii*. Contudo, o produto

sintético acibenzolar-S-methyl mostrou-se viável e poderia contribuir na redução da colonização das plantas por pulgões.

Conclusões

1. A cultivar Verde e Rubi não são preferidas por *A. gossypii* em relação à cultivar Safira;
2. O silício não afeta a preferência de *A. gossypii* em algodoeiro;
3. O acibenzolar-S-methyl induz mecanismo de não-preferência a *A. gossypii* áptero.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG pela concessão de bolsas e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo apoio financeiro ao projeto.

Referências

- ARANTES, N. E.; PENNA, J. C. V.; SILVA, C. M. Algodão: principais pragas da cultura e seu manejo. In: ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SEMENTES E MUDAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS (APSEMG) (Ed.). **Guia Técnico Algodão e Soja**. Belo Horizonte: APSEMG, 1998. p. 34-71.
- BASAGLI, M. A. B. *et al.* Effect of sodium silicate on the resistance of wheat plants to green-aphid *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 03, p. 659-663, 2003.
- CAMARGO, J. M. M. *et al.* Resistência induzida ao pulgão-gigante-do-pinus (Hemiptera: Aphididae) em plantas de *Pinus taeda* adubadas com silício. **Bragantia**, v. 67, n. 04, p. 927-932, 2008.
- CARVALHO, S. P.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G. Efeito do silício na resistência do sorgo (*Sorgum bicolor*) ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 03, p. 505-510, 1999.
- CORREA, R. S. B. *et al.* Silicon and acibenzolar-S-methyl as resistance inducers in cucumber against the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 03, p. 429-433, 2005.
- COSTA, R. R.; MORAES, J. C. Efeitos do ácido silícico e do acibenzolar-S-methyl sobre *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 06, p. 834-839, 2006.
- 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**, v. 31, n. 02, p. 393-397, 2007.
- DATNOFF, L. E. *et al.* Effect of calcium silicate on blast and brown spot intensities and yields of rice. **Plant Disease**, v. 75, p. 729-732, 1991.
- EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings National of Academy Science**, v. 91, n. 01, p. 11-17, 1994.
- EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 50, p. 641-664, 1999.
- FERNANDES, F. L. *et al.* Impacto de inseticidas e acaricidas sobre organismos não alvos. In: ZAMBOLIM, Laércio *et al.* (Org.). **Produtos Fitossanitários (Fungicidas, Inseticidas, Acaricidas e Herbicidas)**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2008. p. 575-606. v. 1.
- FRIDRICH, L. *et al.* A benzothiadiazole derivate induces systemic acquired resistance in tobacco. **The Plant Journal**, v. 10, n. 01, p. 61-67, 1996.
- FURTADO, R. F. *et al.* Susceptibilidade de cultivares de *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch a *Aphis gossypii* Glover. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 03, p. 461-464, 2009.
- GOMES, F. B. *et al.* Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. **Scientia Agricola**, v. 62, n. 06, p. 547-551, 2005.
- GOMES, F. B. *et al.* Uso de silício como indutor de resistência em batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 02, p. 185-190, 2008.
- GÖRLACH, J. *et al.* Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activates gene expression and disease resistance in wheat. **The Plant Cell**, v. 08, n. 04, p. 629-643, 1996.
- INBAR, M. *et al.* Induction of systemic acquired resistance in cotton by BTH has a negligible effect on phytophagous insects. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 99, n. 01, p. 65-70, 2001.
- KUNZ, W.; SCHURTER, R.; MAETZKE, T. The chemistry of benzothiadiazole plant activators. **Pesticide Science**, v. 50, n. 04, p. 275-282, 1997.
- MORAES, J. C. *et al.* Feeding non-preference of the corn leaf aphid *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) to corn plants (*Zea mays* L.) treated with silicon. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 04, p. 761-766, 2005.
- RANGANATHAN, S. *et al.* Effects of silicon sources on its deposition, chlorophyll content, and disease and resistance in rice. **Biologia Plantarum**, v. 50, n. 04, p. 713-716, 2006.
- RANGER, C. M. *et al.* Influence of silicon on resistance of *Zinnia elegans* to *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, v. 38, n. 01, p. 129-136, 2009.
- WU, K. M.; GUO, Y. Y. The Evolution of pest management practices in China. **Annual Review of Entomology**, v. 50, p. 31-52, 2005.