

EFEITO DA APLICAÇÃO DE SILICATO DE SÓDIO NA RESISTÊNCIA DE PLANTAS DE TRIGO AO PULGÃO-VERDE *Schizaphis graminum* (RONDANI, 1852) (HEMIPTERA: APHIDIDAE) E DESTE PULGÃO EM ALGUNS ASPECTOS BIOLÓGICOS DO PREDADOR *Chrysoperla externa* (HAGEN, 1861) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)

MARCO ANTONIO BOLOGNESI BASAGLI

2002

52983

MARCO ANTONIO BOLOGNESI BASAGLI

MEN 37499

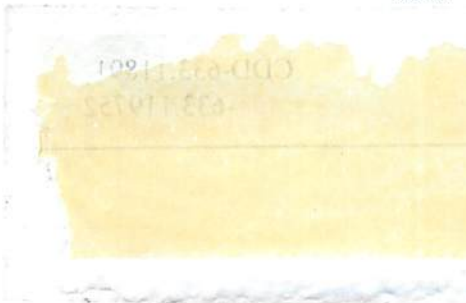
**EFEITO DA APLICAÇÃO DE SILICATO DE SÓDIO NA
RESISTÊNCIA DE PLANTAS DE TRIGO AO PULGÃO-VERDE
Schizaphis graminum (RONDANI, 1852) (HEMIPTERA:
APHIDIDAE) E DESTE PULGÃO EM ALGUNS ASPECTOS
BIOLÓGICOS DO PREDADOR *Chrysoperla externa* (HAGEN,
1861) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Lavras como parte das exigências do Curso de
Mestrado em Agronomia, área de concentração em
Entomologia, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Jair Campos Moraes

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2002



Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA

Basagli, Marco Antonio Bolognesi

Efeito da aplicação de silicato de sódio na resistência de plantas de trigo ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemenoptera: Aphididae), e deste pulgão em alguns aspectos biológicos do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) Neuroptera: Chrysopidae) / Marco Antonio Bolognesi Basagli. --

Lavras : UFLA, 2002.

49 p. : il.

Orientador: Jair Campos Moraes.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

1. Trigo. 2. Pulgão verde. 3. Silicato de sódio. 4. Manejo. 5. Interação tritrófica. 6. Controle biológico. 7. Crisopídeos. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.11891

-633.119752

MARCO ANTONIO BOLOGNESI BASAGLI

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE SILICATO DE SÓDIO NA
RESISTÊNCIA DE PLANTAS DE TRIGO AO PULGÃO-
VERDE *Schizaphis graminum* (RONDANI, 1852)
(HEMIPTERA: APHIDIDAE) E DESTE PULGÃO EM
ALGUNS ASPECTOS BIOLÓGICOS DO PREDADOR
Chrysoperla externa (HAGEN, 1861) (NEUROPTERA:
CHRYSOPIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Lavras como parte das exigências do Curso de
Mestrado em Agronomia, área de concentração em
Entomologia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 22 de fevereiro de 2002

Prof. Lusinério Prezotti

UNIVALE

Prof. Geraldo Andrade Carvalho

UFLA


Prof. Jair Campos Moraes
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Às pessoas mais importantes da minha vida: pai, Carlos Henrique; mãe, Nicinha; irmão, Rafa; avó, Maud; tias, Ilza e Eliete e ao irmãozinho Lupi.

Ao avô Otávio e avó Maria, aos sogros, Itamar e Maria Luiza.

À minha cara metade e noiva, Carla, que é responsável por me ajudar em todos os parágrafos deste trabalho.

Dedico e ofereço este trabalho, especialmente ao meu querido avô Domingos Basagli. Sei que está sempre olhando por mim, de algum lugar.

OFEREÇO E DEDICO

“Conhecendo nossos ideais e limites e, a partir desses, fazer algo a alguém que necessite ajuda, parte de nossa meta na Terra já pode ser considerada cumprida”.

(Marco Antonio Bolognesi Basagli)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização deste trabalho e à CAPES (Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), por proporcionar-me bolsa de pesquisa.

Ao professor e amigo Jair Campos Moraes, orientador e companheiro em todos os momentos; p'la sua ajuda, seu profissionalismo, seus ricos conhecimentos, os quais resultaram nesta singela contribuição à ciência.

Aos professores Geraldo Andrade Carvalho e Lusinério Prezotti, por aceitarem participar da banca examinadora.

Ao Julinho, funcionário do Departamento de Entomologia, que tanto contribuiu para o desenvolvimento pleno dos experimentos desta pesquisa.

Aos amigos Girardelli, Marcelo, Denilson, Maurício, Reginaldo e, em especial a Carvalho Carlos Ecole, que muito contribuiu, com seus brilhantes conhecimentos, para o sucesso desta dissertação.

À minha querida família, Avó Maud, Tia Ilza e Tia Eliete, por tanto carinho. Ao meu Pai Carlos Henrique Basagli e minha Mãe Cleonice A.B. Basagli, ao meu Irmão Rafael B. Basagli, pelo carinho e dedicação.

Em especial à minha querida noiva Carla B. Vali Basagli, sem a qual este trabalho não teria sido finalizado. Obrigado pelo apoio, incentivo, compreensão e, sobretudo, pelo grande amor.

Todos estes agradecimentos só são possíveis porque DEUS sempre está presente na minha vida. Obrigado pela vida e por proporcionar-me momentos tão maravilhosos.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1	1
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Aspectos bioecológicos e controle do pulgão-verde <i>Schizaphis graminum</i> (Rond., 1852) (Hemiptera: Aphididae) em cultura de trigo.....	3
2.2 O silício	5
2.2.1 O silício como nutriente.....	5
2.2.2 O silício como protetor de plantas a doenças e insetos-praga	8
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
CAPÍTULO 2	18
Efeito da aplicação de silicato de sódio na resistência de plantas de trigo ao pulgão-verde <i>Schizaphis graminum</i> (Rond., 1852) (Hemiptera: Aphididae).....	18
RESUMO.....	19
ABSTRACT.....	19
1 INTRODUÇÃO.....	20
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4 CONCLUSÕES.....	32
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

CAPÍTULO 3	35
Preferência do pulgão-verde <i>Schizaphis graminum</i> (Rond., 1852) (Hemiptera: Aphididae) por plantas de trigo adubadas com silicato de sódio e o efeito deste pulgão, criado nestas plantas, em alguns aspectos biológicos das fases imaturas do predador <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae).....	35
RESUMO.....	35
ABSTRACT.....	36
1 INTRODUÇÃO.....	37
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	38
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
3.1 Teste de preferência com chance de escolha em laboratório	41
3.2 Aspectos biológicos das fases imaturas do predador <i>C. externa</i>, alimentado com pulgões criados em plantas de trigo adubadas com silicato de sódio.....	44
4 CONCLUSÕES.....	46
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

RESUMO

BASAGLI, Marco Antonio Bolognesi. Efeito da aplicação de silicato de sódio na resistência de plantas de trigo ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) e deste pulgão em alguns aspectos biológicos do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Lavras: UFLA, 2002 49p. (Dissertação de Mestrado em Entomologia)¹

A produção de trigo no Brasil, apesar de apresentar aumentos nos últimos anos, ainda é insuficiente, mantendo o país na tradicional condição de importador. As injúrias de insetos-praga, principalmente de pulgões, estão entre os responsáveis pela instabilidade da produção. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de plantas de trigo ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond., 1852) (Hemiptera: Aphididae), proporcionada pela aplicação de silicato de sódio e as interações entre silício, pulgão-verde e o predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Foram conduzidos dois experimentos, um em casa-de-vegetação e outro em laboratório, com plantas de trigo adubadas com silicato de sódio, via solo ou via foliar e testemunha (sem aplicação). Os bioensaios em laboratório foram realizados em câmara climatizada, à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Avaliou-se, no primeiro experimento, a preferência do pulgão-verde em testes de livre escolha e alguns parâmetros biológicos de *S. graminum* criados em seções foliares destas plantas. No segundo experimento, além dos testes de preferência do pulgão-verde pelas plantas de trigo, foi avaliada a interação tritrófica entre plantas tratadas com silício, pulgão-verde e o predador *C. externa*. Os resultados demonstraram que a aplicação de silicato de sódio, via solo ou foliar, afetou a preferência e alguns parâmetros biológicos do pulgão-verde *S. graminum*, conferindo às plantas de trigo moderada resistência ao inseto-praga. As fases imaturas de *C. externa* não foram afetadas quando o predador foi alimentado com o pulgão-verde criado em plantas de trigo adubadas com silicato de sódio.

¹ Comitê Orientador: Jair Campos Moraes – UFLA (Orientador), Geraldo Andrade Carvalho – UFLA (Co-orientador)

ABSTRACT

BASAGLI, Marco Antonio Bolognesi. The effect of sodium silicate application on wheat plants to green-aphid *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae), and some biological aspects of the predator *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) of this aphid. Lavras: UFLA, 2002 49p. (Master Degree Dissertation in Entomology)²

Despite undergoing development of production during the last years the Brazilian production of wheat, is still not sufficient, to maintaining traditional import situation of the country. The insect-pests injuries, mainly the aphids, is the factor which is responsible for the instability of production. So, the objective of this work was to evaluate the resistance of wheat plants to the green-aphids *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) due to sodium silicate application and the silicate interactions between green-aphids and the predator *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Two experiments were carried out, in a greenhouse and in a laboratory, with wheat plants fertilized with sodium silicate, through soil and leaf, and standard (without application). The bioassays in lab were maintained under controlled temperature of $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ RH and 12:12 hours (L:D). In the first experiment the green-aphid preference in free choice tests and some biological parameters of *S. graminum* reared on the plant leaf sections were evaluated. In the second experiment of the tests of preference of green-aphids of wheat, we evaluated the tritrophic interaction among plants treated with silicate, green-aphids and the predator *C. externa*. The results showed that the silicate sodium application, through soil or leaf, had affected the preference and some biological parameters of the green-aphids *S. graminum*, having a moderate resistance the insect-pest. The immature phases of *C. externa* were also not affected when the predator was fed with green-aphids reared on wheat plants that was fertilized with sodium silicate.

² Guidance Committee: Jair Campos Moraes – UFLA (Adviser), Geraldo Andrade Carvalho – UFLA (Co-adviser)

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção de trigo no Brasil, apesar dos aumentos nos últimos anos, ainda é insuficiente, mantendo o país na tradicional condição de importador. Nesse contexto, esforços têm sido direcionados para o aumento de produtividade da cultura, principalmente com a obtenção de cultivares com melhores características agronômicas.

Mesmo considerando o sucesso alcançado por pesquisas sobre resistência varietal, a cultura de trigo enfrenta ainda problemas com diversas doenças e insetos-praga. Dentre os insetos-praga, destaca-se o pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond., 1852) (Hemiptera: Aphididae) que causa danos às plantas em praticamente todos os estágios fenológicos da cultura, podendo ocasionar até a sua morte. Ele danifica a planta pela grande quantidade de seiva extraída, causando limitação de água e nutrientes, pela injeção de toxinas e transmissão de viroses.

O dano causado pelo pulgão-verde em trigo depende da densidade populacional do pulgão, estágio de crescimento e vigor da planta, condição de umidade e presença ou ausência de inimigos naturais. O controle biológico de pulgões em trigo é devido a ação de predadores, parasitóides e patógenos. Mas, o controle químico ainda é o mais utilizado, sendo aplicados, inclusive, inseticidas de amplo espectro de ação. Assim, observam-se populações numerosas de pulgões e demais pragas dessa cultura que, livres de seus inimigos naturais, reproduzem-se rapidamente.

A resistência induzida de plantas a insetos é uma tática em potencial do manejo integrado de pragas com capacidade para a redução do uso abusivo de

inseticidas nesta cultura. Dessa forma, garantem-se baixo impacto ambiental e sustentabilidade do agronegócio trigo.

Por outro lado, mesmo não sendo considerado um elemento nutricionalmente essencial para as plantas, o fornecimento de silício tem favorecido muitas espécies vegetais, principalmente gramíneas. Dentre elas, destacam-se o trigo, arroz, cana-de-açúcar, milho, milheto, sorgo, aveia e forrageiras. A aplicação de silício propicia um aumento da disponibilidade de nutrientes às plantas; redução da perda de água pelas folhas por meio da transpiração, em razão da camada formada sob a cutícula foliar e elevação da tolerância a doenças e insetos-praga.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de plantas de trigo ao pulgão *S. graminum*, proporcionada pela aplicação de silício e as interações silício, pulgão-verde e o predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos bioecológicos e controle do pulgão-verde em cultura de trigo

O afídeo *S. graminum* é originário da Europa e da Ásia, e foi introduzido no continente americano nas culturas de trigo, de cevada, de centeio e de sorgo. Ocorre em todas as espécies de gramíneas e é considerado um dos principais insetos-praga da parte aérea das plantas nas regiões onde esses cereais são cultivados. No Brasil, foi citado pela primeira vez na cultura de alpiste (*Phalaris canariensis*, L.), no ano de 1942, no estado do Rio Grande do Sul. A partir da década de 1970, com a expansão das áreas produtoras de trigo, o pulgão-verde tem atingido altas populações, causando sérias injúrias e danos às plantas, que resultam em baixos rendimentos de grãos (Cruz et al., 1998; Salvadori, 1998).

O pulgão-verde apresenta como principais características o tamanho de pequeno a médio, a coloração verde-clara, os sifúnculos cilíndricos e escurecidos, somente na parte apical. As antenas possuem flagelo escuro em quase toda a sua extensão e a nervura média da asa anterior apresenta apenas uma bifurcação. Os ápteros possuem, geralmente, uma linha média dorsal e longitudinal de coloração verde-clara. O rostro não alcança as coxas do segundo par de pernas. Os pulgões alados têm cabeça e mesotórax de coloração escura (Penna-Martinez, 1985).

Essa espécie de pulgão pode produzir de três a quatro gerações por ano e a temperatura ótima para sua reprodução situa-se na faixa de 21 a 24°C, embora possa reproduzir-se entre 10 e 33°C e viver até três meses sob temperaturas abaixo de 5°C. No entanto, não sobrevive sob temperaturas constantes acima de 28°C. Passa por quatro instares ninfais em aproximadamente uma semana, quando atinge a forma adulta, iniciando a fase reprodutiva, a qual dura em torno de 40 dias. Quanto ao número de indivíduos/fêmea, esse valor pode variar entre

70 e 100, quando os insetos são mantidos em plantas suscetíveis (Salvadori, 1998).

As injúrias e os danos causados pelo pulgão-verde atingem a planta em praticamente todos os estágios fenológicos, podendo ocasionar até a sua morte. O inseto-praga danifica o trigo pela grande quantidade de seiva extraída, causando limitação de água e nutrientes e pela injeção de toxinas, provocando a destruição enzimática da parede celular, causando clorose e, finalmente, necrose do tecido foliar. Além desses danos diretos, este inseto pode transmitir viroses importantes, predispor a planta a doenças, como a podridão-do-colmo, ou afetar a qualidade dos grãos (Cruz et al., 1998; Salvadori, 1998).

Quanto ao manejo do pulgão-verde, na década de 1970, generalizou-se o uso do controle químico, gerando grande desequilíbrio biológico e tornando a produção de trigo completamente dependente do uso de inseticidas. Durante aproximadamente três décadas, toda a área tríticola do Rio Grande do Sul recebeu, pelo menos, uma aplicação anual de inseticida. Na maioria das situações, porém, eram feitas duas aplicações por safra na mesma lavoura. Em muitos casos, de três a quatro aplicações de inseticidas eram necessárias para um efetivo controle de pulgões (Salvadori, 1999).

O controle químico ainda é predominante no manejo do pulgão-verde, sendo utilizados inseticidas no sulco de semeadura, via seca (granulados) e via líquida (pulverização via irrigação). Entretanto, os inseticidas aplicados podem ser altamente prejudiciais à fauna entomológica benéfica ou não alvo, embora haja relatos de sua baixa persistência no ambiente, em muitos casos, inferior a uma semana (Salvadori, 1999).

Este fato ressalta ainda mais a importância da combinação de práticas e métodos alternativos de manejo. Desse modo, associando-se táticas e estratégias de Manejo Integrado de Pragas a um sistema adequado de controle biológico, ótimos benefícios podem ser alcançados.

Os pulgões são hospedeiros para grande número de insetos benéficos. Entre eles destacam-se os parasitóides, principalmente os microhimenópteros da família Aphidiidae, os quais atuam nos agroecossistemas como importantes reguladores populacionais desse inseto-praga (Gassen & Tambasco, 1983; Sampaio et al., 2001). Por outro lado, os predadores desempenham importante papel na regulação populacional de pulgões. Pode-se ressaltar a ação de insetos da ordem Neuroptera, pertencentes à família Chrysopidae, que apresentam alto potencial biótico, grande voracidade, alimentam-se de vários insetos e ocorrem em uma gama de culturas de interesse econômico (Gravena, 1984; Hassan et al., 1985; Guimarães, 1999; Souza, 1999).

2.2 O silício

2.2.1 O silício como nutriente

A produção vegetal é dependente, principalmente, do suprimento adequado de nutrientes. O silício não é considerado participante do grupo de elementos minerais essenciais para o desenvolvimento das plantas cultivadas. Porém, as principais gramíneas (arroz, cana-de-açúcar, milho, trigo, sorgo, aveia, milheto e forrageiras) e muitas não-gramíneas, como feijão, brássicas e alface, respondem com maior produtividade ao aumento da disponibilidade de silício no solo (Silva, 1971; Elawad & Green Jr., 1979). Mesmo o silício sendo um dos elementos mais abundantes da crosta terrestre, a ação do intemperismo faz com que o silício natural seja insuficiente para desempenhar seu papel como nutriente às culturas, sendo necessária a adubação complementar. Solos muito intemperizados, altamente lixiviados, ácidos, com baixos teores de silício trocável e com baixa relação silício/sexquióxidos são considerados pobres em silício disponível para as plantas (Comhaire, 1965; Silva, 1971; Brady, 1992) e

solos orgânicos também possuem limitações quanto à quantidade de silício disponível.

O silício é o segundo elemento mais abundante, em massa, da crosta terrestre, sendo componente majoritário do grupo dos silicatos. Em solos, ocorre principalmente no mineral inerte das areias, o quartzo (SiO_2), bem como na caulinita e em outros minerais de argila, tais como feldspato, mica e augita (Rajj, 1991). O conteúdo de silício nos solos é bastante variável, sendo comuns teores de 23% a 35% (Lindsay, 1979).

Os silicatos podem ser classificados de acordo com a forma das ligações tetraédricas SiO_4^{4-} . Com a decomposição dos silicatos, o silício entra na solução do solo sob a forma de ácido monossilícico $\text{Si}(\text{OH})_4$, desde que o pH esteja abaixo de 9,0 (Mckague & Cline, 1963; Santos, 1975; Malavolta, 1980). Os silicatos têm comportamento no solo similar ao dos carbonatos de cálcio e magnésio, sendo capazes de elevar o pH e neutralizar o Al trocável quando aplicados como corretivos (Santos, 1975; Malavolta, 1980). Ainda por comportamento semelhante ao dos carbonatos, ocorrem sítios de troca com fósforo adsorvido nas argilas, deslocando esses nutrientes para a solução do solo, tornando-os assim mais assimiláveis pelas plantas (Bessoain, 1985).

Como resultado do processo de intemperização, o silício ocorre na solução do solo como sílica hidratada ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), como monômero de silício (H_4SiO_4) e como íon silicato (H_3SiO_4^-) bem como na forma coloidal (Malavolta, 1976; Bessoain, 1985).

A solubilidade da sílica diminui com o aumento da acidez do solo. Ocorre também precipitação do SiO_2 quando a concentração da solução aumenta. Ao pH 8,0, a solubilidade do SiO_2 se reduz a um quarto da que tem ao pH 10,0. O pH tem um efeito importante na solubilidade da sílica em água. Por algum tempo, considerou-se que a solubilidade da sílica aumentava com a

elevação do pH de 3,0 a 8,0 (Jones & Handreck, 1963; McKeague & Cline 1963; Malavolta, 1976).

/ A solubilidade do Si(OH)_4 no solo é primeiramente controlada por sua adsorção na superfície de minerais; as reações de adsorção, entretanto, são influenciadas pelo pH no solo, pela temperatura e pela natureza das faces que adsorvem. Destaca-se, ainda, que a concentração de Si(OH)_4 cresce com o aumento da temperatura e diminuição do pH (Maze, 1914; Jones & Handreck, 1963; McKeague & Cline 1963).

O teor de silício na solução do solo é resultante da solubilização dos compostos sólidos contendo silício, presentes no meio. Assim, a concentração de sílica na solução do solo é bastante variável. Castro (1975) citou valores abaixo de 1 e até acima de 20 ppm de SiO_2 .

/Os Estados Unidos, desde 1912, recorrem ao uso de silício, principalmente nas lavouras de cana-de-açúcar, para dar destino ao material descartado pelas indústrias. Com bons resultados, agricultores americanos têm conseguido aumento médio de 10 t/ha de cana-de-açúcar com a aplicação de silício. Na Europa, desde 1937, o uso de escórias de grandes fornos siderúrgicos, tem sido a principal fonte de silício utilizada na atividade agrícola daqueles locais. Essas escórias, que são usadas como fertilizantes e como corretivos de solos, são formadas principalmente de silicatos de cálcio e de magnésio, contendo também outros nutrientes como P, S, Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co. No Japão, ele é utilizado há cerca de 30 anos, principalmente em cultivos de arroz (Jones & Handreck, 1963; McKeague & Cline 1963; Comhaire, 1965; Bessoain, 1985).

Em monocotiledôneas, a deposição de silício ocorre principalmente em órgãos aéreos (Maze, 1914; Sangster, 1978; Bennett, 1982; Hodson & Sangster, 1988). A deposição de silício em folhas de gramíneas C_3 e C_4 foi observada por meio de cortes ultraestruturais, com auxílio de raio X. Uma maior frequência de

47/m² para as doses de 1000 e 500 kg/ha, respectivamente, contra 112/m² onde não foi aplicado o silício.

A resistência de onze cultivares de arroz a *Chilo agamemnon* Bles. (Lepidoptera: Pyralidae) e *Hydrellia prosternalis* Deeming (Diptera: Ephydriidae) foi estudada por Soliman et al. (1997). Foram determinados proteína total, silício natural e aminoácidos livres. Estes autores verificaram que uma maior quantidade de proteína aumentou a infestação de *H. prosternalis* na maioria das cultivares, tendo o maior teor de silício diminuído a infestação de ambos os insetos-praga.

Puzyrkov et al. (1996) investigaram a possibilidade da utilização de um composto orgânico-silícico (tetraetoxisilane-TES) como método alternativo para reduzir a quantidade de inseticidas e fungicidas para o controle do besouro-do-colorado *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) e do fungo causador da doença conhecida como requeima, *Phytophthora infestans* (Mont.). Os resultados obtidos revelaram a possibilidade de reduzir as aplicações de agrotóxicos de 11 para 2 a 5 kg/ha e aumento na produção de 9% a 24%.

Nos viveiros de mudas de arroz fertilizadas com silício em forma de cinza de casca de arroz houve redução do número de plantas com coração morto por broca de colo na cultivar Jaya, após o transplantio (Savant et al., 1994). A silicificação da epiderme previne a penetração e a mastigação pelos insetos porque as células ficam mais endurecidas (Yoshida, 1975). Larvas de broca de colo, nutridas com plantas com alto conteúdo de silício, tiveram as mandíbulas danificadas (Djamin & Pathak, 1967).

Em condições de campo, a utilização de 2 kg de casca de arroz carbonizada por m² de solo, aumentou o teor de silício em plantas de arroz e conseqüentemente, diminuiu a porcentagem de coração morto, causada pela lagarta do colmo *Scirpophaga incertulas* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) (Savant et al., 1994).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBER, D. A.; SHONE, M. G. T. The absorption of silica from aqueous solutions by plants. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 17, n. 52, 569-578, 1966.

BÉLANGER, R. R.; BOWEN, P. A.; EHRET, D. L.; MENZIES, J. G. Soluble silicon its role in crop and disease management of greenhouse crops. *Plant disease*, St. Paul, v. 79, n. 4, p. 329-336, Apr. 1995.

BENNETT, D. M. An ultrastructural study on the development of silicified tissue in the leaf tip of barley (*Hordeum sativum* Jess). *Annals of Botany*, London, v. 50, n.2, p. 229-237, Aug. 1982.

BESSOAIN, E. *Mineralogia de arcillas de suelos*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1985. 1216p.

BRADY, N. C. *Natureza e propriedades dos solos*. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1992. 715p.

CASTRO, D. M. *Mineralogia de suelos*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1975. v. 11, 828p.

CHERIF, F. M.; BENHAMOU, N.; MENZIES, J. G.; BELANGER, R. R. Silicon induced resistance in cucumber plants against *Phytophthora ultimum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, London, v. 41, n. 6, p. 411-425, Dec. 1992.

COMHAIRE, M. The role of silica for plants. *Agri Digest*, Bruxelas, v. 7, n. 1, p. 9-19, 1965.

CRUZ, I.; VENDRAMIN, J. D.; OLIVEIRA, A. C. Determinação do período de avaliação de não preferência de sorgo ao pulgão-verde, *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Piracicaba, v. 27, n. 2, p. 299-302, jun. 1998.

DJAMIN, A.; PATHAK, M. D. Role of silica in resistance to asiatic rice borer, *Chilo suppressalis* (Walker), in rice varieties. *Journal of Economic Entomology*, Maryland, v. 60, n. 2, p. 347-351, Apr. 1967.

ELAWAD, S. H.; GREEN Jr., V. E. Silicon and the rice plant environment a review of recent research. *Revista IL Riso*, Milano, v. 28, p. 235-253, 1979.

GASSEN, D. N.; TAMBASCO, F. J. Controle biológico dos pulgões do trigo no Brasil. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 9, n. 104, p. 49-51, ago. 1983.

GRAVENA, S. Manejo integrado de pragas dos citros. *Laranja*, Cordeirópolis, v. 5, n. 2, p. 323-361, fev. 1984.

GUIMARÃES, M. F. A importância do perfil cultural em plantio direto. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, n. 46, p. 16-17, set./out. 1999.

HALAIG, P.; PARISH, D. H. Silica and manganese contents of cane leaf sheath in relation to soil and nutrition. *Annual Republic Mauritius Sugars Industry*, Port Louis, v. 37, p. 74-76, 1963.

HASSAN, S. A.; KLINGAUF, F.; SHANIN, F. Role of *Chrysopa carnea* as an aphid predator on sugar beet and the effect of pesticides. *Zeitschrift fur Angewandte Entomologie*, Berlin, v. 100, n. 1, p. 163-174, Jan. 1985.

HODSON, M. J.; SANGSTER, A. G. Observations on the distribution of mineral elements in the leaf of wheat (*Triticum aestivum* L.), with particular reference to silicon. *Annals of Botany*, London, v. 62, n. 5, p. 463-471, Nov. 1988.

JARVIS, S. C. The uptake and transport of silicon by perennial ryegrass and wheat. *Plant Soil*, Dordrecht, v. 97, n. 3, p. 429-437, 1987.

JONES, L. H. P.; HANDRECK, K. A. Effects of iron and aluminium oxides on silica in solution in soils. *Nature*, London, v. 198, n. 488, p. 852-3, 1963.

KAUFMAN, P. B.; DAYANANDAN, P.; FRANKLIN, C. I.; TAKEOKA, Y. Structure and function of silica bodies in the epidermal system of grass shoots. *Annals of Botany*, London, v. 55, n. 4, p. 487-507, Apr. 1985.

LINDSAY, W. L. *Chemical equilibria in soils*. New York: John Wiley, 1979. 449p.

MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 529p.

MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. London: Academic Press, 1986. 674p.

MAYLAND, H. F.; WRIGHT, J. L.; SOJKA, R. E. Silicon accumulation and water uptake by wheat. *Plant Soil, Dordrecht*, v. 137, n. 2, p. 191-199, Nov. 1991.

MAZE, P. Influences respectives elements de la solution minerale sur la desevolute de mais. *Annuaire Institut Pasteur, Paris*, v. 28, n. 1, p. 1-48, 1914.

McKEAGUE, J. A.; CLINE, M. G. Silica in soil solutions. I. The form and concentration of dissolved silica in aqueous extract of some soils. *Canadian Journal of Soil Science, Ottawa*, v. 13, n.1, p. 70-82, Mar. 1963.

MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on the growth of cucumber plant in soil culture. *Soil Science and Plant Nutrition, Tokyo*, v. 29, n. 4, p. 463-471, Dec. 1985.

PENNA-MARTINEZ, R. Los aphidos de importância agrícola en Mexico. *Memórias del Congreso Nacional de Zoologia, Coah*, v. 2. p. 1085-1106, 1985.

PUZYRKOV, P. E.; DOROZHKINA, L. A.; DOLGUSHKIN, V. A. Application of tetractoxisilane for increasing potato yield and for ecological safety of pesticides. *Izvestiya Timiryazevskoi Selskokhozyainstvennoi Akademii, Moscow*, v. 2, p. 135-144, 1996.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1991. 343p.

SALVADORI, J. R. Controle biológico de pulgões de trigo: o sucesso que perdura. **Revista Plantio Direto, Passo Fundo, n. 46, p. 25-31, set./out. 1999.**

SALVADORI, J. R. Pragas iniciais da cultura de trigo. **Correio Agrícola Bayer, São Paulo, n. 1, p. 12-15. jan./jun. 1998.**

SAMPAIO, M. V.; BUENO, V. H. P.; PÉREZ-MALUF, R. Parasitismo de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae) em diferentes densidades de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology, Londrina, v. 30, n. 1, p. 81-87, mar. 2001.**

SAMUELS, A. L.; GLASS, A. D. M.; EHRET, D. L.; MENZIES, J. G. Mobility and deposition of silicon in cucumber plants. **Plant Cell and Environment, Oxford, v. 14, n. 5, p. 458-492, June 1991.**

SANGSTER, A. G. Silicon in the roots of higher plants. **American Journal of Botany, Columbus, v. 65, n. 9, p. 929-935, Sept. 1978.**

SANTOS, P. S. **Tecnologia das argilas aplicada às argilas brasileiras.** São Paulo: USP, 1975. 2v.

SAVANT, N. K.; SNYDER, G. D.; DATNOFF, L. E. Silicon in management and sustainable rice production. **Advances in Agronomy, New York, v. 58, p. 151-199, 1994.**

SAWANT, A. S.; PATIL, V. H.; SAVANT, N. K. Rice hull ash applied to seedbed reduces deadhearts in transplanted rice. *International Rice Research Notes*, Manial, v. 19, n. 4, p. 20-21, Aug. 1994.

SILVA, J. A. Possible mechanisms for crop response to silicate applications. *Proceedings of International Symposium Soil Fertilizers Evaluation*, v. 1, p. 805-814, 1971.

SOLIMAN, A. M.; EL-ATTAR, W. M.; ELELA, R. G. A.; ABDEL-WAHAB-A E. Effect of certain chemical components and source of rice plant on its resistance to rice stem borer, *Chilo agamemnon* Bles. And rice leaf miner, *Hydrellia prosternalis*, Deem. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, Cairo, v. 75, n. 3, p. 667-680, 1997.

SOUZA, B. Estudos morfológicos do ovo e da larva de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) e influência de fatores climáticos sobre a flutuação populacional de adultos em citros. 1999. 141f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

TAKAHASHI, E. Uptake mode and physiological functions of silica. In: MATSUO, T.; KUMAZAWA, K.; ISHI, R.; ISHIHARA, K.; HIRATA, H., (Ed.). *Science of the rice plant: physiology*. Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center, 1995. cap. 5, p. 420-433.

TAYABI, K.; AZIZI, P. Influence of silica on rice yield and stem-borer (*Chilo supremain*) in Rasht/Iran 1979-1980. *Pesticides*, Bombay, v. 18, n. 5, p. 20-22, May 1984.

**YOSHIDA, S. The physiology of silicon in rice. Taipei: Food and Fertilization
Technology Center, 1975. (FFTC. Technical Bulletin, 25).**

CAPÍTULO 2

BASAGLI, Marco Antonio Bolognesi. Efeito da aplicação de silicato de sódio na resistência de plantas de trigo ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae). Lavras: UFLA, 2002. 49p. (Dissertação de Mestrado em Agronomia/Entomologia)¹

RESUMO

Dentre os insetos-praga da triticultura, destaca-se o pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond., 1852) (Hemiptera: Aphididae) que causa injúrias e danos às plantas em praticamente todos os estágios fenológicos da cultura, podendo ocasionar até a sua morte. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de silicato de sódio na resistência de plantas de trigo ao pulgão-verde *S. graminum*. Foram conduzidos ensaios em casa-de-vegetação e em laboratório, com dois tratamentos, que consistiram na aplicação de silício e testemunha (sem aplicação), e dez repetições. Os bioensaios em laboratório foram realizados em câmara climatizada, à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. O silício, na forma de solução de silicato de sódio a 0,4% de SiO_2 , foi aplicado na dosagem de 50 ml/vaso, por seis vezes, em intervalos de cinco dias, sendo a primeira realizada cinco dias após a emergência das plantas de trigo. A partir do 35º dia após a emergência das plantas foram realizadas as seguintes avaliações: a) a preferência em teste com chance de escolha em laboratório; b) a preferência em teste com chance de escolha em casa-de-vegetação e c) a reprodução e desenvolvimento do pulgão-verde em laboratório. Os resultados demonstraram que a aplicação de silicato de sódio reduziu a preferência, a longevidade e a produção de ninfas do pulgão-verde *S. graminum*, conferindo, portanto, moderado grau de resistência às plantas de trigo a este inseto-praga.

¹ Comitê Orientador: Jair Campos Moraes – UFLA (Orientador), Geraldo Andrade Carvalho – UFLA (Co-orientador)

CHAPTER 2

ABSTRACT

BASAGLI, Marco Antonio Bolognesi. The effect of sodium silicate application on wheat plants to green-aphids *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae). Lavras: UFLA, 2002. 49p. (Master Degree Dissertation in Entomology)²

ABSTRACT

Within the insect-pests of the wheat crop, we noted that the green-aphid *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) causes damages to the plants practically in all crops phenologic, as that can cause also its death. So, this work has as objective to evaluate the effects of application the sodium silicate in the resistance of the wheat plants to the green-aphids *S. graminum*. The bioassays was carried out in a greenhouse and in a lab, with two treatments, that consist in the silicate application, standard (without application) and ten replications. The bioassays in laboratory were maintained under controlled conditions, at the temperature of $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ RH and 12:12 hours (L:D). The silicate, in the form of sodium silicate solution of 0,4 of SiO_2 was applied in doses of 50 ml/vase, six times, with the intervals of five days. After the five days of emergence of wheat plants, the first experiment was realized. After the 35 days emergence of plants the following bioassays were done: a) preference test with choice chance in lab; b) preference test with choice chance in greenhouse, and c) reproduction and development of the green-aphid in labs. The results showed that the sodium silicate application reduced the preference, the longevity, and the nymphs production of the green-aphids *S. graminum*, however, its moderate resistance degree wheat plants to this insect-pest.

² Guidance Committee: Jair Campos Moraes - UFLA (Adviser), Geraldo Andrade Carvalho - UFLA (Co-adviser)

1 INTRODUÇÃO

Dentre os insetos-praga da triticultura, destaca-se o pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond., 1852) (Hemiptera: Aphididae), que causa injúria e danos às plantas em praticamente todos os estágios fenológicos da cultura, podendo ocasionar até a sua morte. Ele prejudica a planta pela grande quantidade de seiva extraída, causando limitação de água e nutrientes, pela injeção de toxinas e transmissão de viroses.

A injúria e os danos causados pelo pulgão-verde em trigo dependem de sua densidade populacional, estágio de crescimento e vigor da planta, condição de umidade e ação de inimigos naturais. O controle químico ainda é o mais utilizado no manejo de pulgões na cultura de trigo, sendo aplicados inseticidas de amplo espectro de ação, o que aumenta a probabilidade de prejudicar indivíduos não-alvo.

A resistência induzida de plantas a insetos constitui uma tática em potencial do manejo integrado de pragas, visando à redução dos efeitos deletérios dos compostos químicos. Dessa forma, mesmo não sendo considerado um elemento nutricionalmente essencial para às plantas, o fornecimento de silício tem induzido resistência em muitas espécies vegetais, principalmente as gramíneas. Além disso tem determinado, juntamente com o genótipo da planta, o potencial de produção e a tolerância aos insetos-praga e às doenças.

A silicificação da epiderme das folhas previne a penetração e a mastigação pelos insetos, uma vez que as células ficam mais endurecidas (Yoshida, 1975). Larvas de broca-do-colo *Chilo suppressalis* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae), nutridas com plantas com alto conteúdo de silício, tiveram as mandíbulas danificadas (Djamin & Pathak, 1967). Em viveiros de mudas de arroz fertilizadas com silício, utilizando-se como fonte desse elemento cinza de casca de arroz, houve redução do número de plantas com coração morto por broca-do-colo na cultivar Jaya, após o transplântio (Savant et al., 1997). A

resistência de onze cultivares de arroz à broca-do-colo *Chilo agamemnon* Bles. (Lepidoptera: Pyralidae) e ao minador-da-folha *Hydrellia prosternalis* Deeming (Diptera: Ephydriidae) foi correlacionada com o maior teor de silício (Soliman et al., 1997).

Em teste de preferência realizado com o pulgão-verde *S. graminum* em plantas de sorgo adubadas com silício via solo, Carvalho et al. (1999) observaram quase a metade do número de pulgões nas seções foliares das plantas que receberam aplicações de silício. Isso, provavelmente, ocorreu devido a uma barreira mecânica promovida pela deposição desse elemento na parede celular. Em plantas de trigo, a deposição e o aumento da solubilidade do silício nas folhas foram apontados como a causa de resistência a dois importantes pulgões, *Metopolophium dirhodum* (Walk, 1848) e *Sitobion avenae* (Fabricius, 1749), após aplicação foliar desse elemento em solução de Na_2SiO_2 a 1% (Hanisch, 1980).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de silicato de sódio na resistência de plantas de trigo ao pulgão-verde *S. graminum*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no período de 26 de abril a 29 de julho de 2000 e conduzido em duas etapas. Ambas foram realizadas em casa-de-vegetação e laboratório, no Departamento de Entomologia na Universidade Federal de Lavras, MG.

Inicialmente, foram semeadas 20 sementes de trigo, variedade Embrapa-21 (sequeiro), por vaso com capacidade para 4 kg de substrato, composto de terra de barranco peneirada e fertilizante 4-14-8, na quantidade de 2,5 g por vaso. Cada vaso foi irrigado diariamente, com 200 ml de água. Após a

correspondente a cada parcela. As seções de folhas, com 5,0 cm de comprimento, foram dispostas em posição vertical, formando um ângulo de 90° com o copo, sendo presas por um círculo de isopor que preencheu todo o diâmetro do recipiente.

O isopor foi colocado no terço superior de cada copo, tendo a parte abaixo deste sido preenchida com água. Cada copo foi infestado com 10 ninfas do pulgão-verde com idade inferior a 24 horas, e acondicionado em bandeja quadrada de 50 cm x 30 cm. O interior desta bandeja foi preenchido com água e detergente para evitar a fuga dos pulgões. As bandejas foram colocadas em câmara climatizada à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Foram realizadas as seguintes observações: duração dos períodos pré-reprodutivo e reprodutivo, sobrevivência na fase ninfal, longevidade e produção total de ninfas, que foram retiradas diariamente.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos (aplicação de silício e testemunha) e dez repetições. Contudo, nos testes de preferência com chance de escolha, devido às características desse tipo de teste, os tratamentos foram delineados em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas; a variável "aplicação de silício" foi alocada nas parcelas e a variável "tempo de avaliação", nas subparcelas. Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de agrupamento de médias de Scott & Knott ($P \leq 0,05$) (Scott & Knott, 1974).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No teste de preferência, em laboratório, não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos nas avaliações realizadas as 24, 48 e 72 horas após liberação dos pulgões. Contudo, na média das avaliações ocorreu diferença

significativa ($P \leq 0,05$), verificando-se, nas seções foliares das plantas tratadas com silício, um número de ninfas 85% inferior ao do tratamento testemunha (Tabela 1).

TABELA 1. Número de ninfas (média \pm erro padrão) do pulgão-verde *Schizaphis graminum* em seções foliares de plantas de trigo, com e sem aplicação de silício, após 24, 48 e 72 horas de sua liberação. Lavras, MG, 2001.

Tratamentos	Número de ninfas/avaliação*			Média
	24 horas	48 horas	72 horas	
Sem silício (testemunha)	16,1 \pm 0,7	15,7 \pm 0,9	15,5 \pm 0,7	15,8 a
Com silício	8,4 \pm 0,4	8,9 \pm 0,4	8,2 \pm 0,5	8,5 b
Média	12,2 A	12,3 A	11,8 A	-

* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott & Knott ($P \leq 0,05$).

A produção total de ninfas após 72 horas da infestação (Figura 1) foi praticamente o dobro no tratamento testemunha. Isso demonstra a nítida preferência do pulgão-verde pelas folhas destacadas de plantas que não receberam aplicação de solução de silicato de sódio.

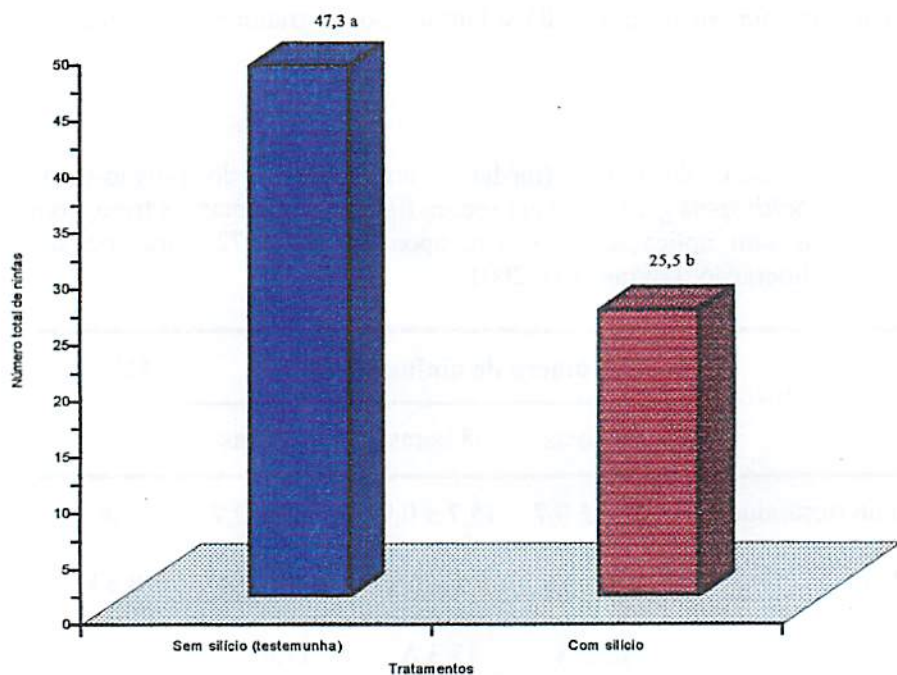


FIGURA 1. Número médio acumulado de ninfas do pulgão-verde *Schizaphis graminum* em seções foliares de plantas de trigo com e sem aplicação de silício, após 72 horas de sua liberação. Lavras, MG, 2001. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($P \leq 0,05$).

Quando o teste de preferência foi realizado diretamente nas plantas em casa-de-vegetação (Tabela 2), observaram-se diferenças significativas entre os tratamentos. Na avaliação realizada às 72 horas, o número de ninfas do pulgão-verde nas folhas correspondentes às plantas tratadas com silicato de sódio foi menos da metade do observado na testemunha. Após 48 e 72 horas da liberação do pulgão-verde, ocorreu um aumento significativo na produção de ninfas na testemunha e redução nas plantas tratadas com silício. Dessa forma, após 72 horas da liberação dos pulgões, a produção total de ninfas foi mais que o dobro

do número de ninfas presentes nas folhas das plantas que receberam aplicações de silicato de sódio (Figura 2).

TABELA 2. Número de ninfas (média \pm erro padrão) do pulgão-verde *Schizaphis graminum* em plantas de trigo, com e sem aplicação de silício, após 24, 48 e 72 horas de sua liberação, em casa-de-vegetação. Lavras – MG, 2001.

Tratamentos	Número de ninfas/avaliação*			Média
	24 horas	48 horas	72 horas	
Sem silício (testemunha)	12,4 \pm 0,4 aB	13,3 \pm 0,5 aA	13,7 \pm 0,4 aA	13,13
Com silício	7,1 \pm 0,5 bA	6,4 \pm 0,6 bB	6,1 \pm 0,6 bB	6,53
Média	9,8	9,8	9,9	-

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

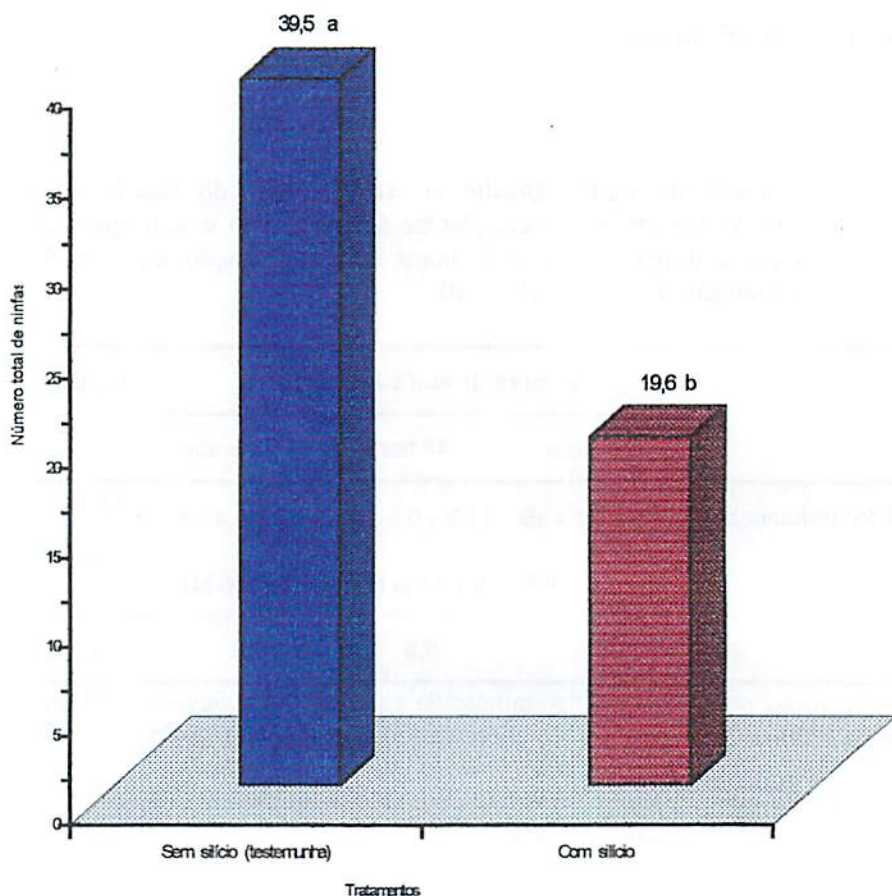


FIGURA 2. Número total de ninfas do pulgão-verde *Schizaphis graminum*, em seções foliares de plantas de trigo com e sem aplicação de silício, após 72 horas de sua liberação em casa-de-vegetação. Lavras, MG, 2001. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($P \leq 0,05$).

Não foram detectadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para as características biológicas relacionadas aos períodos pré-reprodutivo e reprodutivo, e sobrevivência na fase ninfal (Tabela 3). Entretanto, para os aspectos biológicos relacionados com a longevidade, ocorreram diferenças significativas ($P \leq 0,05$) (Tabela 4). Por outro lado, o número total de ninfas

produzidos durante o período reprodutivo foi afetado naquele material que não recebeu silício. As fêmeas que se desenvolveram em seções foliares de plantas que não receberam silício (testemunha) produziram 80% mais ninfas que as criadas em seções foliares de plantas de trigo tratadas com esse nutriente (Figura 3).

TABELA 3. Duração dos períodos pré-reprodutivo e reprodutivo (dias) e sobrevivência na fase ninfal (%) (média \pm erro padrão) do pulgão-verde *Schizaphis graminum* em seções foliares de plantas de trigo, com e sem aplicação de silício. Lavras – MG, 2001.

Tratamentos	Períodos*		Sobrevivência	Longevidade
	Pré-reprodutivo	Reprodutivo		
Sem silício (testemunha)	5,2 \pm 0,2 a	21,1 \pm 0,7 a	71,0 \pm 3,8 a	24,1 \pm 0,9 a
Com silício	5,40 \pm 0,3 a	17,0 \pm 1,5 a	68,0 \pm 9,3 a	19,0 \pm 1,8 b

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

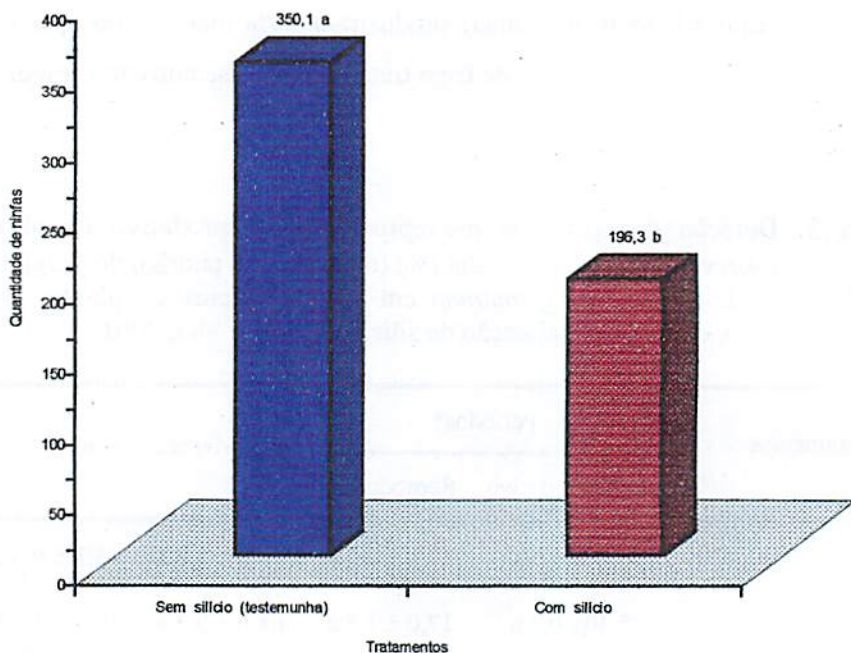


FIGURA 3. Número total de ninfas do pulgão-verde *Schizaphis graminum*, em seções foliares de plantas de trigo com e sem aplicação de silício, durante o período reprodutivo. Lavras, MG, 2001. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si pelo teste F ($P \leq 0,05$).

A não preferência do pulgão-verde por plantas de trigo tratadas com silicato de sódio foi demonstrada nos testes de livre escolha realizados tanto no laboratório, com folhas destacadas, como em casa-de-vegetação. Nestes testes, após 72 horas da liberação dos pulgões, verificaram-se reduções de praticamente a metade do número de ninfas quando o pulgão foi mantido no material com silício. Este intervalo, de 72 horas, foi recomendado por Cruz et al. (1998) como sendo o tempo adequado para avaliação de resistência a pulgões em genótipos de sorgo.

Observações semelhantes foram relatadas por outros autores, porém, alterando a espécie de inseto e/ou a planta hospedeira. Em teste de preferência realizado com o pulgão-verde *S. graminum* em plantas de sorgo tratadas ou não com silício, Carvalho et al. (1999) observaram quase o dobro de pulgões nas seções foliares que não receberam adubações com silício. Esses pesquisadores concluíram que a menor preferência dos pulgões pelas folhas tratadas com silício ocorreu devido a uma barreira mecânica promovida pela deposição desse elemento na parede celular.

As folhas das plantas de trigo que receberam silício mantiveram-se mais túrgidas em relação às folhas do tratamento testemunha. Resultados de pesquisas têm evidenciado que o silício, uma vez absorvido pelos vasos do xilema, é depositado nas paredes do tecido vegetal, formando uma barreira física (Blum, 1968). Esse fator poderia ter dificultado a penetração dos estiletos do pulgão, dificultando sua alimentação.

A capacidade reprodutiva do pulgão-verde também foi afetada pela aplicação de silicato de sódio, sendo diminuída principalmente com relação ao ciclo biológico, longevidade e número de descendentes. Segundo Hanisch (1980), a deposição e o aumento da solubilidade do silício nas folhas de plantas de trigo, após a aplicação foliar desse elemento em solução de Na_2SiO_2 a 1%, foram apontados como causa de resistência deste cereal a dois importantes pulgões, *Metopolophium dirhodum* (Walk, 1848) e *Sitobion avenae* (Fabricius, 1749).

Alguns trabalhos com plantas de pepino sugeriram que o silício também pode atuar na ativação mais rápida dos mecanismos de defesa da planta contra os organismos agressores (Samuels et al., 1991; Chérif et al., 1992).

Os resultados obtidos no presente trabalho demonstram, de maneira geral que, a aplicação de silício em cultura de trigo pode minimizar os problemas com os pulgões. Isto porque, mesmo oferecendo moderado grau de

resistência, esta prática apresenta a vantagem de poder ser integrada com outras táticas de manejo destes insetos-praga. Dessa forma, pode ser aplicada a qualquer cultivar com boas características agronômicas por diferença com a resistência de plantas em base genética.

4 CONCLUSÕES

Nas condições em que este trabalho foi conduzido, permite concluir que:

- a) a aplicação de silício afeta a preferência do pulgão-verde *S. graminum*, conferindo às plantas de trigo uma moderada resistência;
- b) a aplicação de silício afeta parâmetros biológicos do pulgão-verde *S. graminum*, como a longevidade e a produção de ninfas, reduzindo o potencial reprodutivo das fêmeas em plantas de trigo tratadas com esse elemento.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLUM, A. Anatomical phenomena in seedlings of sorghum varieties resistant to the sorghum shoot fly *Atherigona varia soccata*. *Crop Science*, Madison, v. 8, n. 3, p. 388-391, May/June 1968.

CARVALHO, S. P.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G. Efeito do silício na resistência de plantas de sorgo (*Sorghum bicolor*) ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Piracicaba, v. 28, n. 4, p. 505-510, dez. 1999.

CHÉRIF, F. M.; BENHAMOU, N.; MENZIES, J. G.; BELANGER, R. R. Silicon induced resistance in cucumber plants against *Phytium ultimum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, London, v. 41, n. 6, p. 411-425, Dec. 1992.

CRUZ, I.; VENDRAMIN, J. D.; OLIVEIRA, A. C. Determinação do período de avaliação de não preferência de sorgo ao pulgão-verde, *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Piracicaba, v. 27, n. 2, p. 299-302, jun. 1998.

DJAMIN, A.; PATHAK, M. D. Role of silica in resistance to asiatic rice borer, *Chilo suppressalis* (Walker), in rice varieties. *Journal of Economic Entomology*, Maryland, v. 60, n. 2, p. 347-351, Apr. 1967.

GOUSSAIN, M. M. Efeito da aplicação do silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e do pulgão-da-folha *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae). 2001. 64f. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

HANISCH, H. C. Zum einfluss der stickstoffdungung und vorbeugender spritzung von natronwasser glas zu weizenpflanzen auf deren widerstandsfähigkeit gegen getreideblattlaus. *Kali-Driefe*, Berlin, v. 15, p. 287-296, 1980.

SAMUELS, A. L.; GLASS, A. D. M.; EHRET, D. L.; MENZIES, J. G. Mobility and deposition of silicon in cucumber plants. *Plant Cell and Environment*, Oxford, v. 14, n. 5, p. 458-492, June 1991.

SAVANT, N. K.; SNYDER, G. D.; DATNOFF, L. E. Silicon in management and sustainable rice production. *Advances in Agronomy*, New York, v. 58, p. 151-199, 1997.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A.. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, Raleigh, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

SOLIMAN, A. M.; EL-ATTAR, W. M.; ELELA, R. G. A.; ABDEL-WAHAB-A. E. Effect of certain chemical components and source of rice plant on its resistance to rice stem borer, *Chilo agamemnon* Bles. And rice leaf miner, *Hydrellia prosternalis*, Deem. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, Cairo, v. 75, n. 3, p. 667-680, 1997.

YOSHIDA, S. *The physiology of silicon in rice*. Taipei: Food and Fertilization Technology Center, 1975. (FFTC. Technical Bulletin, 25)

CAPÍTULO 3

BASAGLI, Marco Antonio Bolognesi. Preferência do pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) por plantas de trigo adubadas com silicato de sódio e o efeito deste pulgão, criado nestas plantas, em alguns aspectos biológicos das fases imaturas do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Lavras: UFLA, 2002. 49p. (Dissertação Mestrado em Entomologia)³

RESUMO

O pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) é considerado um dos principais insetos-praga da cultura de trigo. Isto devido a injúrias e danos diretos pela sucção de seiva, em praticamente todos os estágios fenológicos das plantas e, indiretamente, pelos riscos de transmissão de viroses. Desta forma, este trabalho teve como objetivos avaliar a preferência do pulgão-verde por plantas de trigo adubadas com silicato de sódio e o efeito deste pulgão, criado nestas plantas, em alguns aspectos biológicos do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Os ensaios foram conduzidos em casa-de-vegetação com condições climáticas naturais e em laboratório, sendo testados três tratamentos: 1) aplicação de silício via foliar, 2) aplicação de silício diretamente no solo e 3) testemunha (sem aplicação) e oito repetições. No tratamento 2, o silício, na forma de solução de silicato de sódio a 1% de SiO₂, foi aplicado na dosagem de 100 ml/vaso, aos 15 dias após a emergência das plantas. No tratamento 3, foram realizadas duas aplicações, utilizando-se a mesma fonte e concentração de silício, sendo a primeira 15 dias após emergência das plantas e a segunda seis dias após a primeira, gastando-se um volume de calda de 65ml/vaso/aplicação. Foram realizadas as seguintes avaliações: a) teste de preferência com chance de escolha em laboratório, a partir do 35º dia após a emergência das plantas; b) aspectos biológicos das fases imaturas do predador *C. externa*, alimentados com pulgões criados em plantas de trigo adubadas com silicato de sódio. A aplicação de silicato de sódio, via solo ou foliar, proporcionou redução do número de adultos e ninfas do pulgão-verde, conferindo às plantas de trigo moderado grau de resistência ao inseto-praga. Contudo, as fases imaturas de *C. externa* não foram afetadas quando o predador foi alimentado com *S. graminum* criado em plantas de trigo adubadas com silicato de sódio.

³ Comitê Orientador: Jair Campos Moraes – UFLA (Orientador), Geraldo Andrade Carvalho – UFLA (Co-orientador)

tratamentos em que as plantas foram tratadas com silício. Do mesmo modo, quando foi comparado o número total do pulgão-verde, isto é, ninfas mais adultos, pôde ser verificada uma nítida preferência do inseto por alimentar-se e reproduzir-se nas seções foliares de plantas de trigo não adubadas com silicato de sódio (testemunha) (Tabela 2).

TABELA 1. Número de ninfas (média \pm erro padrão) do pulgão-verde *Schizaphis graminum* em seções foliares de plantas de trigo, nos diferentes tratamentos, após 24, 48 e 72 horas de sua liberação. Lavras, MG, 2001.

Tratamentos	Número de ninfas/avaliação*			Média
	24 horas	48 horas	72 horas	
Sem silício (testemunha)	12,5 \pm 0,5	13,5 \pm 0,8	14,9 \pm 0,8	13,6 a
Silício via solo	7,6 \pm 0,6	7,9 \pm 0,7	8,4 \pm 0,9	7,9 b
Silício via foliar	7,2 \pm 0,6	6,7 \pm 0,4	7,8 \pm 0,9	7,2 b
Média	9,1 A	9,4 A	10,3 A	-

* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott & Knott ($P \leq 0,05$).

TABELA 2. Número de adultos (média \pm erro padrão) do pulgão-verde *Schizaphis graminum* em seções foliares de plantas de trigo, nos diferentes tratamentos, após 24, 48 e 72 horas de sua liberação. Lavras, MG, 2001.

Tratamentos	Número de adultos/avaliação*			Média
	24 horas	48 horas	72 horas	
Sem silício (testemunha)	5,6 \pm 0,3	5,2 \pm 0,2	5,5 \pm 0,4	5,5 a
Silício via solo	2,0 \pm 0,2	2,5 \pm 0,2	2,4 \pm 0,4	2,3 b
Silício via foliar	2,4 \pm 0,3	2,2 \pm 0,2	2,2 \pm 0,3	2,3 b
Média	3,1 A	3,1 A	3,4 A	-

* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott & Knott ($P \leq 0,05$).

Provavelmente, o silício absorvido pelas plantas, via solo ou foliar, depositou-se nas folhas, proporcionando uma barreira mecânica que interferiu na alimentação e reprodução do pulgão-verde. De acordo com Jones & Handreck (1967) e Raven (1983), a aplicação de silício proporciona um maior transporte desse elemento para a parte aérea. Esse elemento é depositado nas células epidérmicas como sílica amorfa ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), tornando os tecidos foliares mais rígidos. Resultados semelhantes foram obtidos por Carvalho et al. (1999) com o pulgão-verde *S. graminum*, em testes de preferência de livre escolha, em plantas de sorgo tratadas ou não com silício.

Segundo Hanisch (1980), a deposição e o aumento da solubilidade do silício nas folhas de plantas de trigo, após a aplicação foliar desse elemento em solução de Na_2SiO_2 a 1%, foram apontados como as causas de resistência deste cereal a dois importantes pulgões, *Metopolophium dirhodum* (Walk, 1848) e *Sitobion avenae* (Fabricius, 1749).

3.2 Aspectos biológicos das fases imaturas do predador *C. externa* alimentado com pulgões criados em plantas de trigo adubadas com silicato de sódio

Não foram observadas diferenças significativas ($P \geq 0,05$) entre os tratamentos para duração e viabilidade dos instares de *C. externa*. A duração e a viabilidade dos três instares (Tabela 3) foram estatisticamente iguais, tanto nos tratamentos em que o predador foi alimentado com o pulgão-verde criado em plantas adubadas com silicato de sódio, como na testemunha.

Verificou-se, ainda, que a duração da fase larval e de pupa, bem como a razão sexual (Tabela 4) de *C. externa* não diferiram estatisticamente entre os tratamentos testados. A viabilidade obtida foi de 100% para todos os instares e fases, demonstrando que o pulgão-verde, independente da origem, foi um alimento adequado ao predador.

TABELA 3. Duração em dias e viabilidade (V) (%) (média \pm erro padrão) dos três instares do predador *Chrysoperla externa* alimentado com o pulgão-verde *Schizaphis graminum*, criados em folhas de plantas de trigo tratadas com silício. Lavras, MG, 2001.

Tratamentos	1º instar		2º instar		3º instar	
	Duração	V	Duração	V	Duração	V
Sem silício (testemunha)	3,0 \pm 0,3	100	3,3 \pm 0,3	100	3,0 \pm 0,9	100
Silício via solo	3,1 \pm 0,1	100	3,5 \pm 0,5	100	3,0 \pm 0,6	100
Silício via foliar	3,1 \pm 0,3	100	3,4 \pm 0,8	100	3,0 \pm 0,9	100

* Médias são semelhantes estatisticamente entre si, pelo teste F ($P \geq 0,05$).

Esses resultados assemelham-se aos obtidos por Ribeiro (1988), Zheng et al. (1993), López (1996), Scomparin (1997) e Maia (1998) para este predador em diferentes presas. O predador apresentou os parâmetros biológicos das fases

imaturas muito próximos aos verificados por Fonseca et al. (2001), quando alimentaram larvas de *C. externa* com o pulgão-verde *S. graminum*, em condições climáticas similares à deste ensaio.

TABELA 4. Duração (dias) e viabilidade (V) (%) (média \pm erro padrão) das fases larval e de pupa, e razão sexual (RS) do predador *Chrysoperla externa* alimentado com o pulgão-verde *Schizaphis graminum*, criado em folhas de plantas de trigo tratadas com silício. Lavras, MG, 2001.

Tratamento	Fase larval		Fase de pupa		RS
	Duração	V	Duração	V	
Sem silício (testemunha)	9,6 \pm 1,3	100	10,0 \pm 1,5	100	0,47
Silício via solo	9,5 \pm 1,0	100	10,0 \pm 0,9	100	0,53
Silício via foliar	9,5 \pm 0,9	100	9,9 \pm 0,8	100	0,53

* Médias são semelhantes estatisticamente entre si pelo teste F ($P \geq 0,05$).

De modo geral, pode-se destacar que a adubação do trigo com silicato de sódio, tanto via solo como foliar, promoveu uma redução na preferência do pulgão-verde pelas plantas em cerca de 50%. Portanto, espera-se que, a campo, as plantas tratadas com silício sejam menos infestadas pelo pulgão-verde, diminuindo a dependência do controle químico. Além disso, os resultados indicaram que os pulgões que se desenvolverem nesses cultivos serão presas adequadas ao predador *C. externa*.

4 CONCLUSÕES

Nas condições em que este trabalho foi conduzido, é possível concluir que:

- a) a aplicação de silicato de sódio em plantas de trigo, via solo ou foliar, reduz o número de adultos e ninfas do pulgão *S. graminum*, conferindo às plantas de trigo uma moderada resistência ao inseto-praga;
- b) as fases imaturas de *C. externa* não são afetadas quando o predador é alimentado com o pulgão-verde *S. graminum* criado em plantas de trigo adubadas com silicato de sódio.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, C. D.; VENDRAMIM, J. D.; CRUZ, I. Controle integrado de *Schizaphis graminum* (Ron.) em sorgo através de genótipos resistentes e do predador *Doru luteipes* (Scud.). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v. 24, n. 3, p. 507-516, dez. 1995.

CARVALHO, S. P.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G. Efeito do silício na resistência de plantas de sorgo (*Sorghum bicolor*) ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera:Aphididae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Piracicaba, v. 28, n. 4, p. 505-510, dez. 1999.

CRUZ, I.; VENDRAMIN, J. D. Efeito da alternância de genótipos de sorgo resistente e suscetível na biologia do *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Piracicaba, v. 27, n. 2, p. 281-287, jun. 1998.

FONSECA, A. R.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Capacidade predatória e aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 25, n. 2, p. 251-264, mar./abr. 2001.

GAMARRA, D. C.; BUENO, V. H. P.; MORAES, J. C.; AUAD, A. M. Influência de tricomas glandulares de *Solanum berthaultii* na predação de *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Weise) (Coleoptera: Coccinellidae) em *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v.27, n.1, p.59-65, mar. 1998.

GRAVENA, S. Dinâmica populacional do pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera:Aphididae) e inimigos naturais associados ao sorgo granífero em Jaboticabal, SP *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Piracicaba, v. 8, n. 2, p. 325-334, jun. 1980.

HANISCH, H. C. Zum einfluss der stickstoffdungung und vorbeugender spritzung von natronwasser glas zu weizenpflanzen auf deren widerstandsfähigkeit gegen getreideblattlause. *Kali-Driefe*, Berlin, v. 15, p. 287-296, 1980.

JONES, L. H. P.; HANDRECK, K. A. Silica in soils, plants, and animals. *Advances in Agronomy*, New York, v. 19, p. 107-149, 1967.

LÓPEZ, C. C. Potencial de alimentação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) e *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) (Neuroptera: Chrysopidae), sobre o pulgão *Rhodobium porosum* (Sanderson, 1900) (Homoptera:

Aphididae). 1996. 96f. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Estadual de São Paulo. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal.

MAIA, W. J. M. S. Aspectos biológicos e exigências térmicas da fase jovem de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. 1998. 66f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MOARES, J. C. Seleção de clones e avaliação de tricomas glandulares da batateira silvestre *Solanum berthaultii* como fator de resistência ao pulgão *Myzus persicae*. 1994. 81f. Tese (Doutorado em Fitotecnia/Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

RAVEN, J. A. The transport and function of silicon in plants. *Biological Reviews*, Cambridge, v. 58, n. 3, p. 179-207, Apr./Jun. 1983.

RIBEIRO, M. J. Biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com diferentes dietas. 1988. 131f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

SCOMPARIM, C. H. J. Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) em seringueira (*Hevea brasiliensis* Muel. Arg.) e seu potencial no controle biológico do percevejo de renda (*Leptopharsa heveae* Drake & Poor) (Hemiptera: Tingidae). 1997. 147f. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Estadual de São Paulo. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, Raleigh, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

ZHENG, Y.; HAGEN, K. S.; DAANE, K. M.; MITTLER, T. E. Influence of larval dietary supply on the food consumption, food utilization efficiency, growth and development of lacewing *Chrysoperla carnea*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Paris, v. 67, n. 1, p. 1-7, Apr. 1993.