

**EFEITOS DO SILÍCIO SOBRE AS LAGARTAS-
CHAVE E SEUS INIMIGOS NATURAIS EM
MILHO E GIRASSOL**

CRISTIANA SILVEIRA ANTUNES

2009

CRISTIANA SILVEIRA ANTUNES

**EFEITOS DO SILÍCIO SOBRE AS LAGARTAS-CHAVE E SEUS
INIMIGOS NATURAIS EM MILHO E GIRASSOL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Jair Campos Moraes

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

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

Antunes, Cristiana Silveira.

Efeitos do silício sobre as lagartas-chave e seus inimigos naturais em milho e girassol / Cristiana Silveira Antunes. – Lavras : UFLA, 2009.

43 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Jair Campos Moraes.

Bibliografia.

2. Insecta. 2. *Zea mays*. 3. Resistência induzida. 4. *Helianthus annuus*. 5. Ácido silício. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 595.754

CRISTIANA SILVEIRA ANTUNES

**EFEITOS DO SILÍCIO SOBRE AS LAGARTAS-CHAVE E SEUS
INIMIGOS NATURAIS EM MILHO E GIRASSOL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 06 de fevereiro de 2009

Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira

UFLA

Dr. Rogério Antônio Silva

EPAMIG

Prof. Jair Campos Moraes
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

**A Deus,
com amor e gratidão,
DEDICO**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por cuidar de mim em todos os momentos e me dar força para superar todas as barreiras.

A minha mãe, Adelma, por seu exemplo, amor incondicional e por tudo que, com muito amor e carinho, me ensinou.

Ao meu pai, Eraldo, por sua torcida e incentivo, em todas as etapas de minha vida.

A Larissa, pelo grande amor e carinho constantes.

A minha irmã, Alessandra, pela amizade, cumplicidade, companheirismo e por sempre cuidar de mim com carinho.

a toda minha família, pelo incentivo e apoio.

Agradeço ao meu amor, Alexandre, por seu carinho, amor, amizade e dedicação.

Ao meu orientador, professor e amigo Jair, pelos ensinamentos, paciência e atenção durante o curso.

Aos amigos de curso, pelos bons momentos de estudo e de descontração.

Agradeço a todos meus professores, pelos ensinamentos.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, especialmente Julinho, Irene, Fábio e Lisiane, pela cooperação e boa vontade.

Aos bolsistas Alex, Fabíola e Bruno, pela grande disposição em ajudar.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade de realizar o curso de mestrado.

Agradeço ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que participaram desta conquista, muito obrigada!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 Introdução Geral	1
2 Referências Bibliográficas.....	5
ARTIGO 1 Efeitos do Silício no Desenvolvimento de <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Milho e Girassol	7
Abstract	9
Resumo.....	10
1 Introdução.....	11
2 Material e Métodos	13
3 Resultados e Discussão	16
4 Referências Bibliográficas.....	20
5 Tabelas	23
ARTIGO Influência da Aplicação de Silício na Ocorrência de Lagartas (Lepidoptera) e de seus Inimigos Naturais Chaves em Milho (<i>Zea mays</i> L.) e em Girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.).....	27
Abstract	29
Resumo.....	30
1 Introdução.....	31
2 Material e Métodos	33
3 Resultados e Discussão.....	34
4 Conclusões.....	39
5 Referências Bibliográficas.....	40

RESUMO

ANTUNES, Cristiana Silveira. **Efeitos do silício sobre as lagartas-chave e seus inimigos naturais em milho e girassol**. 2009. 42p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Entomologia) - Universidade Federal de Lavras - Lavras - MG.¹

A lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e a lagarta-do-girassol *Chlosyne lacinia saundersii* (Doubleday & Hewitson, 1847) são consideradas pragas chaves, respectivamente, das culturas de milho e de girassol. Este trabalho foi realizado para avaliar os efeitos da aplicação de silício em alguns aspectos biológicos de *S. frugiperda*, avaliar o efeito do silício no desenvolvimento vegetativo dessas culturas e avaliar seu efeito na ocorrência da lagarta-do-cartucho, da lagarta-do-girassol e de seus inimigos naturais chaves. Foram realizados dois experimentos, sendo o primeiro realizado em sala climatizada do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos. Foram testados quatro tratamentos: T₁= milho com dose zero de ácido silícico; T₂= milho com aplicação de 200 ml/vaso da solução de ácido silícico a 1,0%, via solo; T₃= girassol com dose zero de ácido silícico e T₄= girassol com aplicação de 200 ml/vaso da solução de ácido silícico a 1,0%, de maneira semelhante ao T₂. Verificou-se que o silício afetou o desenvolvimento da lagarta-do-cartucho, prejudicou sua oviposição, causando alta mortalidade larval, reduzindo consideravelmente sua viabilidade, além de fortalecer a estrutura das plantas. O segundo experimento foi realizado em campo, no qual foram testados quatro tratamentos: T₁= milho com dose zero de ácido silícico; T₂= milho com quatro aplicações foliares de solução de ácido silícico a 0,5%; T₃= girassol com dose zero de ácido silícico e T₄= girassol com quatro aplicações foliares de solução de ácido silícico a 0,5%. Pelos resultados deste experimento foi possível concluir que o silício afetou o desenvolvimento das lagartas, reduzindo consideravelmente as infestações de *C. lacinia saundersii*, no período de 30 a 60 dias após a emergência das plantas. Com relação à ocorrência dos predadores tesourinhas e joaninhas, apenas as tesourinhas foram encontradas em menor número nas plantas de milho tratadas com silício, enquanto a ocorrência de joaninhas não diferiu nos tratamentos, somente entre as culturas. Portanto, os resultados obtidos são satisfatórios, podendo o silício ser considerado como mais uma tática a ser testada no manejo integrado de pragas dessas culturas.

¹ Orientador: Jair Campos Moraes - UFLA

ABSTRACT

ANTUNES, Cristiana Silveira. **Effects of silicon on the key caterpillars and its natural enemies in maize and sunflower.** 2009. 42p. Dissertation (Master in Agronomy/ Entomology) – Federal University of Lavras - Lavras - MG.¹

The fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) and the sunflower caterpillar *Chlosyne lacinia saundersii* (Doubleday & Hewitson, 1847) are considered key pests, respectively on corn and sunflower crops. This work was conducted to evaluate the effects of the application of silicon on some biological aspects of *S. frugiperda*, evaluate the effect of silicon on the vegetative development of those crops and evaluate their effect on the occurrence of fall armyworm, sunflower caterpillar and their key natural enemies. Two experiments were undertaken, in the first, four treatments were tested: T₁= corn with dose zero of silicic acid T₂=corn with the application of 200 ml/pot of the solution of 1.0%, silicic acid via soil; T₃= sunflower with dose zero of silicic acid and T₄= sunflower with the application of 200 ml/pot of the 1.0% silicic acid in a manner similar to T₂. It was found, in this, experiment, that silicon affected the development of the fall armyworm, harming its oviposition, causing a high larval mortality, reducing markedly its survival rate, in addition to strengthening the plants' structure. The second was conducted in the field, in which were tested four treatments: T₁= corn with dose zero of silicic acid; T₂= corn with four foliar applications of 0.5% silicic acid; T₃= sunflower with dose zero of silicic acid and T₄= sunflower with four foliar applications of solution of 0.5% silicic acid. From the results of this experiment, it was possible to conclude that silicon affected the development of caterpillars, reducing markedly the infestations of *C. lacinia saundersii* over the period of 30 to 60 days after emergence of plants. As regards the occurrence of the predators earwigs and ladybugs, only the earwigs were found in less number on silicon- treated corn plants, whilst the occurrence of ladybugs did not differ in the treatments, only between the crops. So, the results obtained are satisfactory, and silicon can be considered as a further tactics to be tested in the integrated management of pests of those crops.

¹ Adviser: Jair Campos Moraes - UFLA

1 INTRODUÇÃO GERAL

O milho (*Zea mays* L.) constitui um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo (Lima et al., 2007). Sua importância é caracterizada pelas diversas formas de utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Na realidade, o uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo. No Brasil, apenas 15% da produção se destina ao consumo humano e, mesmo assim, de maneira indireta na composição de outros produtos (Silva et al., 2006).

A cultura do milho no Brasil, anteriormente caracterizada como um pequeno segmento do setor agrícola, vem deixando de ter esse caráter predominantemente de subsistência, passando a apresentar sistemas de produção mais eficientes, com características comerciais (Galvão et al., 2004).

Apesar de estar entre os três maiores produtores, o Brasil não se destaca entre os países com maior produtividade. O milho, mesmo sendo cultivado praticamente em todo o mundo e embora apresente alta produtividade, sofre o ataque de várias espécies de insetos-praga, destacando-se a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) (Martinazzo et al., 2007).

A lagarta-do-cartucho é uma das principais pragas de muitas culturas devido à sua ocorrência generalizada e ao potencial de ataque de todas as fases de desenvolvimento da planta, provocando quedas significativas no rendimento. A praga é distribuída em todas as regiões onde se cultiva o milho e o seu ataque pode reduzir a produção em grande escala (Waquil & Vilella, 2003).

Sua importância deve-se não somente aos danos provocados, mas especialmente à dificuldade de seu controle. No manejo da lagarta-do-cartucho, a utilização de produtos químicos ainda é a principal tática recomendada, porém,

esses produtos acarretam diversos problemas, tais como resíduos nos alimentos, destruição de inimigos naturais, intoxicação de aplicadores e aparecimento de populações de pragas resistentes aos inseticidas (Roel et al., 2000).

Por outro lado, o girassol (*Helianthus annuus* L.) se destaca como a quinta oleaginosa em produção de grãos e a quarta em produção de óleo, do mundo (Fagundes et al., 2007). Suas sementes e o seu óleo têm sido utilizados na alimentação humana, destacando-se por suas qualidades físico-químicas e nutricionais (Ungaro, 2000).

A humanidade possui grande interesse econômico em determinados vegetais superiores, pois estes proveem muitos produtos, como frutos, sementes, grãos e fibras. Como outros produtos da cultura do girassol, podem-se citar a torta ou o farelo e a silagem, que são utilizados para alimentação animal, além de farinha, utilizada em panificação (Ungaro, 1998).

Outro fator de destaque da cultura do girassol é que ela apresenta características desejáveis, do ponto de vista agrônomo, como ciclo curto, elevada qualidade e bom rendimento em óleo (Sangoi & Silva, 1985), que fazem dela uma boa opção aos produtores brasileiros. Dentre os fatores que afetam sua produtividade, destacam-se: o clima, que condiciona seu desenvolvimento vegetativo e reprodutivo; a composição química da planta quanto ao teor e à qualidade de óleo; a duração dos subperíodos de desenvolvimento da cultura e a sensibilidade às doenças e às pragas, destacando-se entre estas a lagarta-do-girassol *Chlosyne lacinia saundersii* (Doubleday & Hewitson, 1847) (Marin, 2000).

A lagarta-do-girassol é considerada praga-chave da cultura (Vendramim & Boiça Júnior., 1994). Ocorrem, inicialmente, em reboleiras nas bordaduras e, em alta densidade populacional, podem causar desfolha intensa das plantas. Quando o ataque desta praga ocorre na fase de florescimento, com 50% a 75%

das flores do capítulo abertas, ou na fase de formação do botão floral, o rendimento de aquênios é bastante afetado (Guirado et al., 2007).

Seu controle tem sido realizado com a utilização de produtos químicos que, além de agressivos ao ambiente, nem sempre são eficientes. Na busca de alternativas ao uso desses produtos, têm sido estudadas outras técnicas, como a utilização de inseticidas botânicos, o cultivo de variedades resistentes, o controle biológico por predadores e parasitóides e, até mesmo, a associação destes métodos de controle.

A utilização de produtos naturais, como o silício, pode se tornar uma alternativa viável de controle, isoladamente ou em associação com outros métodos de controle. Estudos recentes têm mostrado que o silício pode estimular o crescimento e a produção vegetal por meio de várias ações indiretas, uma vez que, devido à maior rigidez estrutural dos tecidos, as folhas ficam mais eretas, diminuindo assim o autossombreamento. Além disso, oferece proteção contra fatores abióticos desfavoráveis, como estresse hídrico, toxidez de alumínio e ferro, entre outros, e estresses bióticos, como a incidência de insetos-praga (Epstein, 1994).

Seu fornecimento é benéfico para muitas espécies vegetais, levando a uma menor incidência de patógenos e ao aumento na proteção contra herbívoros, incluindo os insetos fitófagos. O mecanismo de ação do silício a organismos-praga pode ser devido à formação de barreiras mecânicas e ou pela alteração das respostas bioquímicas da planta ao ataque do parasita, aumentando a síntese de toxinas que podem agir como substâncias inibidoras ou repelentes (Epstein, 1994; Dannon & Wydra, 2004).

Dessa forma, os objetivos gerais do presente trabalho foram: verificar os efeitos da aplicação de silício no desenvolvimento de plantas de milho e de girassol e em alguns aspectos biológicos da lagarta-do-cartucho *S. frugiperda*, bem como avaliar os efeitos da aplicação de silício a campo, na ocorrência da

lagarta-do-cartucho, da lagarta-do-girassol e de seus inimigos naturais chaves,
em plantas de milho e de girassol.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DANNON, E.A; WYDRA, K. Interaction between silicon amendment, bacterial wilt development and phenotype of *Ralstonia solanacearum* in tomato genotypes. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v.64, n.5, p.233-243, May 2004.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings National of Academy Science of the United State of América**, Washington, v.91, n.1, p.11-17, jan. 1994.

FAGUNDES, J.D.; SANTIAGO, G.; MELLO, A.M.; BELLÉ, R.A.; STRECK, N.A. Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso (*Helianthus annuus* L.): fontes e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.4, p.987-993, jul/ago. 2007.

GALVÃO, J.C.; MIRANDA, V.M.; MIRANDA, G.V. **Tecnologias de produção de milho**. Viçosa, UFV, 2004. 365p.

GUIRADO, N.; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; MENDES, P.C.D.; ARÉVALO, R.A. Controle alternativo da lagarta preta (*Chlosyne lacinia saundersii*) do girassol. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, p.682-685, fev. 2007.

LIMA, C.G.R.; CARVALHO, M.P.; MELLO, L.M.M.; LIMA, R.C. Correlação linear e espacial entre a produtividade de forragem, a porosidade total e a densidade do solo de Pereira Barreto (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.31, n.6, p.1233-1244, nov./dez. 2007.

MARIN, F. R.; SENTELHAS, P. C.; UNGARO, M. R. G. Perda de rendimento potencial da cultura do girassol por deficiência híbrida, no Estado de São Paulo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.1, p.1-6, jan./mar. 2000.

MARTINAZZO. F.; PIETROWSKI, V.; CORDEIRO, E.S.; ECKSTEIN, B.; GRISA, S. Liberação de *Trichogramma pretiosum* para controle biológico de *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, p. 1657-1660, out. 2007.

ROEL, A.R.; VENDRAMIM, J.D.; FRIGHETTO, R.T.S.; FRIGHETTO, N. Efeito do extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) no desenvolvimento e sobrevivência da lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.1, p.53-58, 2000.

SANGOI, P. R. F.; SILVA, L. Época de semeadura em girassol: II. Efeitos no índice de área foliar, incidência de moléstias, rendimento biológico e índice de colheita. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.38, n.362, p.6-13, 1985.

SILVA, W.; PATERNIANI, E.; SOLOGUREN, L.; CIERO, L.D. **Guia do Milho**: tecnologia do campo à mesa. São Paulo: Conselho de Informações sobre Biotecnologia. 2006.16 p.

UNGARO, M. R. G. **Girassol**. 6. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1998. (Boletim Técnico, 200).

UNGARO, M. R. G. **Cultura do girassol**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2000. 36 p. (Boletim Técnico, 188).

VENDRAMIM, J. M.; BOIÇA JÚNIOR., A. L. Efeito de cultivares de girassol sobre o desenvolvimento e preferência para a alimentação de *Chlosyne lacinia saundersii* Doubl. & Hew. 1849 (Lepidoptera, Nymphalidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 23, n.1, p.81-86, abr. 1994.

WAQUIL, J.M.; VILELLA, F.M.F. Gene bom. **Revista Cultivar**, São Paulo, v. 49, p. 22-26, abr. 2003.

ARTIGO 1

Efeitos do silício no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)
(Lepidoptera: Noctuidae) em milho e girassol

(Preparado de acordo com as normas da revista “Neotropical Entomology”,
exceto as citações e referências bibliográficas)

CRISTIANA SILVEIRA ANTUNES¹

JAIR CAMPOS MORAES¹

ALEX ANTÔNIO¹

FABÍOLA ALVES SANTOS¹

¹ Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras, C. postal 3037, CEP 37200-000, Lavras (MG), Brasil.

Efeitos do silício no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)
(Lepidoptera: Noctuidae) em milho e girassol

ABSTRACT- The fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) is the most important pest of maize (*Zea mays* L.) in Brazil. The pest is spread in all the regions where that grain is grown and its attack can reduce yield on a large scale. The objective of this work was to verify the effects of the applications of silicon on the development of corn and sunflower plants and on a few biological features of *S. frugiperda*. The completely randomized design with four treatments and ten replicates was adopted. The parameters measured were larval mortality and times for pupa, on weight of pupal and its duration, the number of eggs and survival rate, in addition to some variables related to the plants, were evaluated. From the results, one could find that the application of silicon affected the development of *S. frugiperda*, causing increased larval mortality, decreasing the weight of the pupas and the number of eggs, both on corn and on sunflower. Besides, the supplying of silicon provided an increase of diameter, height and green mass of the plants tested.

Key words: Insecta, *Zea mays*, *Helianthus annuus*, induced resistance, silicic acid

RESUMO- A lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) é uma das principais pragas da cultura do milho (*Zea mays* L.) no Brasil. A praga é distribuída em todas as regiões onde se cultiva esse cereal e o seu ataque pode reduzir a produção em grande escala. Este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar os efeitos da aplicação de silício no desenvolvimento de plantas de milho e de girassol e em alguns aspectos biológicos de *S. frugiperda*. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 10 repetições. Foram avaliados a mortalidade larval, a duração da fase larval e de pupa, o peso de pupa, o número de ovos e a viabilidade, além de algumas variáveis relacionadas com as plantas, como altura, diâmetro e massa verde das hastes. Pelos resultados, pode-se verificar que a aplicação de silício afetou o desenvolvimento de *S. frugiperda*, causando maior mortalidade larval, diminuição no peso das pupas e no número de ovos, tanto em milho como em girassol. Além disso, o fornecimento de silício proporcionou aumento de diâmetro, altura e massa verde das plantas.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, *Zea mays*, *Helianthus annuus*, resistência induzida, ácido silícico.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo (Lima et al., 2007). Sua importância é caracterizada pelas diversas formas de utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia.

Atualmente, o agronegócio do milho é uma das atividades econômicas mais importantes do Brasil, mas, apesar de estar entre os três maiores produtores, o Brasil não se destaca entre os países com maior produtividade (Alvim & Waquil, 2005). São inúmeros os fatores que interferem na sua produção, como o clima, a fertilidade do solo, a cultivar utilizada, a densidade do solo (Santos et al., 2006), além dos insetos-praga que atacam a cultura em praticamente todas as fases de seu ciclo.

A lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) destaca-se como importante praga da cultura do milho, causando redução em mais de 25% da produção (Waquil & Vilella, 2003). Seu controle tem sido feito com o uso de inseticidas químicos. Contudo, esses produtos acarretam diversos problemas, tais como resíduos nos alimentos, destruição de inimigos naturais, intoxicação de aplicadores e aparecimento de populações de pragas resistentes aos inseticidas (Roel et al., 2000).

As lagartas do gênero *Spodoptera* são importantes insetos-praga em outras culturas, podendo ocorrer com grande intensidade em hortaliças, como a alface, além de outras culturas, incluindo amendoim, arroz, trigo, sorgo, batata, cebola e algodão (Teixeira et al., 2001; Bavaresco et al., 2003; Busato et al., 2005; Santos et al., 2005; Costa et al., 2006).

Por outro lado, o girassol (*Helianthus annuus* L.) se destaca como a quinta oleaginosa em produção de grãos e a quarta em produção de óleo do mundo (Fagundes et al., 2007). O girassol, quando cultivado na safrinha, poderá

ficar sujeito ao ataque de lagartas do gênero *Spodoptera* (Marin et al., 2000). Já existem alguns relatos que mostram a ocorrência desse inseto-praga em girassol, causando grandes perdas, tanto de ordem qualitativa quanto quantitativa (Rana & Sheoran, 2004; Reddy et al., 2005), o que justifica a busca por produtos alternativos para o seu controle.

A indução de resistência em plantas pelo uso de produtos naturais, como o silício, pode se tornar uma alternativa viável de controle de insetos-praga, isoladamente ou em associação com os inseticidas. Alguns trabalhos relatam que a utilização de ácido silícico pode induzir não-preferência para oviposição, reduzir a taxa de crescimento populacional, causar maior mortalidade, além de estimular o crescimento e a produção vegetal por meio de várias ações indiretas, o que pode estar relacionado à presença de substâncias de defesa que podem causar efeitos adversos sobre a biologia e o comportamento do inseto (Goussain et al., 2002; Gomes et al., 2005; Neri et al., 2005; Costa et al., 2007).

Dessa forma, este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar os efeitos da aplicação de silício no desenvolvimento de plantas de milho e de girassol e em alguns aspectos biológicos da lagarta-do-cartucho *S. frugiperda*.

2 Material e Métodos

Os bioensaios foram conduzidos em casa de vegetação, em condições naturais e em sala climatizada do Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, no Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período de fevereiro a julho de 2008.

Metodologia geral. Em casa de vegetação, foram semeadas 4 sementes de milho híbrido Dow Agrosiences 2301, ou 4 sementes de girassol cv. HF 358, por vaso com capacidade para 2 kg de substrato, composto de terra de barranco adubada com o equivalente a 200 kg/ha da fórmula 4-14-8 (NPK). As plantas foram irrigadas diariamente, de modo a suprir suas necessidades hídricas. Dez dias após a emergência, procedeu-se o desbaste deixando-se apenas as duas plântulas mais vigorosas por vaso.

As lagartas utilizadas nos ensaios foram de 1^o instar, com idade inferior a 24 horas, oriundas da criação de manutenção, mantidas em sala climatizada à temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Os tratamentos testados foram: T₁= milho com dose zero de ácido silícico; T₂= milho com aplicação de 200 ml/vaso da solução de ácido silícico a 1,0%, via solo, diretamente no substrato ao redor das plantas, dez dias após a emergência das plântulas, na dosagem equivalente a 2 t de SiO₂/ha; T₃= girassol com dose zero de ácido silícico e T₄= girassol com aplicação de 200 ml/vaso da solução de ácido silícico a 1,0%, de maneira semelhante ao T₂.

Efeito do silício na fase larval de *S. frugiperda*. Quinze dias após a emergência das plântulas, seções foliares de cada tratamento foram cortadas (aproximadamente 2 x 2 cm) e colocadas em tubos de ensaio juntamente com duas lagartas de *S. frugiperda* de 1^o instar, sendo os tubos vedados com algodão e presos com goma de elástico. As seções foliares foram trocadas a cada dois

dias e cada repetição continha cinco tubos (50 tubos/tratamento). Foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso com quatro tratamentos e 10 repetições. Os parâmetros avaliados foram mortalidade após 48 horas, com redistribuição dos sobreviventes para que ficasse apenas uma lagarta por tubo, mortalidade total e duração da fase larval. O desenvolvimento das lagartas foi acompanhado diariamente até a formação de pupas, quando se determinaram a duração da fase, a viabilidade, o peso de pupas às 24 horas, além da razão sexual.

Efeito do silício na fase adulta de *S. frugiperda*. Adultos de *S. frugiperda*, recém-emergidos, foram separados por casais e colocados em gaiolas feitas com tubos de PVC, com 20 cm de diâmetro e 25 cm de altura, com parede interna revestida com papel sulfite de cor branca, tampadas na parte superior com tecido tipo organza, sendo sua parte inferior apoiada em prato plástico, também forrado. Colocaram-se em cada gaiola dois copos plásticos de 50 ml, um contendo alimento à base de mel a 10%, embebido em chumaço de algodão e o outro contendo chumaço de algodão embebido em água. Foram testados os seguintes tratamentos: T₁= casais oriundos de lagartas alimentadas com folhas de plantas de milho sem silício; T₂= casais oriundos de lagartas alimentadas com folhas de milho com aplicação de silício; T₃= casais oriundos de lagartas alimentadas com folhas de plantas de girassol sem silício e T₄= casais oriundos de lagartas alimentadas com folhas de plantas de girassol com aplicação de silício. As posturas foram coletadas e contadas diariamente. Em seguida, separou-se um total de cem ovos por repetição, para verificar o efeito do silício sobre a primeira postura de *S. frugiperda*. O delineamento foi o inteiramente ao acaso com quatro tratamentos e seis

repetições. Avaliaram-se o número total de ovos por casal, a viabilidade de ovos, a duração do período embrionário e a longevidade de adultos.

Efeito do silício no desenvolvimento vegetativo de plantas de milho e de girassol. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e sete repetições. Após quarenta dias do plantio do milho e do girassol em casa de vegetação, uma das duas plantas de cada vaso deixadas após o desbaste foi utilizada para alimentação das lagartas, enquanto a outra permaneceu intacta para que, posteriormente, fossem realizadas aferições de altura, diâmetro e fitomassa fresca das hastes. A altura foi medida com uma trena e o diâmetro, com paquímetro. Para a determinação da fitomassa fresca, as plantas foram cortadas a 5 cm do solo, etiquetadas, colocadas em sacos de plástico e pesadas.

Estatística: Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste F, a 5% de significância.

3 Resultados e Discussão

Efeito do silício na fase larval de *S. frugiperda*. Não foi observada interação entre culturas (milho e girassol) e aplicação de silício. Entretanto, verificou-se (Tabela 1) que a duração da fase larval foi maior no milho que em girassol e que, na média das culturas, plantas tratadas com silício aumentaram a fase larval do inseto. Por outro lado, a mortalidade às 48 horas foi quase o dobro para as lagartas alimentadas com folhas de girassol. A mortalidade total, apesar de próxima, foi significativamente maior em milho (Tabela 1). O silício proporcionou aumento da mortalidade das lagartas, tanto no início do ciclo como no total da fase, quando consideradas as médias de ambas as culturas (Tabela 1).

Para a duração da fase de pupa, os maiores valores foram observados para lagartas alimentadas com milho em relação ao girassol e para plantas tratadas com silício (Tabela 2). A viabilidade de pupas variou de 82,7%, em plantas tratadas com silício a 84%, em milho, com diferenças significativas entre culturas e aplicação ou não de silício (Tabela 2). Também o peso das pupas e a razão sexual foram significativamente maiores para lagartas alimentadas com girassol, em relação às que receberam folhas de milho. Essas duas variáveis também foram reduzidas quando as plantas foram tratadas com silício (Tabela 2).

Resultados semelhantes já foram observados em genótipos de milho resistentes e ou suscetíveis ao inseto, nos quais a maior mortalidade de *S. frugiperda* foi observada nos instares iniciais (Silveira et al., 1997; Goussain et al., 2002). O aumento de mortalidade de *S. frugiperda* nos instares iniciais pode ser devido ao aumento do canibalismo, em função da qualidade do alimento e ou aplicação de silício que, ao depositar nas folhas, forma uma barreira mecânica que provoca desgaste da região incisora das mandíbulas das lagartas (Goussain et al., 2002).

Considerando todas as variáveis analisadas na fase larval, pode-se afirmar que o girassol é um alimento inferior ao milho para *S. frugiperda*, porém, os valores são bastante próximos e, portanto, a lagarta poderá se desenvolver na cultura de girassol, de modo semelhante ao que ocorre nas plantações de milho safrinha.

Efeito do silício na fase adulta de *S. frugiperda*. Também na fase adulta, não foi observada interação significativa entre as culturas e os tratamentos, em relação à longevidade de macho, longevidade de fêmea e duração do período embrionário. Contudo, observou-se (Tabela 3) que o período de vida dos machos foi maior em milho, enquanto que as fêmeas obtiveram maior longevidade em girassol e que a aplicação de silício prolongou a longevidade de machos e diminuiu o período de vida das fêmeas. A duração do período embrionário foi maior no girassol que em milho e as plantas tratadas com silício diminuíram o período embrionário dos insetos.

Em relação ao número de ovos por fêmea, os maiores valores foram observados para lagartas alimentadas com milho em relação ao girassol (Tabela 3). As posturas realizadas apresentaram heterogeneidade quanto ao número de ovos, variando bastante entre os tratamentos. Fêmeas que não se alimentaram de plantas com silício na fase larval (testemunha) ovipositaram, no total, aproximadamente 40% a mais de ovos que as fêmeas cujas lagartas se alimentaram de plantas com a aplicação desse mineral. A viabilidade de ovos foi maior em milho, com diferenças significativas entre culturas e a aplicação silício (Tabela 3). Estas variáveis foram significativamente menores quando as lagartas foram alimentadas com plantas tratadas com silício.

Observou-se, em algumas repetições, que algumas fêmeas, mantidas com machos, não ovipositaram. Assim, os resultados do presente trabalho apontam para uma influência negativa do silício na postura de *S. frugiperda*, o

que pode resultar num menor crescimento populacional e, como conseqüência, menor potencial de dano.

Uma dieta alimentar de insetos na fase jovem que apresente problemas nutricionais e/ou substâncias tóxicas pode afetar a postura e a viabilidade de ovos de *S. frugiperda*. Portanto, a quantidade e a qualidade do alimento consumido pelo inseto na fase larval podem afetar seu desempenho (taxa de crescimento, tempo de desenvolvimento, peso final, dispersão e sobrevivência) e, em certos casos, também a fecundidade, a fertilidade e a dispersão dos adultos.

Efeito do silício no desenvolvimento vegetativo de plantas de milho e de girassol. Não foi observada interação significativa entre culturas e tratamentos em relação à altura, ao diâmetro e à fitomassa fresca das plantas de milho e girassol. Contudo, desconsiderando-se as características individuais das plantas de milho e de girassol que são diferentes, verificaram-se efeitos benéficos da aplicação do silício, para as duas culturas, no aumento do diâmetro, altura e massa verde das plantas (Tabela 4).

O silício acumula-se nos tecidos de suporte e sustentação do caule, fortalecendo substancialmente a estrutura da planta (Plucknett, 1971). Assim, o crescimento e o desenvolvimento das plantas podem ser afetados pela quantidade de matéria acumulada pela planta. Dentre os benefícios relacionados à adubação silicatada podem ser mencionados o aumento do peso verde e seco da parte aérea e das raízes e a importância do silício para o crescimento e o desenvolvimento das plantas (Epstein, 1994).

Entretanto, Gomes et al. (2008) observaram que a aplicação de ácido silícico não influenciou o tamanho, o diâmetro e o peso seco das plantas de batateira, mas aumentou o número de folhas. Em trigo, também não foi observado aumento no peso das plantas adubadas com silício, possivelmente

devido a alguma alteração no metabolismo, fato que deve ser investigado em outras pesquisas (Costa et al., 2007).

De maneira geral, a aplicação de silício afetou o desenvolvimento da lagarta-do-cartucho, prejudicando sua oviposição, causando alta mortalidade larval, reduzindo consideravelmente sua viabilidade, além de fortalecer a estrutura das plantas. Portanto, os resultados obtidos são satisfatórios, podendo o silício ser considerado como mais uma tática a ser testada no manejo integrado de pragas dessas culturas em campo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão de bolsas e apoio financeiro ao projeto.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIM, A.M.; WAQUIL, P.D. Efeitos do acordo entre o Mercosul e a União Européia sobre os mercados de grãos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 4, p. 703-723, out./dez. 2005.
- BAVARESCO, A.; GARCIA, M.S.; GRÜTZMACHER, A.D.; FORESTI, J.; RINGENBERG, R. Biologia comparada de *Spodoptera cosmioides* (WALK.) (Lepidoptera: Noctuidae) em cebola, mamona, soja e feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.6, p.993-998, nov./dez 2003.
- BUSATO, G.R.; GRÜTZMACHER, A.D.; GARCIA, M.S.; GIOLO, F.P.; ZOTTI, M.J.; JÚNIOR, G.J. S. Biologia comparada de populações de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Folhas de Milho e Arroz. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, n.5, p.743-750, set./out. 2005.
- COSTA, M.A.G.; GRÜTZMACHER, A.D.; ZOTTI, M.J.; HÄRTER, W.R.; NEVES, M.B. Consumo foliar e preferência de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae) por cultivares de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 415-421, out./dez. 2006.
- COSTA, R.R.; MORAES, J.C.; ANTUNES, C.S. Resistência induzida em trigo ao pulgão *Schizaphis graminum* (hemiptera: aphididae) por silício e acibenzolar-s-methyl. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.2, p.393-397, mar./abr. 2007.
- EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings National of Academy Science of the United State of América**, Washington, v.91, n.1, p.11-17, jan. 1994.
- FAGUNDES, J.D.; SANTIAGO, G.; MELLO, A.M.; BELLÉ, R.A.; STRECK, N.A. Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso (*Helianthus annuus* L.): fontes e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 987-993, jul./ago. 2007.
- GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; ANTUNES, C.S. Uso de silício como indutor de resistência em batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.37, n.2, p. 185-190, mar./abr. 2008.

GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; SANTOS, C.D.; GOUSSAIN, M.M. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.6, p.547-551, nov./dez. 2005.

GOUSSAIN, M.M.; MORAES, J.C.; CARVALHO, J.G.; NOGUEIRA, N.L.; ROSSI, M.L. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 305-310, abr./jun. 2002.

LIMA, C.G.R.; CARVALHO, M.P.; MELLO, L.M.M.; LIMA, R.C. Correlação linear e espacial entre a produtividade de forragem, a porosidade total e a densidade do solo de Pereira Barreto (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.31, n.6, p.1233-1244, nov./dez. 2007.

MARIN, F.R.; SENTELHAS, P.C.; UNGARO, M.R.G. Perda de rendimento potencial da cultura do girassol por deficiência híbrida, no Estado de São Paulo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n. 1, p.1-6, jan./mar. 2000.

NERI, D.K.P.; MORAES, J.C.; GAVINO, M.A. Interação silício com inseticida regulador de crescimento no manejo da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.4, p.1167-1174, jul./ago. 2005.

PLUCKNETT, D.L. The use soluble silicates in Hawaii agriculture. **University of Queensland**, Hawaii, v.1, n.6, p.203-223, nov./dez.1971.

RANA, J.S.; SHEORAN, R.K. Evaluation of sunflower, *Helianthus annuus* L. hybrids against insect pests in semi-arid tropics. **Journal Oilseeds Research**, India, v. 21, p. 374-375, 2004.

REDDY, K.S.; RAMACHANDRARAO, G.; RAO, P.A.; RAJASEKHAR, P. Bio-efficacy of some newer insecticides against *Spodoptera litura* (Fab.) infesting sunflower, *Helianthus annuus* L. J. **Journal Oilseeds Research**, India, v. 22, p. 222-223, 2005.

ROEL, A. R.; VENDRAMIM, J. D.; FRIGHETTO, R. T. S.; FRIGHETTO, N. Efeito do extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) no desenvolvimento e sobrevivência da lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.1, p.53-58, jan./jun. 2000.

SANTOS, K.B.; MENEGUIM, A. M.; NEVES, P.M.O.J. Biologia de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, n.6, p.903-910, nov./dez. 2005.

SANTOS, M.L.; CARVALHO, M.P.; RAPASSI, R.M.A.; MURASHI, C.T.; MALLER, A.; MATOS, F.A. Correlação linear e espacial entre produtividade de milho (*Zea mays L.*) e atributos físicos de um latossolo vermelho distroférico sob plantio direto do Cerrado Brasileiro. **Acta Science**, Maringá, v.28, n.3, p.313-321, July/Sep. 2006.

SILVEIRA, L.C.P.; VENDRAMIM, J.D.; ROSSETTO, C.J. Efeito de genótipos de milho no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.26, n.2, p.291-298, abr./jun. 1997.

TEIXEIRA, E.P.; NOVO, J.P.S.; STEIN, C.P.; GODOY, I.J. Primeiro registro da ocorrência de *Spodoptera albula* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) atacando amendoim (*Arachis hypogaea L.*) no Estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, n.4, p.723-724, jul./ago. 2001.

WAQUIL, J.M.; VILELLA, F.M.F. Gene bom. **Revista Cultivar**, São Paulo, v. 49, p. 22-26, abr. 2003.

5 TABELAS

TABELA 1. Duração da fase larval (DFL) e porcentagem de mortalidade (PM) após 48 horas e total de lagartas *S. frugiperda* em plantas de milho e de girassol tratadas com silício. Temp. 25±2°C, U.R. 70±10% e fotofase de 12 horas

Tratamento		DFL (dia)	PM 48h (%)	PM total (%)
	Milho	18,5±0,3 a	19,0±8,3 b	60,0±7,7 a
Cultura	Girassol	17,9±0,4 b	39,0±4,1 a	59,0±5,2 b
	Com Si	18,1±0,4 b	38,0±7,1 a	65,0±6,4 a
Silício (Si)	Sem Si	18,3±0,3 a	20,0±4,3 b	54,0±2,5 b
CV(%)		6,6	26,7	13,4

Médias seguidas de mesma letra na coluna, para cultura e para silício, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste F ($P \leq 0,05$).

TABELA 2. Duração da fase de pupa (DFP), viabilidade de pupa (VP), peso de pupa após 24 horas (PP) e razão sexual (RS) de lagartas *S. frugiperda*, em plantas de milho e de girassol tratadas com silício. Temp. $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, U.R. $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Tratamento		DFP (dia)	VP (%)	PP (mg)	RS
	Milho	10,9 \pm 0,2 a	84,0 \pm 4,3 a	199,3 \pm 0,0 b	0,7 \pm 0,0 b
Cultura	Girassol	10,7 \pm 0,2 b	83,3 \pm 8,0 b	226,0 \pm 0,0 a	0,8 \pm 0,1 a
Silício	Com Si	10,8 \pm 0,2 a	82,7 \pm 6,2 b	202,5 \pm 0,0 b	0,6 \pm 0,0 b
(Si)	Sem Si	10,7 \pm 0,2 b	84,6 \pm 6,0 a	222,9 \pm 0,0 a	0,8 \pm 0,0 a
CV(%)		6,1	24,3	8,9	57,1

Médias seguidas de mesma letra na coluna, para cultura e para silício, não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ($P\leq 0,05$).

TABELA 3. Longevidade de macho (LM/dia) e de fêmea (LF/dia), duração do período embrionário (DPE/dia), número de ovos por fêmea (NOF) e viabilidade de ovos (VO) de adultos *S. frugiperda* oriundos de lagartas alimentadas em plantas de milho e de girassol tratadas com silício (Si). Temp. 25±2°C, U.R. 70±10% e fotofase de 12 horas

Trata- mento	LM	LF	DPE	NOF	VO(%)
Milho	11,9±2,6 a	13,8±2,1 b	3,9±0,4 b	1055,4±176,8 a	79,8±0,9 a
Girassol	10,7±2,3 b	14,6±1,6 a	4,2±0,3 a	943,2±63,3 b	79,1±1,6 b
Com Si	13,0±1,4 a	12,9±2,0 b	3,9±0,8 b	754,8±61,3 b	70,4±13,5 b
Sem Si	9,6±2,3 b	15,5±1,8 a	4,2±0,2 a	1243,7±101,7 a	88,5±1,5 a
CV(%)	42,4	30,4	28,8	27,2	21,1

Médias seguidas de mesma letra na coluna, para cultura e para silício, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste F ($P \leq 0,05$).

TABELA 4. Diâmetro, altura e massa verde de plantas de milho e de girassol tratadas com silício. Temp. $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, U.R. $70\pm 10\%$ e Fotofase 12 h

Tratamento		Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Massa verde (g)
	Milho	131,2 \pm 3,5 a	127,5 \pm 3,0 a	98,9 \pm 5,6 a
Cultura	Girassol	105,8 \pm 2,1 b	102,7 \pm 3,2 b	87,0 \pm 8,3 b
	Com Si	121,6 \pm 2,7 a	121,2 \pm 2,5 a	105,3 \pm 5,0 a
Silício (Si)	Sem Si	115,6 \pm 3,0 b	109,2 \pm 3,3 b	80,9 \pm 3,8 b
CV(%)		10,3	11,3	28,2

Médias seguidas de mesma letra na coluna, para cultura e para silício, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste F ($P\leq 0,05$).

ARTIGO 2

Influência da aplicação de silício na ocorrência de lagartas (Lepidoptera) e de seus inimigos naturais chaves em milho (*Zea mays* L.) e em girassol (*Helianthus annuus* L.)

(Preparado de acordo com as normas da revista “Bioscience Journal”, exceto as citações e as referências bibliográficas)

CRISTIANA SILVEIRA ANTUNES¹

JAIR CAMPOS MORAES¹

ALEX ANTÔNIO¹

¹ Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras, C. postal 3037, CEP 37200-000, Lavras (MG), Brasil.

INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE SILÍCIO NA OCORRÊNCIA DE
LAGARTAS (LEPIDOPTERA) E DE SEUS INIMIGOS NATURAIS
CHAVES EM MILHO (*Zea mays* L.) E EM GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.)

INFLUENCE OF THE APPLICATION OF SILICON IN THE OCCURRENCE
OF CATERPILLARS (LEPIDOPTERA) AND OF ITS KEY NATURAL
ENEMIES ON CORN (*Zea mays* L.) AND ON SUNFLOWER (*Helianthus
annuus* L.)

ABSTRACT- The corn fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) and the sunflower caterpillar *Chlosyne lacinia saundersii* (Doubleday & Hewitson, 1847) are regarded as key pests, respectively, on corn and sunflower crops. In that way, the objectives of the present work were to evaluate the effects of silicon in the occurrence of fall armyworm, of the sunflower caterpillar and of their natural enemies on corn and sunflower. The experiment was conducted in the field in an experimental area intended to the organic cultivation at the UFPA, in the period of February to June of 2008, adopting the randomized block design in a factorial scheme 2 (crops) x 2 (with and without silicon application) and 8 replications. The total number of caterpillars, the parasitism rate and the occurrence of earwigs and ladybugs were evaluated. From the results, one can find that the application of silicon affected the development of *C. lacinia saundersii* over the period of 30 to 60 days after the plants' emergence, causing a reduction in the number of caterpillars. There was no record of parasitized caterpillars, a fact that should be investigated in other research works. The number of earwigs was lower on corn silicon- treated plants, their not being recorded on sunflower plants. In relation to the ladybugs, they were found in the two crops, their being significantly higher on sunflower plants.

Key words: silicic acid, biological control, *Zea mays*, *Helianthus annuus*

RESUMO - A lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) e a lagarta-do-girassol *Chlosyne lacinia saundersii* (Doubleday & Hewitson, 1847) são consideradas pragas chaves, respectivamente, das culturas de milho e de girassol. Dessa forma, os objetivos no presente trabalho foram avaliar os efeitos da aplicação de silício na ocorrência da lagarta-do-cartucho, da lagarta-do-girassol e de seus inimigos naturais chaves em plantas de milho e de girassol. O experimento foi conduzido a campo, em área experimental destinada ao cultivo orgânico da UFLA, no período de fevereiro a julho de 2008, adotando-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 (culturas) x 2 (com e sem aplicação de silício) e 8 repetições. Avaliaram-se o número total de lagartas, a taxa de parasitismo e a ocorrência de tesourinhas e joaninhas. Pelos resultados pode-se verificar que a aplicação de silício afetou o desenvolvimento de *C. lacinia saundersii*, no período de 30 a 60 dias após a emergência das plantas, causando redução no número de lagartas. Não houve registro de lagartas parasitadas, fato que deve ser estudado em outras pesquisas. O número de tesourinhas foi menor em plantas de milho tratadas com silício, não tendo sido registrada em plantas de girassol. Em relação às joaninhas, estas foram encontradas nas duas culturas, sendo significativamente maior em plantas de girassol.

PALAVRAS-CHAVE: ácido silícico, controle biológico, *Zea mays*, *Helianthus annuus*

1 INTRODUÇÃO

A lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) é uma espécie polífaga que ataca diversas culturas economicamente importantes em vários países (Lopes et al., 2008). No Brasil, é considerada praga-chave da cultura do milho, por causar enormes prejuízos, podendo causar redução em mais de 25% da produção (Waquil & Vilella, 2003). Esta praga é distribuída em todas as regiões onde se cultiva esse cereal, mas vários relatos também mostram a ocorrência de lagartas do gênero *Spodoptera* em diferentes culturas, incluindo amendoim, arroz, trigo, sorgo, batata, cebola e algodão (Teixeira et al., 2001; Bavaresco et al., 2003; Busato et al., 2005; Santos et al., 2005).

No manejo da lagarta-do-cartucho a utilização de inseticidas sintéticos ainda é a principal tática recomendada, porém, esses produtos acarretam efeitos adversos, principalmente selecionando populações resistentes aos inseticidas (Roel et al., 2000).

Por outro lado, a lagarta-do-girassol *Chlosyne lacinia saundersii* (Doubleday & Hewitson, 1847) é considerada importante praga do girassol (Vendramim & Boiça Júnior, 1994). Ocorre, inicialmente, em reboleiras, nas bordaduras da cultura e, em alta densidade populacional, pode causar desfolha intensa das plantas. Quando o ataque dessa praga ocorre na fase de florescimento, com 50% a 75% das flores do capítulo abertas, ou na fase de formação do botão floral, o rendimento de aquênios é bastante afetado (Guirado et al., 2007). Seu controle tem sido realizado com o uso de produtos químicos que, além de agressivos ao ambiente, nem sempre são eficientes.

O uso de agentes biológicos para o controle de insetos-praga tem se intensificado nos últimos anos no Brasil, com resultados significativos no manejo desses organismos fitófagos. Os inimigos naturais minimizam a

necessidade da intervenção do homem no controle de pragas. Entretanto, na agricultura atual, somente em algumas situações o controle biológico natural é eficiente para controlar as pragas sem a complementação de outros métodos de controle (Degrande et al., 2002).

A indução de resistência às plantas utilizando-se produtos naturais como o silício pode se tornar uma alternativa viável no manejo de organismos-praga. A defesa induzida nas plantas é em razão da formação de barreiras mecânicas e ou pela alteração das respostas bioquímicas da planta ao ataque de herbívoros, aumentando a síntese de toxinas que podem agir como substâncias inibidoras ou repelentes (Epstein, 1994; Marschner, 1995; Dannon & Wydra, 2004). Alguns trabalhos relatam que a aplicação de silício pode reduzir a taxa de crescimento populacional, causar maior mortalidade de lagartas, além de estimular o crescimento e a produção vegetal por meio de várias ações indiretas, o que pode estar relacionado à presença de substâncias de defesa que podem causar efeitos adversos sobre a biologia e o comportamento do inseto (Goussain et al., 2002; Gomes et al., 2005; Neri et al., 2005; Costa et al., 2007).

Nesse sentido, os objetivos no presente trabalho foram avaliar os efeitos da aplicação de silício na ocorrência da lagarta-do-cartucho, da lagarta-do-girassol e de seus inimigos naturais chaves, em plantas de milho e de girassol.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, em área experimental destinada ao cultivo orgânico, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), MG, Brasil, no período de fevereiro a julho de 2008.

O solo, cultivado anteriormente com batata inglesa adubada com 30 t de composto orgânico/ha, foi preparado por meio de uma gradagem. As sementes de milho, híbrido Dow Agrosiences 2301, ou sementes de girassol, cv. HF 358, foram plantadas em sulcos de 10 cm de profundidade, com 5 m de comprimento e espaçados de 0,80 m. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 (culturas) x 2 (com e sem aplicação de silício), e 8 repetições, sendo cada parcela constituída por duas linhas de plantio.

Foram testados os seguintes tratamentos: T₁= milho com dose zero de ácido silícico; T₂= milho com aplicação da solução de ácido silícico a 0,5% via foliar; T₃= girassol com dose zero de ácido silícico e T₄= girassol com aplicação da solução de ácido silícico a 0,5% via foliar. O ácido silícico foi diluído em água e aplicado nas plantas até o escorrimento da calda, no total de quatro aplicações, a intervalos semanais, desde a emergência das plantas. As capinas foram manuais, realizadas a cada 15 dias, sendo a primeira 20 dias após o plantio.

Foram realizadas avaliações semanais pela contagem de lagartas de *S. frugiperda* e *C. lacinia saundersii* encontradas nas plantas de milho e ou girassol. O número de lagartas foi acumulado para os primeiros 30 dias após emergência das plantas e no período de 30 até 60 dias. Em seguida, as lagartas foram colocadas em frascos de plástico com 13 cm de altura e 8 cm de largura, visando à avaliação de possíveis parasitóides. No Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos, em sala climatizada à temperatura de 25±2°C, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 12 horas, as lagartas de cada espécie foram transferidas para tubos de ensaio de 4 cm de diâmetro e 12 cm de altura, vedados com

algodão hidrófilo, recebendo como alimento seções foliares de cada tratamento. As seções foliares foram trocadas a cada 2 dias, sendo o desenvolvimento das lagartas acompanhado diariamente.

Os predadores, joaninhas e tesourinhas, foram registrados em função da presença de adultos sobre as plantas, considerando-se o total acumulado de todas as avaliações.

Os dados de contagem foram transformados em $\sqrt{X+0,5}$ e submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste F, a 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que a lagarta-do-cartucho *S. frugiperda* só ocorreu nas plantas de milho, sendo os valores médios encontrados de $8,9\pm 0,7$ e $6,1\pm 0,7$, respectivamente para os períodos de até 30 dias e de 30 a 60 dias. A referida lagarta não foi registrada em girassol em nenhuma das avaliações. Quanto à aplicação de silício (Tabela 1), não foram constatadas diferenças significativas da sua aplicação no milho para a infestação da lagarta-do-cartucho.

Por outro lado, a lagarta-do-girassol *C. lacinia saundersii*, nos primeiros 30 dias após a emergência das plantas, só foi encontrada atacando plantas de girassol, e os valores médios registrados foram de $28,1\pm 0,1$. De maneira semelhante a *S. frugiperda*, a lagarta-do-girassol, na fase inicial da cultura, só infestou o girassol e também não foi afetada pela aplicação de silício. Os valores médios encontrados foram de $12,9\pm 5,3$ e $15,2\pm 5,8$, respectivamente para plantas tratadas e não tratadas com este mineral.

Entretanto, no período de 30 a 60 dias após a emergência das plantas, verificou-se (Tabela 2) interação entre as culturas e aplicação de silício na ocorrência da lagarta-do-girassol. O número de *C. lacinia saundersii* foi menor

no girassol tratado com silício, sendo o valor reduzido em mais de 4 vezes. Essas lagartas também ocorreram em milho, possivelmente devido à baixa qualidade das folhas de girassol tratado com silício, ocasionando dispersão das lagartas para as parcelas vizinhas.

Tabela 1. Número (média±EP) de lagartas *Spodoptera frugiperda*/parcela até 30 e de 30 a 60 dias do plantio, em plantas de milho ou de girassol com ou sem aplicação de silício. Lavras (MG), março a junho de 2008

Tratamento		30 dias*	60 dias*
Silício (Si)	Com Si	4,3±1,2	2,6±0,8
	Sem Si	4,6±1,3	3,4±1,1
CV(%)		18,6	25,5

*Médias com diferenças não significativas pelo teste F ($P \leq 0,05$).

O aumento de mortalidade de lagartas *C. lacinia saundersii* pode ter ocorrido em função da deposição do silício nas folhas, reduzindo a qualidade do alimento, o que ocorre em gramíneas, porém, ainda não tinha sido observado em girassol (Goussain et al., 2002; Keeping & Meyer, 2006).

Com relação ao controle biológico, não foi verificada, nesta pesquisa, nenhuma lagarta parasitada, tendo sido coletadas 347 lagartas de *S. frugiperda* em milho e 2.678 lagartas de *C. lacinia saundersii* em girassol, em vários instares, durante as avaliações. Contudo, pesquisas desenvolvidas por outros autores têm encontrado lagartas parasitadas a campo (Dequech et al., 2005; Figueiredo et al., 2006).

Tabela 2. Número (média±EP) de lagartas *Chlosyne lacinia saundersii*/parcela após 30 e 60 dias do plantio em plantas de milho com ou sem aplicação de silício. Lavras (MG), março a junho de 2008

Tratamento	Número de lagartas	
	Com silício	Sem silício
Milho	0,9±0,6 bA	0,0±0,0 bB
Girassol	54,2±15,8 aB	237,2±47,6 aA
CV(%)	52,9	

Médias seguidas de mesma letra, na coluna para cultura e na linha para silício, não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ($P \leq 0,05$).

Contudo, verificou-se (Tabela 3) a ocorrência do predador *Doru* spp., popularmente conhecido como tesourinha, em maior número (113,5±6,6) nas parcelas de milho sem aplicação de silício e significativamente diferente do valor no milho tratado (85,7±7,5). Nas plantas de girassol não foi observada a presença de tesourinhas. Também Figueiredo et al. (2006), ao avaliarem a relação entre a lagarta-do-cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho, registraram que, entre os inimigos naturais presentes na área, o predador de ovos e larvas *Doru luteipes* foi o que ocorreu com maior frequência.

A tesourinha é considerada um predador chave da lagarta-do-cartucho do milho e tanto as ninfas quanto os adultos predam ovos e lagartas de primeiros instares de *S. frugiperda*, sendo cada indivíduo capaz de consumir cerca de 500 ovos e 12 lagartas (Cruz et al., 1997; Cividanes & Yamamoto, 2002). Como a presença do predador *Doru* spp. em 70% das plantas de milho seria o suficiente para manter a lagarta-do-cartucho sob controle, ficando abaixo do nível de dano

econômico (Waquil et al., 2002), o seu maior número no milho não tratado com silício pode ser em razão da maior infestação de ovos e de lagartas pequenas nessas parcelas. Dessa forma, a maior predação, possivelmente, interferiu na incidência de *S. frugiperda*, ocorrendo uma interação positiva da resistência induzida pelo silício nas plantas de milho e o controle biológico natural exercido pelo predador.

Tabela 3. Número (média±EP) de tesourinhas *Doru* spp./parcela em plantas de milho com ou sem aplicação de silício. Lavras (MG), março a junho de 2008

Tratamento	Número de tesourinhas	
Silício (Si)	Com Si	85,7±7,5 b
	Sem Si	113,5±6,6 a
CV(%)	13,5	

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si, pelo teste F ($P \leq 0,05$).

As joaninhas, da espécie *Cycloneda sanguinea* foram encontradas em plantas de milho e de girassol (Tabela 4), sendo o seu número significativamente maior em girassol. Contudo, não se observaram diferenças significativas quanto à aplicação de silício na ocorrência desse predador, tendo sido encontrados 26,3±2,4 indivíduos nas parcelas tratadas e 29,2±2,5 nas parcelas não tratadas, no total das avaliações.

Entre o grupo de predadores, *C. sanguinea* é comumente observada em várias culturas, como batata-doce, abobrinha-italiana e em algumas hortaliças, como salsinha, couve-chinesa e alface (Milléo et al., 2007). Entretanto, é importante ressaltar que o girassol oferece mais recursos alimentares para esse

predador que o milho. Isso, provavelmente, ocorre devido à maior diversidade de nichos (complexidade estrutural) que estabiliza a dinâmica populacional dos insetos fitófagos e favorece a biologia e a dinâmica dos insetos benéficos, pela maior quantidade de alimento disponível para adultos (pólen e néctar), além de presas alternativas e da variedade de micro-habitat (Altieri & Nicholls, 1999; Altieri et al., 2003).

De maneira geral, a aplicação de silício afetou o desenvolvimento das lagartas, reduzindo consideravelmente as infestações de *C. lacinia saundersii* no período de 30 a 60 dias após a emergência das plantas. Com relação à ocorrência dos predadores tesourinhas e joaninhas, apenas as tesourinhas foram encontradas em menor número nas plantas de milho tratadas com silício, enquanto a ocorrência de joaninhas não diferiu nos tratamentos, somente entre as culturas. Portanto, os resultados obtidos são satisfatórios, podendo o silício ser considerado como mais uma tática a ser testada no manejo integrado de pragas em plantas comerciais, com outras fontes de silício.

Tabela 4. Número (média \pm EP) de joaninhas *Cycloneda sanguinea*/parcela em plantas de milho e girassol. Lavras (MG), março a junho de 2008

Tratamento		Número de joaninhas
Cultura	Milho	19,8 \pm 0,7 b
	Girassol	35,6 \pm 1,6 a
CV(%)		8,4

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si, pelo teste F ($P \leq 0,05$)

4 CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos pode-se afirmar que:

- não houve registro de lagartas parasitadas;
- a aplicação de silício reduz a infestação de plantas de girassol pela lagarta *C. lacinia saundersii*;
- a aplicação de silício não afeta a ocorrência dos predadores *Doru* spp. e *C. sanguinea* em milho e/ou girassol, podendo seus efeitos serem aditivos no controle de lagartas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão de bolsas e apoio financeiro ao projeto.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M.A.; NICHOLLS, C.I. Biodiversity, ecosystem function, and insect pest management in agricultural systems. In: COLLINS, W.W.; QUALSET, C.O. (Ed.). **Biodiversity in agroecosystems**. Boca Raton: CRC Press, 1999. p. 69-84.

ALTIERI, MA.; SILVA, E.N.; NICHOLLS, C.I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, 2003. 226 p.

BAVARESCO, A.; GARCIA, M.S.; GRÜTZMACHER, A.D.; FORESTI, J.; RINGENBERG, R.. Biologia comparada de *Spodoptera cosmioides* (WALK.) (Lepidoptera: Noctuidae) em cebola, mamona, soja e feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.6, p.993-998, nov./dez. 2003.

BUSATO, G.R.; GRÜTZMACHER, A.D.; GARCIA, M.S.; GIOLO, F.P.; ZOTTI, M. J.; JÚNIOR, G. J. S. Biologia comparada de populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Folhas de Milho e Arroz. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, n.5, p.743-750, set./out. 2005.

CIVIDANES, F.J.; YAMAMOTO, F.T. Pragas e inimigos naturais na soja e no milho cultivados em sistemas diversificados. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.4, p.683-687, out./dez. 2002.

COSTA, R.R.; MORAES J.C.; ANTUNES, C.S Resistência induzida em trigo ao pulgão *Schizaphis graminum* (hemiptera: aphididae) por silício e acibenzolar-s-methyl. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.2, p.393-397, mar./abr. 2007.

CRUZ, I.; OLIVEIRA, AC. Flutuação populacional do predador *Doru luteipes* Scudder em plantas de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.4, p.363-368, abr. 1997.

DANNON, E.A; WYDRA, K. Interaction between silicon amendment, bacterial wilt development and phenotype of *Ralstonia solanacearum* in tomato genotypes. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v.64, n.5, p.233-243, May 2004.

DEGRANDE, P.E.; REIS, P.R.; CARVALHO, G.A.; BELARMINO, L.C. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Manole, São Paulo. 2002. p.75-81.

DEQUECH, S.T.B.; SILVA, R.F.P.; FIUZA, L.M. Interação Entre *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), *Campoletis flavicincta* (Ashmead) (Hymenoptera: Ichneumonidae) e *Bacillus thuringiensis aizawai*, em Laboratório. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, n.6, p.937-944, nov./dez. 2005.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings National of Academy Science of the United State of América**, Washington, v.91, n.1, p.11-17, jan. 1994.

FIGUEIREDO, M. de L.C., MARTINS-DIAS, A.M.P.; CRUZ, I. Relação entre a lagarta-do-cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.41, n.12, p.1693-1698, dez. 2006.

FIGUEIREDO, M. de L.C., MARTINS-DIAS, A.M.P.; CRUZ, I. *Exasticolus fuscicornis* em lagartas de *Spodoptera frugiperda*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.41, n.8, p.1321-1323, ago. 2006

GOMES, F.B.; MORAES, J.C.; SANTOS, C.D.; GOUSSAIN, M.M. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.6, p.547-551, nov./dez. 2005.

GOUSSAIN, M.M.; MORAES, J.C.; CARVALHO, J.G.; NOGUEIRA, N.; ROSSI, M. L. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, n.2, p.305-310, abr./jun. 2002.

GUIRADO, N.; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; MENDES, P.C.D.; ARÉVALO, R. A. Controle alternativo da lagarta preta (*Chosyne lacinia saundersii*) do girassol. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.2, n.1, fev. 2007.

KEEPING, M.G.; MEYER, J.H. Silicon-mediated resistance of sugarcane to *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae): effects of silicon source and cultivar. **Journal of Applied Entomology**, v.130, n.8, p.410–420, Sep.2006.

LOPES, G.S.; LEMOS, R.N.S.; MACHADO, K.K.G.; MACIEL, A.A.S.; OTTATI, A.L.T. Biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae) em folhas de mandioca (*Manihot esculenta*, CRANTZ). **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.3, p.134-140, jul./dez. 2008.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic, 1995. 889p.

MILLÉO, J.; SOUZA, J.M.T.; CASTRO, J.P.; CORRÊA, G.H. Coccinelídeos (Insecta, Coleoptera) presentes em hortaliças (Ponta Grossa - PR). **Revista Publicatio UEPG Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v.13, n.2, p.71-80, ago.2007.

NERI, D.K.P., MORAES, J.C.; GAVINO, M.A. Interação silício com inseticida regulador de crescimento no manejo da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.4, p.1167-1174, jul./ago. 2005.

ROEL, A.R.; VENDRAMIM, J.D.; FRIGHETTO, R.T.S.; FRIGHETTO, N. Efeito do extrato acetato de etila de *Trichilia pallida* Swartz (Meliaceae) no desenvolvimento e sobrevivência da lagarta-do-cartucho. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.1, p.53-58, jan./jun. 2000.

SANTOS, K.B.; MENEGUIM, A.M.; NEVES, P.M.O.J. Biologia de *Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.34, n.6, p.903-910, nov./dez. 2005.

TEIXEIRA, E.P.; NOVO, J.P.S.; STEIN, C.P.; GODOY, I.J. Primeiro registro da ocorrência de *Spodoptera albula* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) atacando amendoim (*Arachis hypogaea* L.) no Estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, n.4, p.723-724, jul./ago. 2001.

VENDRAMIM, J.M.; BOIÇA JÚNIOR., A.L. Efeito de cultivares de girassol sobre o desenvolvimento e preferência para a alimentação de *Chlosyne lacinia saundersii* Doubl. & Hew. 1849 (Lepidoptera, Nymphalidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.23, n.1, p.81-86, abr. 1994.

WAQUIL, J.M.; VIANA, P.A.; CRUZ, I. **Cultivo de milho**: manejo integrado de pragas. Sete Lagoas: Embrapa, 2002. (Comunicado técnico, 50)

WAQUIL, J.M.; VILELLA, F.M.F. Gene bom. **Revista Cultivar**, São Paulo, v.49, p.22-26, abr. 2003.