

CROP PROTECTION

Efeitos do Ácido Silícico e do Acibenzolar-S-Methyl sobre *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em Plantas de TrigoROSANE R. COSTA E JAIR C. MORAES¹

Depto. Entomologia, C. postal 3037, 37.200-000, Lavras, MG

¹Autor correspondente, jcmoraes@ufla.br*Neotropical Entomology* 35(6):834-839 (2006)Effects of Silicon Acid and of Acibenzolar-S-Methyl on *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) in Wheat Plants

ABSTRACT - The objective of this work was to evaluate the effects of silicon acid and acibenzolar-S-methyl (ASM) on biology and behavior of the aphid (greenbug) in wheat plants. The experiment involved a 4 factorial (no silicon, silicon on leaf, silicon in the soil and silicon in the soil + on leaf), x 2 (with and without acibenzolar-S-methyl), in a completely randomized design. A preference test with chance of choice was set in blocks randomized, with 10 replications. Silicon acid was used at 1% and ASM at 0.5%. The treatments were evaluated by means of preference tests with chance of choice (adult aphids in leaf sections of wheat plants were counted), biological studies (length of pre-reproductive, reproductive and post-reproductive periods, mortality rate during the pre-productive period, number of nymphs, longevity and population growth rate were determined) and colonization of aphids (number of adult aphids and nymphs were determined). In the preference test, plants that received ASM were not chosen by the aphids. The application of the silicon or ASM reduced significantly the number of nymphs, the population growth rate, the post-reproductive period and the longevity of the greenbug. A significant reduction of the number of aphids was observed during aphids colonization when ASM or silicon were applied. The addition of silicon acid, mostly in the soil, or of ASM is promising as a control method in the integrated management of aphid in wheat.

KEY WORDS: ASM, greenbug, *Triticum aestivum*, behavior, silicon

RESUMO - Neste trabalho, o objetivo foi avaliar os efeitos do ácido silícico e do acibenzolar-S-methyl (ASM) sobre a biologia e o comportamento do pulgão-verde em plantas de trigo. O experimento constituiu-se em um fatorial 4 (sem silício, silício via foliar, silício via solo e silício via solo + foliar) x 2 (com e sem acibenzolar-S-methyl), em delineamento inteiramente ao acaso. Um teste de preferência com chance de escolha foi montado em delineamento em blocos casualizados, com dez repetições. A concentração de ácido silícico foi 1% e de ASM, 0,5%. Para a avaliação dos tratamentos foram realizados testes de preferência com chance de escolha (contagem de pulgões adultos em seções foliares de plantas de trigo), avaliação da biologia (duração dos períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo, mortalidade no período pré-reprodutivo, número de ninfas produzidas, longevidade e taxa de crescimento populacional) e colonização dos pulgões (número de pulgões adultos e ninfas). No teste de preferência com chance de escolha, as plantas tratadas com ASM não foram preferidas pelos pulgões. A aplicação de silício ou ASM reduziu o número de ninfas produzidas, a taxa de crescimento populacional, o período pós-reprodutivo e a longevidade do pulgão-verde. Na colonização o número de pulgões foi reduzido pela aplicação de ASM ou silício. A aplicação de ácido silícico, principalmente via solo, ou de ASM, é promissora para uso no manejo integrado do pulgão-verde em trigo.

PALAVRAS-CHAVE: Silício, ASM, pulgão-verde, *Triticum aestivum*, comportamento

A cultura de trigo (*Triticum aestivum* L.) é importante no Brasil e no mundo, representando cerca de 30% da produção de cereais (Agriannual 2001). Dentre os principais problemas enfrentados pela triticultura brasileira pode-se destacar os insetos-praga, que ocasionam baixa produção e afetam a qualidade dos grãos (Salvadori 1999).

O pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani) é um dos principais insetos-praga da cultura do trigo, sendo que, as injúrias e danos causados por esse afídeo atingem a planta em praticamente todos os estádios fenológicos, desde a fase de plântula até o enchimento dos grãos, podendo levá-la à morte (Silva *et al.* 1996). O pulgão-verde causa danos diretos

pela injeção de saliva e sucção de seiva. Enzimas presentes na saliva alteram as células e seus conteúdos, matando os tecidos vivos. Injúria local é observada como manchas amarelas ou centros necróticos na folha, enquanto injúrias sistêmicas tornam-se evidentes por exame de raiz, que parece paralisada (Pfadt 1985). O pulgão-verde pode ainda causar dano indireto pela transmissão do Vírus do Nanismo Amarelo da Cevada (BYDV), que é uma moléstia de grande impacto econômico em cereais (Lister & Ranieri 1995). De acordo com Esau (1957), o vírus causa extensiva degeneração no floema do hospedeiro, ocasionando um colapso na condução da seiva, o que reflete em esterilidade ou mortalidade de afilhos, redução no crescimento da raiz e na produtividade de grãos.

O controle químico é predominante no manejo do pulgão-verde e recomendado quando a infestação atingir 10% das plantas infestadas durante a fase vegetativa ou ultrapassar dez pulgões por espiga até a fase de grão em massa mole (Silva *et al.* 1996). Sendo assim, a produção de trigo ainda é dependente do uso de inseticidas, onerando o custo de produção (Salvadori 1999).

Atualmente, métodos de controle que visam diminuir a utilização de inseticidas estão sendo cada vez mais pesquisados para o manejo de insetos-praga. 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 (Marschner 1995; Savant *et al.* 1997, Epstein 1994, 1999). A silificação da epiderme impede a penetração e a mastigação pelos insetos devido ao endurecimento da parede das células vegetais (Datnoff *et al.* 1991). A aplicação de silício reduziu a preferência e a reprodução de *S. graminum* em sorgo e em trigo (Carvalho *et al.* 1999, Costa & Moraes 2002, Basagli *et al.* 2003).

Existem produtos sintéticos que agem como elicitores de resistência em plantas contra agentes bióticos (insetos ou patógenos). O éster 2-metil benzo-(1,2,3)-tiadiazole-7-carbotoiico, de nome químico acibenzolar-S-methyl (ASM) é o composto mais estudado e mais eficiente que pode levar à ativação de genes que codificam a resistência de plantas (Kessmann *et al.* 1994). Além de não apresentar fitotoxidez em vegetais (Görlach *et al.* 1996, Kunz *et al.* 1997), o ASM é facilmente translocado pelos tecidos da planta (Friedrich *et al.* 1996) de forma sistêmica (Oostendorp *et al.* 2001). Estudos realizados por Correa *et al.* (2005) demonstraram a eficiência do acibenzolar-S-methyl na redução da oviposição e desenvolvimento de mosca-branca em pepino.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do ácido silícico e do acibenzolar-S-methyl (ASM) sobre a biologia e o comportamento do pulgão-verde em plantas de trigo.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no período de janeiro a junho de 2005 na Universidade Federal de Lavras (UFLA) e constituiu-se de três testes: teste de preferência com chance de escolha, colonização e biologia do pulgão-verde. Em 240 vasos com capacidade para 1 litro de substrato, composto de terra de barranco, areia e esterco de curral curtido, na proporção de 3:1:1, foram semeadas oito sementes de trigo,

cultivar Embrapa 22, por vaso e 10 dias após a emergência foi realizado o desbaste deixando-se quatro plantas mais vigorosas por vaso. Cada vaso foi irrigado diariamente, com 50 ml de água. O cálculo da necessidade de calagem e adubação foi realizado segundo as recomendações da Comissão... (1999). Os 80 vasos utilizados para o teste de preferência com chance de escolha permaneceram na casa-de-vegetação até o corte das plantas para realização do teste em laboratório. Para o teste de biologia foram utilizados 80 vasos, os quais foram mantidos em casa-de-vegetação durante o período de condução do teste. Já no teste de colonização das plantas de trigo pelo pulgão-verde, os 80 vasos utilizados foram mantidos em sala climatizada.

O ácido silícico a 1% e o acibenzolar-S-methyl (ASM) a 0,5% diluídos em água, foram aplicados 14 dias após a emergência. As aplicações do ácido silícico foliar e do ASM foram feitas através de pulverizador manual até o escoamento da calda, em média 7,5 ml por vaso, enquanto a aplicação do ácido silícico via solo foi realizada pela aspersão de 50 ml da solução diretamente no substrato ao redor das plantas.

Os pulgões utilizados nesse experimento foram coletados em plantas de sorgo e mantidos em câmaras climatizadas no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas do Departamento de Entomologia, em temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotofase de 12h. Os insetos eram mantidos em seções foliares de sorgo de 10 cm de comprimento, fixadas por tampas de isopor a copos plásticos de 50 ml com água, sendo que a cada dois dias as folhas eram substituídas.

Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 4 (sem silício, silício no solo, silício via foliar e via solo + foliar) x 2 (sem ASM e com ASM), com dez repetições. Os testes foram montados em delineamento inteiramente ao acaso, exceto para o teste de preferência com chance de escolha, o qual foi montado em delineamento em blocos completos casualizados.

Efeito na preferência com chance de escolha. Dez e dezoito dias após a aplicação dos produtos, em cada vaso, destacou-se com tesoura a terceira folha expandida a partir do ápice da planta, a qual foi colocada em saco de papel com identificação do tratamento e repetição correspondente. No laboratório, as folhas foram lavadas com água corrente e, posteriormente, imersas em solução de hipoclorito de sódio a 1% por 3 min. Depois de secadas, recortaram-se seções foliares de 7 cm de comprimento, que foram fixadas em placas de Petri de 20 cm de diâmetro, contendo gel de ágar a 1%, e cobertas com filme de PVC perfurado com agulha. Cada placa constituiu um bloco, no total de 10 placas, que continham uma seção foliar de cada um dos oito tratamentos, dispostos em círculo, formando uma arena. Posteriormente, 24 pulgões adultos ápteros foram liberados no centro de cada placa e essas foram mantidas em câmara climatizada, com temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotofase de 12h até o final do teste. A avaliação foi realizada 72h após a liberação dos pulgões pela contagem do número de adultos presentes em cada seção foliar, conforme Cruz *et al.* (1998).

Efeito na biologia. Dezesete dias após a aplicação dos produtos, duas fêmeas adultas, no início do período reprodutivo, retiradas da criação de manutenção, foram

liberadas em gaiola cilíndrica de plástico transparente, com 1 cm de altura e 0,8 cm de diâmetro, com fundo fechado com tecido tipo organza e a outra extremidade circundada com espuma para evitar ferimentos nas folhas. As gaiolas foram fixadas às folhas por grampo de cabelo, sendo colocada uma gaiola por planta por vaso. No dia seguinte foram retiradas as duas fêmeas adultas e deixadas três ninfas de primeiro instar por gaiola. Quando o período reprodutivo iniciou (presença de ninfas na gaiola), foi deixada apenas uma fêmea por gaiola. Diariamente, com auxílio de um pincel, as ninfas foram contadas e retiradas. As gaiolas foram deslocadas para outras partes da folha a cada dois dias. Os parâmetros biológicos observados foram os seguintes: mortalidade ninfal; períodos pré-reprodutivo, reprodutivo e pós-reprodutivo; número de ninfas e longevidade. Para estimar a taxa de crescimento populacional do pulgão, utilizou-se o método proposto por Wyatt & White (1977) com a seguinte equação: $r_m = 0,738 (\log_e M_d)/d$, em que: r_m : taxa de crescimento populacional; M_d : número de ninfas nascidas durante o mesmo número “d”; d: duração do período pré-reprodutivo em dias.

Efeito na colonização em plantas de trigo. Conduzido em sala climatizada, com temperatura de $22 \pm 2^\circ\text{C}$ da semeadura até infestação e $25 \pm 2^\circ\text{C}$ da infestação até o corte das plantas, umidade relativa $80 \pm 10\%$ e fotofase de 12h. Dezoito dias após a aplicação dos produtos nas plantas, três pulgões adultos foram liberados em cada vaso. Quando pelo menos uma planta do tratamento testemunha apresentava-se debilitada devido aos pulgões, e isso ocorreu quinze dias após a infestação, as plantas foram cortadas e embaladas em sacos plásticos e mantidas em congelador para contagem do número de insetos (ninfas e adultos).

Análise estatística. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o pacote computacional SISVAR, versão 4.0 (Ferreira 2000). Para o teste de preferência e de colonização, os dados foram transformados para $\sqrt{X+0,5}$ e a mortalidade no período pré-reprodutivo para arco-seno $\sqrt{X/100}$. As médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott (1974) a 5% de significância.

Resultados e Discussão

Efeito na preferência com chance de escolha. Para os diferentes tratamentos com silício não foram constatadas diferenças significativas no número de *S. graminum*. Porém, Carvalho *et al.* (1999), trabalhando com genótipos de sorgo em teste de livre escolha, verificaram que após 63h da liberação dos pulgões as plantas não tratadas com silício tinham o dobro de pulgões em comparação com o tratamento testemunha; e em teste de preferência com chance de escolha, Costa & Moraes (2002) e Basagli *et al.* (2003) verificaram que a aplicação de silicato de sódio afetou a preferência do pulgão-verde em sorgo e trigo respectivamente.

As plantas que receberam aplicação de ASM não foram preferidas pelos pulgões adultos (Tabela 1). Essa não preferência dos pulgões pelas plantas tratadas com ASM pode estar associada a uma possível indução da síntese de substâncias de defesa, podendo ser o ASM um elicitor.

Tabela 1. Número médio (\pm erro padrão) de *S. graminum* adultos em seções foliares de plantas de trigo, 10 e 18 dias após serem submetidas à aplicação de acibenzolar-S-methyl, 72h após a infestação (temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotofase de 12h).

ASM	10 dias	18 dias
Sem	1,9 \pm 0,56 a	1,9 \pm 0,60 a
Com	1,2 \pm 0,42 b	1,2 \pm 0,38 b
CV (%)	35,9	39,6

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de F ($P \leq 0,05$).

Resultados semelhantes foram verificados por Inbar *et al.* (2001) com a aplicação de ASM, que induziu aumentos significativos nos níveis da atividade das enzimas peroxidase, 1,3-glucanase e quitinase em folhas de algodoieiro, indicando haver resistência localizada ao ataque de mosca-branca. Correa *et al.* (2005), em trabalho realizado com mosca-branca *Bemisia tabaci* (Gennadius), biótipo B, em pepino, também verificaram efeito negativo do ASM na oviposição, com redução média de 60% em relação à testemunha.

Efeito na biologia. O período pré-reprodutivo (média = 9 dias), a mortalidade no período pré-reprodutivo (média = 32%) e o período reprodutivo (média = 16 dias) do pulgão-verde não apresentaram diferenças entre os tratamentos, isto é, essas variáveis não foram afetadas pela aplicação de silício e/ou ASM. Basagli *et al.* (2003) também não detectaram diferenças significativas para os períodos pré-reprodutivo (média = 5 dias), reprodutivo (média = 21 dias) e mortalidade no período pré-reprodutivo (média = 29%) de *S. graminum* em plantas de trigo tratadas com silício.

Entretanto, foram observados efeitos significativos para a interação ácido silícico e ASM para taxa de crescimento populacional, número de ninfas, período pós-reprodutivo e longevidade. Os resultados da taxa de crescimento populacional indicaram que a aplicação de silício via solo, foliar ou solo+foliar, reduziu em torno de 25% a taxa de crescimento populacional, quando as plantas não receberam a aplicação de ASM (Tabela 2). No entanto, quando se aplicou ASM, a aplicação de silício via solo proporcionou a menor taxa de crescimento dos pulgões, sendo que as aplicações via foliar e solo+foliar não diferiram significativamente das plantas tratadas com ASM e não submetidas à aplicação de silício.

Nas plantas em que não se aplicou silício, a aplicação de ASM reduziu a taxa de crescimento dos pulgões em torno de 20%. Nas plantas que receberam silício, por qualquer dos modos de aplicação, não houve efeito significativo da aplicação de ASM (Tabela 2). A aplicação de silício via solo, quando associada a ASM, proporcionou redução significativa na taxa de crescimento em relação aos outros tratamentos associados à aplicação de ASM. Dessa forma, a aplicação isolada de silício ou ASM pode ser promissora para a redução da taxa de crescimento do afídeo. De maneira semelhante,

Tabela 2. Taxa média (\pm erro padrão) de crescimento da população (rm), número médio de ninfas (\pm erro padrão), período pós-reprodutivo médio e longevidade média (\pm erro padrão) de *S. graminum* em plantas de trigo submetidas à aplicação de silício e/ou ASM, em casa-de-vegetação. Lavras, MG, 2005.

Silício		ASM	
		Sem	Com
Taxa de crescimento	Sem silício	0,340 \pm 0,012 a A	0,280 \pm 0,014 a B
	Com silício foliar	0,258 \pm 0,012 b A	0,291 \pm 0,014 a A
	Com silício solo	0,243 \pm 0,017 b A	0,220 \pm 0,016 b A
	Com Si solo + foliar	0,272 \pm 0,007 b A	0,279 \pm 0,007 a A
CV 14,9%			
Número médio de ninfas	Sem silício	109,70 \pm 8,01 a A	34,00 \pm 7,14 b B
	Com silício foliar	50,00 \pm 9,31 b A	48,00 \pm 8,15 a A
	Com silício solo	26,90 \pm 5,26 c A	26,80 \pm 6,13 b A
	Com Si solo + foliar	63,00 \pm 6,32 b A	55,50 \pm 6,87 a A
CV 44,31%			
Período pós-reprodutivo médio	Sem silício	8,5 \pm 0,67 a A	0,9 \pm 0,69 a B
	Com silício foliar	4,5 \pm 1,80 b A	2,5 \pm 1,54 a A
	Com silício solo	2,8 \pm 1,25 b A	1,0 \pm 0,47 a A
	Com Si solo + foliar	3,7 \pm 1,15 b A	1,6 \pm 0,65 a A
CV 61,3%			
Longevidade média	Sem silício	36,8 \pm 2,72 a A	20,8 \pm 2,26 a B
	Com silício foliar	30,9 \pm 4,16 a A	25,7 \pm 3,23 a A
	Com silício solo	23,0 \pm 2,75 b A	24,4 \pm 3,12 a A
	Com Si solo + foliar	34,2 \pm 3,44 a A	28,1 \pm 2,41 a A
CV 34,6%			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelos Testes de F e de Scott-Knott, respectivamente ($P \leq 0,05$).

Gomes *et al.* (2005) verificou que a aplicação de silício afetou negativamente o crescimento da população de *S. graminum*, com redução na taxa de crescimento de cerca de 1,5 vezes em relação à testemunha. Para o número médio de ninfas, em relação à aplicação de ASM, foi observada diferença significativa entre os

Tabela 3. Número médio (\pm erro padrão) de *S. graminum* adultos em plantas de trigo tratadas com silício e/ou acibenzolar-S-methyl), em sala climatizada (temperatura: 25 \pm 2°C, UR: 80 \pm 10% e fotofase de 12h).

Silício	ASM		Média
	Sem	Com	
Sem silício	197,19	147,84	169,76 \pm 20,04 a
Com silício foliar	235,88	184,20	209,30 \pm 26,89 a
Com silício solo	189,41	144,98	166,40 \pm 20,84 a
Com Si solo+foliar	214,42	205,62	209,89 \pm 19,66 a
Média	208,85 \pm 25,14 A	169,72 \pm 18,81 B	
CV 18,6%			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelos testes de F e de Scott-Knott, respectivamente ($P \leq 0,05$).

Tabela 4. Número médio (\pm erro padrão) de ninfas de *S. graminum* em plantas de trigo tratadas com silício e/ou acibenzolar-S-methyl, em sala climatizada (temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR: $80 \pm 10\%$ e fotofase de 12h).

Silício	ASM		Média
	Sem	Com	
Sem silício	486,45	281,74	377,14 \pm 80,51 a
Com silício foliar	360,65	431,81	395,43 \pm 70,53 a
Com silício solo	289,62	199,81	242,64 \pm 38,94 b
Com Si solo + foliar	204,42	180,62	192,35 \pm 30,81 b
Média	327,29 \pm 70,72 A	265,22 \pm 58,67 A	
CV 27,0%			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelos Testes de F e de Scott-Knott, respectivamente ($P \leq 0,05$).

tratamentos com e sem ASM apenas para as plantas que não receberam a aplicação do ácido silícico (Tabela 2). Já a aplicação de silício, quando não associado ao ASM, reduziu significativamente o número de ninfas, principalmente quando as plantas receberam a aplicação de silício via solo o qual diferiu da testemunha (sem silício e sem ASM), que apresentou número de ninfas 80% maior (Tabela 2). Esses resultados corroboram aqueles obtidos por Carvalho *et al.* (1999) que observaram produção de ninfas de *S. graminum* em média 32% menor em genótipos de sorgo submetidos à aplicação de silício do que na testemunha.

Para o período pós-reprodutivo, verificaram-se diferenças significativas entre as plantas que receberam ASM somente na ausência de silício, com redução média de 94% no período pós-reprodutivo quando da aplicação do ASM (Tabela 2). As plantas tratadas com quaisquer das formas de aplicação de silício não associado à aplicação de ASM, apresentaram pulgões com período pós-reprodutivo significativamente menor, sendo essa redução em torno de 70% (Tabela 2).

Não foram observados diferenças significativas na aplicação de ASM para a longevidade do pulgão, exceto nas plantas não submetidas à aplicação de silício. Neste caso, foi observada uma redução média de cerca de duas vezes a longevidade dos pulgões quando as plantas foram tratadas com ASM. A longevidade do pulgão-verde também foi significativamente menor quando as plantas receberam silício via solo e não foram submetidas à aplicação de ASM (Tabela 2).

Efeito na colonização em plantas de trigo. Não foi observada interação entre a aplicação de silício e ASM. Contudo, o número de pulgões adultos foi inferior nas plantas tratadas com ASM (Tabela 3). Para o número de ninfas (Tabela 4) foi observado o contrário, isto é, as plantas tratadas com silício via solo e via solo + foliar apresentaram menor produção, não sendo verificados efeitos do ASM. Esses resultados corroboram os de Momol *et al.* (2004), que observaram redução significativa no número de várias espécies de trips dos gênero *Frankliniella* e *Thrips* (Thysanoptera) em tomateiros submetidos ao tratamento com ASM.

A diminuição da população de pulgões pode estar relacionada à mudança de textura da epiderme foliar e/ou ao

aumento da solubilidade do silício na folha (Hanish 1980), induzindo, possivelmente, além da barreira mecânica (Blum 1968), barreiras químicas sintetizadas pelas plantas.

Os resultados, de modo geral, sugerem que a aplicação de silício ou acibenzolar-S-methyl pode proporcionar uma proteção às plantas de trigo, afetando negativamente a reprodução e o desenvolvimento do pulgão-verde. Contudo, pesquisas ainda são necessárias para a calibração de doses dos referidos produtos e as possíveis interações dessa tática de manejo com outros métodos de controle do *S. graminum* em trigo.

A aplicação de ácido silícico, principalmente via solo, ou acibenzolar-S-methyl é promissora como ferramenta no manejo integrado do pulgão-verde em cultura de trigo.

Referências

- Agrianual. 2001. Anuário da agriculturab. FNP Consul. Com. 536p.
- Basagli, M.A.B., J.C. Moraes, G.A. Carvalho, C.C. Ecolé & R.C.R. Gonçalves-Gervásio. 2003. Effect of sodium silicate on the resistance of wheat plants to green-aphids *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae). Neotrop. Entomol. 32: 659-663.
- Blum, A. 1968. Anatomical phenomena in seedlings of sorghum varieties resistant to the sorghum shoot fly *Atherigona varia soccata*. Crop Sci. 8: 388-391.
- Carvalho, S.P., J.C. Moraes & J.G. Carvalho. 1999. Efeito do silício na resistência do sorgo (*Sorghum bicolor*) ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). An. Soc. Entomol. Bras. 28: 505-510.
- Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG. 1999. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aprox. 359p.
- Correa, R.S.B., J.C. Moraes, A.M. Auad & G.A. Carvalho. 2005. Silicon and acibenzolar-s-methyl as resistance inducers in cucumber, against the whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B. Neotrop. Entomol. 34: 429-433.

- Costa, R.R. & J.C. Moraes. 2002. Resistência induzida em sorgo por silicato de sódio e infestação inicial pelo pulgão-verde *Schizaphis graminum*. *Ecosistema* 27: 37-39.
- Cruz, I., J.D. Vendramin & A.C. Oliveira. 1998. Determinação do período de avaliação de não-preferência de sorgo ao pulgão-verde, *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). *An. Soc. Entomol. Bras.* 27: 299-302.
- Datnoff, L.E., R.N. Raid, G.H. Snyder & D.B. Jones. 1991. Effect of calcium silicate on blast and brown spot intensities and yields of rice. *Plant Dis.* 75: 729-732.
- Epstein, E. 1994. The anomaly of silicon in plant biology. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 91: 11-17.
- Epstein, E. 1999. Silicon. *An. Rev. Plant Phys. Plant Mol. Biol.* 50: 641-664.
- Esau, K. 1957. Phloem deterioration in Gramineae affected by the barley yellow dwarf virus. *Amer. J. Bot.* 44: 245-251.
- Ferreira, D.F. 2000. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows® versão 4. 0. In *Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria*, 45., 2000, p. 235.
- Friedrich, L., K. Lawton, W. Ruess, P. Masner, N. Specker, M.G. Rella, B. Meier, S. Dincher, T. Staub, S. Uknes, J. Métraux, H. Kessmann & J. Ryals. 1996. A benzothiadiazole derivative induces systemic acquired resistance in tobacco. *Plant J.* 10: 61-70.
- Gomes, F.B., J.C. Moraes, C.D. Santos & M.M. Goussain. 2005. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. *Sci. Agric.* 62: 547-551.
- Görlach, J., S. Volrath, G. Knauf-Beiter, G. Hengy, U. Beckhove, K. Kogel, M. Oostendorp, T. Staub, E. Ward, H. Kessmann & J. Ryals. 1996. Benzothiadiazole a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activates gene expression and disease resistance in wheat. *Plant Cell* 8: 629-643.
- Hanish, H.C. 1980. Zun einfluss der stickstoffdüngung und vorbeugender spritzung von natronwasser glas zu weizenpflanzem auf deren widerstandsfähigkeit gegen getreideblattlause. *Kali-Driefe* 15: 287-296.
- Inbar, M., H. Doostdar, D. Gerling & R.T. Mayer. 2001. Induction of systemic acquired resistance in cotton by BTH has a negligible effect on phytophagous insects. *Entomol. Exp. Appl.* 99: 65-70.
- Lister, R.M. & R. Ranieri. 1995. Distribution and economic importance of barley yellow dwarf p.29-53. In C.J D'Arcy & P.A. Burnett, *Barley yellow dwarf: 40 years of progress*. Amer. Phytopathol. Soc., St. Paul, 374p.
- Kessmann, H., T. Staub, C. Hoffmann, T. Maetzke, J. Herzog, E. Ward, S. Uknes & J. Ryals. 1994. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. *Annu. Rev. Phytopathol.* 32: 439-459.
- Kunz, W., R. Schurter & T. Maetzke. 1997. The chemistry of benzothiadiazole plant activators. *Pest. Sci.* 50: 275-282.
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, London, 920p.
- Momol, M.T., S.M. Olson, J.E. Funderburk, J. Stavisky & J.J. Marois. 2004. Integrated management of tomato spotted wilt on field-grown tomatoes. *Plant Dis.* 88: 882-890.
- Oostendorp, M., W. Kunz, B. Dietrich & T. Staub. 2001. Induced disease resistance in plants by chemicals. *Europ. J. Plant Pathol.* 107: 19-28.
- Pfadt, R.E. 1985. Insect pest of small grains, p.270-275. In R.E. Pfadt, *Fundamentals of applied entomology*, New York, 742p.
- Salvadori, J.R. 1999. Controle biológico de pulgões de trigo: O sucesso que perdura. *Rev. Plant. Dir.* 46: 25-31.
- Savant, N.K., G.D. Snyder & L.E. Datnoff. 1997. Silicon in management and sustainable rice production. *Adv. Agron.* 58: 151-199.
- Scott, A.J. & M.A. Knott. 1974. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of varianicis. *Biometrics* 30: 507-512.
- Silva, D.B., A.F. Guerra, T.A. Rein, J.R. Anjos, R.T. Alves, G.C. Rodrigues & I.A.C. Silva. 1996. *Trigo para o abastecimento familiar: Do plantio à mesa..* Embrapa, CPAC, 176p.
- Wyatt, I.J. & P.F. White. 1977. Simple estimation of intrinsic increase rates for aphids and Tetranychid mites. *J. Appl. Ecol.* 14: 757-766.

Received 1/IX/05. Accepted 2/II/06.
