

**INTERAÇÃO SILÍCIO COM INSETICIDA
REGULADOR DE CRESCIMENTO NO
MANEJO DA LAGARTA-DO-CARTUCHO
Spodoptera frugiperda (J. E. Smith, 1797)
(Lepidoptera: Noctuidae) EM MILHO**

DANILA KELLY PEREIRA NERI

2004

DANIKA KELLY PEREIRA NERI

**INTERAÇÃO SILÍCIO COM INSETICIDA REGULADOR DE
CRESCIMENTO NO MANEJO DA LAGARTA-DO-CARTUCHO
Spodoptera frugiperda (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) EM
MILHO**

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
obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Iair Campos Moraes

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2004

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

Neri, Danila Kelly Pereira

Interação silício com inseticida regulador de crescimento no manejo da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Milho / Danila Kelly Pereira Neri. -- Lavras : UFLA, 2004.
39 p. : il.

Orientador: Jair Campos Moraes.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

I. Milho. 2. Silício. 3. Lagarta do cartucho do milho. 4. Controle. 5. Inseticida.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.15978

DANILA KELLY PEREIRA NERI

**INTERAÇÃO SILÍCIO COM INSETICIDA REGULADOR DE
CRESCIMENTO NO MANEJO DA LAGARTA-DO-CARTUCHO
Spodoptera frugiperda (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) EM
MILHO**

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
obtenção do título de "Mestre".

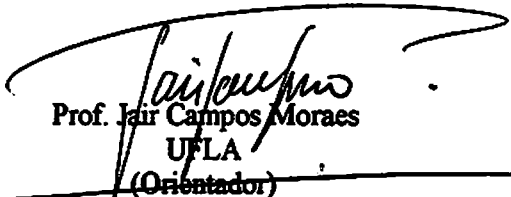
APROVADA em 14 de Julho de 2004

Dr. Ernesto Prado

INIA/ CHILE

Dr. Rogério Antônio Silva

EPAMIG


Prof. Jair Campos Moraes
UFLA
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

Aos meus pais, Raimundo Marrocos e Fátima Neri,
por terem me mostrado o verdadeiro sentido da vida, Deus,
a quem devo tudo que sou.

Aos meus lindos e amorosos irmãos, Thially e Saulo, por me fazerem sorrir, pelo
orgulho e amor.

À Gilton por estar sempre comigo, pelo carinho, paciência e amor.

OFEREÇO

**Todo o que nasceu de Deus vence o mundo. E esta é a vitória que vence o
mundo: a nossa fé.**

(I Jô-5, 4)

AGRADECIMENTOS

A Deus por me amar e nunca desistir de me fazer feliz.

Às minhas amigas, Fabricia e Viviane, por enxugarem minhas lágrimas nos momentos de angústia, assim como pelos momentos de muita alegria que passamos e que passaremos juntas.

Ao meu orientador, Jair Campos de Moraes, pelo incentivo, pela confiança e principalmente pelos ensinamentos e amizade.

A todos os professores que contribuíram para o enriquecimento dos conhecimentos indispensáveis a este trabalho.

A Brígida, pelo incentivo e pela bela simpatia.

A Liliane por ter me recebido em sua casa em Recife para que, assim, pudesse realizar a prova de seleção do mestrado.

A Letícia, por ter me concedido seu computador, pela convivência, companheirismo, conversas e carinho.

Ao estagiário Márcio pela grande ajuda na condução dos experimentos.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, em especial a Néia, por todos os nossos lanches, conversas, pela amizade e pela alegria transmitida. Ao Julinho, por ter ajudado na instalação do experimento.

Aqueles que amo, por terem depositado em mim a esperança de uma vitória. Mãe, Pai, Cabeção, Bitó, Tia e meu Neginho, Obrigada !

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO	03
2.1 A cultura do milho	03
2.2 A lagarta-do-cartucho	05
2.3 O Silício	07
2.3.1 Os benefícios do Silício às plantas.....	10
2.3.2 O Silício como indutor de resistência às plantas	11
2.4 Importância de outros fertilizantes na proteção de plantas	13
2.5 Controle químico	15
2.6 Inseticidas reguladores de crescimento	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Criação de manutenção da lagarta-do-cartucho do milho	20
3.2 Metodologia geral.....	20
3.3 Teste de preferência com chance de escolha em folhas destacadas de plantas de milho.....	22
3.4 Teste de preferência sem chance de escolha em folhas destacadas de plantas de milho.....	23
3.5 Avaliação de injúrias de <i>S. frugiperda</i> em plantas de milho	23
4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Teste de preferência com chance de escolha em folhas destacadas de plantas de milho.....	25
4.2 Teste de preferência sem chance de escolha em folhas destacadas de plantas de milho.....	26
4.3 Avaliação de injúrias de <i>S. frugiperda</i> em plantas de milho	29
5 CONCLUSÕES.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

RESUMO

NERI, Danila Kelly Pereira. Interação silício com inseticida regulador de crescimento no manejo da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em Milho. 2004. 39 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

Com o objetivo de avaliar o efeito do silício aplicado via solo e foliar, bem como sua interação com o inseticida regulador de crescimento (lufenuron) no manejo de *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho, foi realizado um ensaio em casa-de-vegetação e em laboratório, constando de nove tratamentos com cinco repetições. No laboratório do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras-MG, avaliaram-se a preferência das lagartas por folhas destacadas de plantas de milho provenientes dos diferentes tratamentos, bem como o consumo e a mortalidade dessa praga. Em casa-de-vegetação, foram avaliadas a intensidade das injúrias provocadas pelas lagartas nas folhas, o número e o peso de lagartas. Pelos resultados pode-se concluir que os tratamentos não afetaram a preferência da lagarta-do-cartucho em teste com chance de escolha. A interação silício e lufenuron no manejo de *S. frugiperda* é positiva em relação ao inseticida isolado, provavelmente devido a resistência mecânica conferida pelo silício as folhas.

¹ Comitê Orientador: Jair Campos Moraes – UFLA (Orientador)

ABSTRACT

NERI, Danila Kelly Pereira. Interaction of silicon with growth regulating insecticide in the management of the army worm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: noctuidea) on corn. 2004. 39 p. Dissertation (Master in Entomology) – Federal University of Lavras, Lavras, MG¹

Greenhouse and laboratory choice tests were performed to control Fall Armyworm. Silicon was incorporated in the soil and applied on the leaves, alone and in combination with the IGR lufenuron at normal and reduced rate. Choice tests exposing larvae to treated and untreated leaf cuttings did not show any difference and the larvae were present at equal proportion in all treatments. Mortality of larvae exposed for 48 hours to silicon and lufenuron was higher than each treatment alone, showing a positive interaction between Si and IGR, irrespective of the insecticide dosage. Mortality after 72 hours and consumption at 96 hours, were similar in all treatments containing insecticide, but different from silicon alone and untreated. Plant damage was similar in plants treated with silicon and untreated, but reduced in insecticide treated plants. It was concluded that the interaction silicon with the IGR is evident only until 48 hours after larvae exposition.

¹ Guidance Committee: Jair Campos Moraes – UFLA (Adviser)

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais importantes do mundo por constituir a base da alimentação humana e animal (Silva, 1995). A produção de milho tende a se expandir fortemente para suprir a demanda gerada pelo crescimento populacional e, principalmente, pelo consumo de fontes de energia renováveis, estabelecendo, assim, a era da agricultura energética (Silva, 2004).

Na condução da cultura muitos problemas são observados, podendo ser relacionados à precária situação de renda dos agricultores, à baixa disponibilidade de capital para a agricultura, ao baixo nível de tecnologia adotado e à incidência de pragas, que atacam a planta de milho praticamente em todas as fases do seu ciclo, ocasionando prejuízos de ordem quantitativa e qualitativa (Boiça Junior et al., 1996).

A principal praga do milho no Brasil é *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), que ocorre em todo o ciclo da cultura causando consideráveis perdas na produção. A dimensão das perdas provocadas pode variar em função do cultivar utilizado, da fase fenológica, do sistema de produção empregado e do local de plantio (Sarmiento et al., 2002). Seu ataque pode causar redução na produção em até 34% (Carnevali & Florcovski, 1995).

O controle químico da lagarta-do-cartucho tem sido realizado principalmente pelo uso de inseticidas sintéticos. O uso indiscriminado de inseticidas pode levar ao surgimento da resistência a níveis bastante críticos. O lufenuron é o ingrediente ativo de um novo inseticida do grupo dos inibidores da biossíntese de quitina utilizado para o controle de *S. frugiperda* na cultura do milho. O uso desse inseticida para o controle da lagarta-do-cartucho tem aumentado muito nos últimos anos, devido à sua alta eficiência e ao desenvolvimento da resistência desta praga aos produtos tradicionalmente

recomendados para seu controle, como os fosforados e piretróides (Schmidt, 2002).

Entretanto, o uso de inseticidas ainda é recomendado associado com táticas e estratégias que possibilitam uma redução da população da praga. Dentre essas medidas, enfatizam-se a utilização de cultivares resistentes e o uso de fertilizantes (Boiça Junior et al., 2001). Esse manejo integrado visa manter as pragas abaixo do nível de dano econômico de forma a não agredir o meio ambiente.

O principal objetivo da utilização de variedades resistentes associadas ao controle químico é a redução do número de tratamentos e/ou da dosagem do inseticida empregado. Essa redução é possível porque, numa variedade resistente, o crescimento da população do inseto é mais lento, havendo necessidade de mais tempo para que o mesmo atinja o nível de dano econômico (Vendramin, 1990).

Estudos recentes têm mostrado que o silício pode estimular o crescimento e a produção vegetal através de várias ações indiretas, propiciando proteção contra fatores abióticos, como estresse hídrico, toxicidade de alumínio, ferro, entre outros, e bióticos, como a incidência de insetos-praga (Epstein, 1994). Dessa forma, a aplicação de silício na cultura do milho poderá elevar o grau de resistência das plantas e, conseqüentemente, reduzir a infestação e os prejuízos causados por *S. frugiperda*.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do silício aplicado via solo e foliar, bem como sua interação com o inseticida regulador de crescimento (lufenuron) no manejo de *S. frugiperda* em plantas de milho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do milho

A origem do cultivo do milho (*Zea mays* L.) é objeto de especulação por parte dos pesquisadores. Os estudos arqueológicos permitem afirmar que o milho é uma das plantas mais antigas, existindo como cultura há cerca de 4000 anos e já apresentando as principais características morfológicas que o definem botanicamente na atualidade. Na época do descobrimento das Américas, o milho constituía a base alimentícia dos indígenas que aqui viviam e era cultivado desde a Argentina até o Canadá. Diversos estudos registram sua origem na América do Norte, mas outra corrente sugere que este cereal tenha se originado na Ásia (Moura & Oliveira, 1980).

Logo após a descoberta da América, o milho foi levado para a Espanha, Portugal, França e Itália, onde a princípio era cultivado como planta exótica e ornamental. Com o conhecimento do seu valor alimentício, passou a ser produzido comercialmente e difundiu-se para o resto da Europa, Ásia e Norte da África e hoje é produzido praticamente no mundo todo, exceto nas regiões que apresentam limitações climáticas (Moura & Oliveira, 1980).

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Na realidade, o uso do milho em grão para a alimentação animal representa cerca de 70% no mundo. Nos Estados Unidos, cerca de 50% são destinados a esse fim, enquanto, no Brasil, este número varia de 60 a 80%, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano (EMBRAPA, 2004).

Como se a demanda crescente para consumo animal e humano já não fossem suficientes para garantir um bom potencial para a cultura, ainda surge a perspectiva de demanda do cereal para a produção de biocombustíveis. Com a corrida mundial pela produção de biocombustíveis, em substituição ao petróleo,

o desenvolvimento de combustíveis a partir de fontes renováveis e menos poluentes começa a ser encarado como urgente e imprescindível pela maioria das economias do planeta. Dessa forma, o consumo mundial de milho deverá crescer 22% nos próximos dez anos, impulsionado principalmente pela transformação do cereal em etanol e pelo crescente uso de óleos vegetais nos combustíveis por diversos países (Silva, 2004).

A importância do milho não se restringe ao fato de ser produzido em grande volume e sobre uma grande extensão de área, mas também ao importante papel sócio-econômico que representa. Na atividade agrícola, ou seja, na sua produção e comercialização, centenas de milhares de pessoas encontram seu sustento. É usado diretamente na alimentação humana e de animais domésticos e constitui matéria-prima básica para uma expressiva série de produtos industrializados, movimentando grandes complexos industriais em que milhares de empregos são criados. Devido ao seu alto conteúdo de carboidratos, principalmente amido, e de outros componentes tais como proteínas, óleo e vitaminas, o milho torna-se um produto de relevante importância comercial (Moura & Oliveira, 1980).

Dentro da evolução mundial de produção de milho, o Brasil tem se destacado como terceiro maior produtor, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China ficando os Estados Unidos com 38% do total mundial em 2003, a China com 20% e o Brasil com 7% (Silva, 2004). A produção brasileira na safra 2003/04 foi de 42.508.611 toneladas, com uma área colhida de 12.536.567 ha (AGRIANUAL, 2004).

Apesar de estar entre os três maiores produtores, o Brasil não se destaca entre os países com maior nível de produtividade. Um dos fatores do baixo nível de produtividade é o grande número de pequenos produtores, com baixo nível tecnológico, que cultivam esse cereal (EMBRAPA, 2004), bem como fatores bióticos como os insetos-praga.

Dentre os insetos que causam maiores danos à cultura do milho em decorrência do desfolhamento destaca-se a lagarta-do-cartucho *S. frugiperda*, que em função da grande desfolha provocada, é considerada a principal praga desta cultura nas Américas. As desfolhas são maiores em infestações nos estágios iniciais e médios de desenvolvimento das plantas, ou seja, a fase compreendida entre a 4ª e 8ª folha, e menores quando antecede o estágio de florescimento (Silva, 1995).

No Brasil, nos últimos anos, a cultura do milho vem passando por importantes mudanças tecnológicas, resultando em aumentos significativos da produtividade e produção. Entre essas tecnologias, destaca-se a necessidade da melhoria na qualidade dos solos, visando uma produção sustentada. A melhoria na qualidade dos solos está geralmente relacionada ao adequado manejo, o qual inclui, entre outras práticas, a rotação de culturas, o plantio direto e o manejo da fertilidade, através da calagem, gessagem e adubação equilibrada com macro e micronutrientes, utilizando fertilizantes químicos e/ou orgânicos (EMBRAPA, 2004).

2.2 A lagarta-do-cartucho

A lagarta-do-cartucho *S. frugiperda*, também conhecida pelo nome de “lagarta dos milharais” (Nakano & Zucchi, 1970), apresenta seus ovos de coloração verde clara, os quais são colocados em massa na face superior das folhas, onde eclodem as lagartas, sendo a duração do período larval de 12 a 30 dias até chegar ao completo desenvolvimento, quando medirão, nesta fase, cerca de 50 mm de comprimento, apresentando uma coloração que varia de cinza escura a marrom. Longitudinalmente, apresenta três finíssimas linhas de coloração branco-amarelada na parte dorsal do corpo. Na parte lateral, abaixo da linha branco-amarelada, existe uma linha escura mais larga e, mais abaixo dessa, uma listra amarela irregular marcada com vermelho. Ao término do período

larval, as lagartas penetram no solo, onde se transformam em pupas de coloração avermelhada, medindo em torno de 15 mm de comprimento. Após a emergência surge a mariposa adulta, medindo cerca de 35 mm de envergadura, com asas anteriores de coloração parda-escura e as posteriores, branco-acinzentadas. As mariposas são de hábito noturno e fazem postura durante a noite, ovipositando sobre folhas de milho (Gallo et al., 2002).

A distribuição espacial da lagarta-do-cartucho na cultura do milho foi investigada por Farias et al. (2001) quando observaram que as lagartas pequenas (alta densidade populacional) têm distribuição agregada, enquanto as lagartas grandes (baixa densidade populacional) podem ser mais dispersas no campo, tendendo à aleatoriedade. Isso indica que as lagartas grandes se dispersam com o tempo devido, principalmente, a fatores de mortalidade, dependentes da densidade, busca por alimento e ação dos inimigos naturais; já a distribuição agregada das lagartas pequenas se deve ao modo de postura das fêmeas ser em massa.

Segundo Didonet et al. (2000), a lagarta-do-cartucho ocorre em todo ciclo da cultura do milho, em maior incidência aos 32 e 53 dias após a emergência, e está presente nas folhas, no cartucho e na espiga, atingindo o nível de controle de 20% das plantas com sinais de raspagem nas folhas.

Conforme Gallo et al. (2002), as injúrias provocadas por *S. frugiperda* são variáveis de acordo com o estágio de desenvolvimento do inseto e da planta. Estes autores relataram que as lagartas de primeiro instar apenas raspam as folhas; porém, mas depois de desenvolvidas, conseguem fazer furos até danificá-las completamente, assim como destroem o cartucho e formam galerias no interior do colmo da planta. Gallo et al. (2002) também afirmam que a presença dessa praga é indicada pela quantidade de excrementos no interior do cartucho. A lagarta-do-cartucho também pode ocorrer na fase reprodutiva da cultura atacando a espiga (Didonet et al., 2000).

Isidro et al. (1997), ao avaliarem o consumo foliar pela *S. frugiperda* nos cultivares de amendoim, Tatu e CNPA BR-1, observaram um aumento gradativo no consumo a cada estágio larval, porém até o 2º estágio o consumo foi desprezível, uma vez que as lagartas não perfuraram as folhas, alimentando-se somente da superfície foliar. Do 3º estágio até o final da fase de lagarta, para ambos os cultivares, a área consumida aumentou, atingindo um nível máximo no último estágio larval, quando se constatou um consumo de 51,74% das folhas da cultivar Tatu e 55,86% da cultivar CNPA BR-1.

Grützmacher et al. (1999) constataram que no arroz (*Oryza sativa* L.) (Gramineae) irrigado, cultivar IRGA 410, o consumo da área foliar pelas lagartas atingiu o seu máximo no sétimo ínstar, sendo os machos responsáveis por 64,7 cm² e as fêmeas, por 66,2 cm² de área consumida. Verificaram, ainda, que para o consumo médio não houve diferença significativa entre os 3º, 4º e 5º instares, mas sim entre os demais.

Pereira & Calafiori (1989), em um ensaio com arroz, cultivar IAC-165, constataram que apenas uma lagarta de *S. frugiperda* por planta provocou um decréscimo na produção de 49,34%.

Viana & Potenza (2000) observaram que a produtividade do milho em lavouras atacadas pela lagarta-do-cartucho foi reduzida em até 34%.

2.3 O Silício

A palavra silício é originário do latim sílex, rocha constituída de sílica (dióxido de silício) amorfa hidratada e sílica microcristalina, a qual era utilizada, pela sua dureza, na confecção de utensílios e armas (Lima Filho et al., 1999).

Entre os minerais, o silício é o segundo elemento mais abundante, ocupando cerca de 27% em massa da crosta terrestre, sendo considerado o mineral secundário mais importante na formação dos solos (Tisdale et al., 1985). Os silicatos são sais nos quais a sílica, combinada com oxigênio, alumínio,

magnésio, cálcio, sódio, ferro, potássio e outros elementos, está presentes em mais de 95% das rochas terrestres (cerca de 87% em massa), meteoritos, em todas as águas, atmosfera (pó silicoso), vegetais e animais (Lima Filho et al., 1999).

Os minerais silicatados mais comuns são o quartzo, os feldspatos alcalinos e os plagioclásios. Os dois últimos são aluminossilicatos, que contribuem com a quantidade de Al na crosta. Estes minerais sofrem o processo de intemperização, cuja taxa depende de uma série de fatores, incluindo temperatura, pH e composição iônica do solvente, entre outros. O quartzo é relativamente estável, pois intemperiza-se lentamente, logo, não é considerado uma fonte disponível de ácido silícico. Os feldspatos, por sua vez, intemperizam-se mais rapidamente, resultando em argilas (caulinita ou montmorilonita) e ácido silícico (Exley, 1998).

O Si está presente na solução do solo como ácido silícico, em grande parte na forma não dissociada ($pK = 9,6$), o qual é prontamente absorvido pelas plantas (Raven, 1983). As principais fontes do ácido silícico são: decomposição de resíduos vegetais; dissociação do ácido silícico polimérico; liberação de Si dos óxidos e hidróxidos de Fe e Al; dissolução de minerais cristalinos e não cristalinos; adição de fertilizantes silicatados; bem como a água de irrigação. Já os principais drenos são: precipitação do Si em solução, formando minerais; polimerização do ácido silícico; lixiviação; adsorção em óxidos e hidróxidos de Fe e Al; e a absorção pelas plantas (Lima Filho et al., 1999).

O Silício pode interagir com íons metálicos, tais como Ferro (Fe), Magnésio (Mg), Sódio (Na) e Alumínio (Al), neutralizando ou diminuindo a toxidez destes elementos. No que se refere à diminuição da toxidez do Na pelo Silício (Si), Ahmad et al. (1992), determinando o possível papel do silício ($Si(OH)_4$) na tolerância de *Triticum aestivum* ao sal (NaCl), nas fases vegetativa e reprodutiva, constaram que a porcentagem de germinação e o crescimento

diminuíram com o aumento da concentração de NaCl na ausência de silício. Entretanto, a adição de silício causou uma recuperação ao estresse causado pelo sal.

A influência do pré-tratamento do silício na toxicidade de Al em raízes de milho foi estudado por Corrales et al. (1997), que avaliando o alongamento das raízes, verificaram que o Si diminuiu a absorção do Al pelas raízes. Quando expostas ao Al, plantas com Si apresentaram menores concentrações de Al nas raízes e maior alongamento quando comparadas às plantas que não receberam o Si.

Fosfato e silicato são retidos (adsorvidos) pelos óxidos de ferro e de alumínio da fração argila, podendo, assim, competir entre si pelos mesmos sítios de adsorção (Obihara & Russel, 1972; Oliveira, 1984; Leite, 1997). A aplicação de silicato finamente moído antes da fosfatagem em solos cultivados com plantas acumuladoras de Si, além de corrigir de acidez (elevação de pH), provoca a competição Si x P no solo, que melhora a disponibilidade de P às plantas (Tisdale et al., 1985).

A ação do silício na dessorção de fósforo é mais evidente nos solos menos intemperizados, com maior teor de caulinita (Cambissolo), do que nos solos mais intemperizados, com maior teor de gibbsita (Latossolo). Em solos e, que não existe estresse de fósforo, as frações fosfatadas e a atividade da fosfatase em plantas não mostram sensibilidade suficiente para detectar reduções percentuais de fósforo dessorvido por silício (Carvalho et al., 2001).

Solos tropicais e subtropicais intemperizados e lixiviados, com sucessivos cultivos, tendem a apresentar baixos níveis de Si trocável, havendo, assim, a necessidade de reposição desse fertilizante por meio de adubações (Lima Filho et al., 1999).

O material contendo silício deve ser aplicado no solo na forma de pó bem moído. Além disso, o silicato não é considerado fertilizante nas leis

brasileiras e, portanto, não tem sua qualidade controlada por lei; dessa forma, deve-se assegurar que a granulometria do produto seja inferior a 60 mesh, pois quanto mais fino o material (silicato), maior a absorção do silício pela folha (Korndörfer & Datnoff, 1995).

2.3.1 Os benefícios do Silício às plantas

O silício é absorvido pelas raízes das plantas como ácido monossilícico (H_4SiO_4) de forma passiva (Jones & Handreck, 1967) e, apesar de não ser considerado um elemento essencial, algumas espécies o absorvem em quantidades comparáveis ou bem superiores a macronutrientes essenciais (Marschner, 1995). Praticamente todo o Si absorvido é translocado das raízes para as folhas e, com a saída da água pela transpiração, polimeriza na parte externa da parede celular (principalmente nas células da epiderme), transformando-se em um mineral amorfo de sílica denominado opala biogênica ($SiO_2 \cdot n H_2O$) (Lanning et al., 1958).

O acúmulo e a polimerização de silício na célula epidérmica, logo abaixo da cutícula, formam uma barreira mecânica denominada “dupla camada silício-cutícula”, ajudando a manter as folhas mais eretas, diminuindo a transpiração e protegendo as plantas contra o ataque de insetos-praga e fungos (Yoshida et al., 1962¹ citado por Savant et al., 1997).

O Si pode estimular o crescimento e a produção vegetal através de várias ações indiretas, como diminuição do auto-sombreamento, deixando as folhas mais eretas; decréscimo na suscetibilidade ao acamamento; maior rigidez estrutural dos tecidos; proteção contra estresses abióticos, como a redução da toxidez de Al, Mn, Fe e Na; diminuição na incidência de patógenos e aumento na proteção contra herbívoros, incluindo os insetos fitófagos (Epstein, 1994).


¹ YOSHIDA, S.; ONSHI, Y.; KITAGISHI, K. Chemical forms, mobility, and deposition of silicon in rice plant. *Soil Sci. Plant Nutr.*, v.8, p.107-111.

Woolley (1957), ao avaliar o sódio e o silício como nutrientes para a planta de tomate, concluiu que ambos foram essenciais para o crescimento e desenvolvimento desta, sendo necessária uma quantidade menor do que 0,1 e 0,2 micrograma de átomos, para o sódio e para o silício, respectivamente, por grama de peso seco da planta. Adatia & Besford (1986) observaram que plantas de pepino cultivadas em solução nutritiva (100 mg de SiO_2 /litro) apresentaram aumento no teor de clorofila, maior massa foliar (fresca e seca) específica, atraso na senescência e aumento da rigidez das folhas maduras, as quais se mantinham mais horizontais. Além disso, a atividade da enzima rubisco-carboxilase aumentou cerca de 50% quando comparada àquelas de plantas desenvolvidas em solução com baixa concentração de silício (10 mg de SiO_2 /litro).

Tayabi & Azizi (1984), avaliando o efeito de várias doses de silicato de potássio (0, 100, 250, 500, 750 e 1000 kg/ha) sobre o rendimento e resistência de plantas de arroz à broca-do-colmo *Chilo supremain* Walker (= *Chilo supressalis*) (Lepidoptera: Pyralidae), constataram que a aplicação de 500 kg/ha teve efeito positivo sobre os números de panículas/planta, panículas/ m^2 e de grãos/ m^2 . O número de lagartas dessa praga foi de 23 e 47/ m^2 para as doses de 1000 e 500 kg/ha, respectivamente, contra 112 em que não foi aplicado o silício.

2.3.2 O Silício como indutor de resistência às plantas

Carvalho et al. (1999), ao estudarem o efeito do silício na resistência do sorgo ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond., 1852) (Hemiptera: Aphidae), verificaram diferenças significativas entre os tratamentos com e sem silício para o período reprodutivo e para longevidade dos adultos. Os resultados demonstram que o maior teor de silício nas plantas de sorgo afetou a preferência para alimentação e a reprodução do pulgão-verde, induzindo resistência em genótipo suscetível.



Keeping & Meyer (2000) realizaram adubações com 2500 kg e 5000 kg/ha de silicato de cálcio em seis variedades de cana-de-açúcar para investigar a resistência a *Eldana saccharina* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae). Os autores notaram uma redução de 20% e 24% para o número de insetos e os danos causados, respectivamente, ao utilizarem 5000 kg/ha de silicato de cálcio.

Trabalhando com cinco cultivares de cana-de-açúcar, Anderson & Sosa (2001) constataram, ao aplicar 6,7 ton/ha de escória de silicato de cálcio, um aumento na produção em 19% e uma redução na densidade populacional da broca-da-cana *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Pyralidae).

Goussain (2001), ao aplicar silicato de sódio, verificou uma diminuição na preferência do pulgão-da-folha *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de milho.

O aumento do canibalismo e de mortalidade da lagarta-do-cartucho *S. frugiperda* foi evidenciado por Goussain et al. (2002) quando aplicaram uma solução de silicato de sódio via solo em plantas de milho. Esses resultados podem estar relacionados com excessivo desgaste da região incisora das mandíbulas desse inseto.

O efeito benéfico do Si em situações de estresse para a planta ocorre quando elas são expostas a vários fatores bióticos e/ou abióticos. Até recentemente o Si era encarado como a barreira mecânica passiva de defesa da planta contra o estresse ambiental (Korndörfer et al., 2001). Fawer et al. (1998) identificaram uma proteção ativa induzida por este elemento dentro das células vegetais, demonstrando que o Si começa uma seqüência de reações que iniciam mecanismos de defesa bioquímicas na planta infectada.

A diminuição da população de duas espécies de afídeos *Metopolophium dirhodum* (Walker, 1848) (Hemiptera: Aphididae) e *Sitobion avenae* (Fabr., 1794) (Hemiptera: Aphididae), sobre folhas de trigo após a aplicação foliar de silício (1% Na₂SiO₂), foi evidenciado por Hanisch (1980). O autor explica que

esta diminuição não foi causada somente pela deposição de silício nas células epidérmicas, mas também pelo aumento da solubilidade deste elemento dentro da folha.

A resposta induzida pelo silício em plantas de pepino infectadas pelo *Pythium* spp. foi estudada por Chérif et al. (1994), que observaram a indução do silício num mecanismo de defesa da planta em resposta ao ataque do fungo, através do aumento da atividade da peroxidase, polifenoloxidase, quitinase e β -glucosidase.

Belanger et al. (1995), ao avaliarem o papel do silício no manejo de doenças, constataram uma correlação positiva entre o decréscimo da resistência do mildio e a concentração de ácido silícico depositado desde a infecção pelo fungo. Para os autores, a penetração inicial do tubo germinativo foi impedida pelo silício devido ao aumento da ativação de peroxidases e polifenoloxidases após a infecção em plantas tratadas com silício.

Gomes (2003) observou que em *S. graminum*, o silício e a infestação inicial com pulgões afetaram a preferência e a taxa de crescimento populacional dessa praga, além de o silício ativar a síntese de compostos de defesa da planta.

2.4 Importância de outros fertilizantes na proteção de plantas

Além do Si, outros elementos têm sido utilizados na agricultura com a finalidade de proporcionar resistência às plantas quanto ao ataque de insetos-praga e aumentar a produção.

Através da adubação no cultivo de milho com diferentes dosagens de potássio, Carvalho et al. (1984) estudaram a preferência de *S. frugiperda*, constatando que nas plantas que não foram adubadas com o K havia uma maior oviposição, as lagartas ocorriam em maior número sobre as plantas, possuíam maior comprimento e a planta sofria maior dano.

Bortoli et al. (1987), ao pesquisarem a influência de biofertilizantes sobre algumas pragas do milho, observaram que para *S. frugiperda* os danos causados foram menores nos tratamentos com uma e com três aplicações de 20m³/ha de biofertilizante.

Rossi et al. (1987), ao investigarem a influência de diferentes adubações na cultivar de milho C111S, notaram que as plantas adubadas com esterco de curral, NPK + Zn e sem adubação se comportaram como alimentos deficitários a *S. frugiperda*. No que se refere ao esterco de galinha, Fonseca et al. (1987) afirmam que este pode ser um agente de controle para *S. frugiperda* e de aumento de produção para a cultura do painço (*Setaria italica*).

Barbosa et al. (1989), estudando os efeitos de esterco de curral, NPK e diferentes doses de sulfato de zinco no desenvolvimento de larvas de *S. frugiperda*, concluíram que a dose de 5 kg/ha de sulfato de zinco reduziu o período pupal e aumentou quando se aplicou esterco de curral.

Tanzini et al. (1991) observaram um melhor desenvolvimento da lagarta-do-cartucho onde havia excesso de fósforo, mostrando que a planta se tornou mais susceptível, já os períodos pupal e larval foram maiores em NPK e NK. No entanto, Carnevalli & Florcovski (1995), ao utilizarem diferentes fontes de nitrogênio, constataram que o inseto criado em milho fertilizado com sulfato de amônio e nitrocálcio crescia mais que aqueles em milho não fertilizado ou fertilizado com uréia.

Boiça Junior et al. (1996), ao avaliarem os efeitos da adubação em genótipos de milho sobre a *S. frugiperda*, concluíram que a aplicação de fósforo e potássio resultou num menor dano da praga às plantas. Grana Junior et al. (1996) encontraram um maior período larval da lagarta-do-cartucho quando adubaram o milho com NPK + P (fosfato de rocha) e pupal, com NPK + P (super triplo).

2.5 Controle químico

A geração dos inseticidas passou por três fases distintas: a Era do otimismo foi de 1946 a 1962; a Era da dúvida, de 1962 a 1976; e a Era do Manejo Integrado de Pragas, a partir de 1976. Durante os primeiros anos da primeira fase, o uso dos DDT foi considerado um “milagre” químico. Depois de uma era em que os inseticidas eram utilizados quase que exclusivamente para o controle de pragas surgiu a era da dúvida, através da publicação do livro *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson (Metcalf, 1980).

Como consequência surgiu um novo conceito de controle de pragas visando a minimização de todos os problemas causados pelo uso indiscriminado dos inseticidas químicos. Esse novo conceito denominou-se “Manejo Integrado de Pragas (MIP)”, que significa regular a densidade populacional de insetos a níveis que não causem danos econômicos, com bases ecológicas, e que envolve qualquer tipo de problema que limite a produção agrícola decorrente da competição interespecífica (patógenos, insetos, nematóides, plantas daninhas, etc). Assim, pode-se dizer que o manejo foi uma resposta da comunidade científica ao uso indiscriminado dos produtos químicos. Esse manejo utiliza meios (técnicas) que visam manter as pragas abaixo do nível de dano econômico, técnicas estas representadas pelos diferentes métodos de controle e que podem, inclusive, ser integrados com inseticidas, desde que essa integração seja feita de forma harmoniosa (Gallo et al., 2002).

A escolha correta de um inseticida para o controle de uma praga depende de sua eficiência e do seu impacto sobre inimigos naturais e o meio ambiente (Viana & Costa, 1998). Neste contexto, vários trabalhos têm sido realizados visando um melhor uso de inseticidas de forma a não agredir o meio ambiente e aumentar a relação custo/benefício.

Viana & Costa (1998), ao controlarem a lagarta-do-cartucho com inseticidas aplicados via irrigação por aspersão, verificaram uma porcentagem de controle de 79.9% para o regulador de crescimento triflumuron.

Michereff Filho et al. (2002), investigando o impacto de deltametrina em artrópodes-pragas e predadores na cultura do milho, observaram que esse inseticida, pulverizado em plantas de milho com dez folhas expandidas, foi efetivo no controle de *S. frugiperda* e reduziu a densidade populacional da cigarrinha *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott, 1923) (Hemiptera: Cicadellidae), porém mostrou baixo efeito residual. Também não constatarem impacto do inseticida sobre a abundância ou frequência dos principais artrópodes predadores associados à parte aérea do milho, revelando a toxicidade seletiva de deltametrina em favor das ninfas e adultos de *Doru luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae), bem como de formigas e aranhas.

2.6 Inseticidas reguladores de crescimento

Os inibidores da síntese de quitina, as benzoilfeniluréias, como, por exemplo diflubenzuron (Dimilin), triflumuron (Alsystin), lufenuron (Match), provavelmente inibem a formação da quitina sintetase a partir de seu zimógeno, por meio da interferência em alguma protease responsável pela ativação da quitina sintetase (Gallo et al., 2002).

O lufenuron é um novo inseticida do grupo dos reguladores do crescimento dos insetos que vem sendo amplamente utilizados no controle de *S. frugiperda* no Brasil. Atualmente, o lufenuron é responsável por cerca de 40% da área tratada com inseticidas para o controle dessa praga em milho. Este produto tem como principais características a sua eficiência no controle de lagarta, baixa toxicidade para mamíferos e alta seletividade a inimigos naturais, adequando-se ao contexto do Manejo Integrado de Pragas (MIP), por apresentar

tais características e também pela ineficácia de piretróides e fosforados em algumas regiões (Schmidt, 2002).

Lyra et al. (1998) observaram que lagartas de 3º instar de *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae) que receberam o lufenuron por meio de tratamento superficial de dieta artificial deram origem a adultos que tiveram uma redução de 45% e 30% na fecundidade e no número de lagartas eclodidas, respectivamente.

No controle da lagarta-do-cartucho com inseticidas aplicados via irrigação por aspersão, observou-se que o diflubenzuron aumentou a sua eficiência na avaliação aos 15 DAP (dias após aplicação) em relação à avaliação de 3 DAP, o que pode ser explicado pela característica de boa aderência desse inseticida às folhas, possibilitando um período residual mais longo, e a sua ação inibidora da formação de nova cutícula sobre a lagarta, demandando maior tempo para atuar no metabolismo do inseto até causar a sua morte. Fato semelhante não foi observado com triflumuron, que também atua na síntese de quitina, apresentando uma boa eficiência de controle (79,9%) logo na avaliação de 3 DAP, decrescendo na avaliação de 15 DAP. Essa aparente discrepância pode ser atribuída a variações de temperatura no período de condução dos ensaios, uma vez que, em temperaturas mais elevadas (> 25°C), no caso específico da lagarta-do-cartucho, cada ecdise ocorre entre 2 e 3 dias, possibilitando a ação dessa categoria de inseticidas na mudança de um instar para outro (Viana & Costa, 1998).

Silva (1999), observando a eficiência de inseticidas sobre *S. frugiperda* em milho, encontrou melhores resultados nas aplicações logo após o surgimento das primeiras injúrias da praga. Verificou também que o inseticida lufenuron (12,5g i.a./ha) foi o que propiciou maior nível de controle.

Ao avaliarem em laboratório o efeito do lufenuron sobre os estágios imaturos de *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae),

Edomwande et al. (2000) encontraram que no tratamento dos tubérculos de batata, poucas lagartas do primeiro instar sobreviveram e foram capazes de penetrar nos tubérculos e continuar seu desenvolvimento de pupa até adulto. Já a emergência do adulto foi menor do que 2%, na dosagem de 12g i.a./100 L, e os poucos que emergiram apresentaram deformidades morfológicas, ou seja, menor tamanho e incapacidade de livrar-se da pupa.

Gomez & Ávila (2001) concluíram que os inseticidas reguladores de crescimento, teflubenzuron, triflumuron e diflubenzuron, nas doses de 10, 15 e 30 g/ha, respectivamente, controlam eficientemente as lagartas de *S. frugiperda*, no trigo, já no quarto dia após a aplicação.

Nakano et al. (2002), ao utilizarem inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento no controle das cigarrinhas vetoras de CVC em citros, observaram que houve uma tendência acentuada do lufenuron e piriproxifen na interferência para esvaziar mais rapidamente os ovos contidos no interior das fêmeas, fato comum em insetos intoxicados.

Evangelista Júnior et al. (2002), ao avaliarem a toxicidade de lufenuron para *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae), concluíram que ambas as vias de contaminação, por ingestão e tópica, foram tóxicas para ninfas nas concentrações acima de 50 e 150 mg de i.a./L, respectivamente. Dessa forma, os autores sugerem um cuidadoso critério na escolha da dose a ser utilizada de lufenuron para pulverizações onde se espera preservar o controle natural do predador *P. nigrispinus*.

Silva et al. (2003) constataram que a lagarta-da-soja causou maior percentual de desfolha na testemunha (75,8%) quando comparada aos tratamentos com inseticidas, sendo os menores percentuais de desfolha (34,7% e 34,8%) nas parcelas com metoxyfenozide e 44,6% a 50,7% nas parcelas com lufenuron, diflubenzuron e teflubenzuron.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Criação de manutenção da lagarta-do-cartucho do milho

Pupas oriundas da criação de manutenção do laboratório de Manejo Integrado de Pragas foram colocadas em gaiolas 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 de 25 cm de diâmetro forrado com papel filtro. Após a emergência dos adultos, em cada gaiola foi colocado alimento num frasco de 10 mL, contendo um chumaço de algodão saturado com solução de mel a 10% e água destilada, sendo trocado a cada dois dias.

As posturas foram coletadas diariamente, recortando-se a massa de ovos juntamente com o papel sulfite, e colocadas em copos plásticos com capacidade de 50 mL, contendo em seu interior um pedaço de aproximadamente cinco gramas de dieta artificial à base de feijão e levedura (Kasten et al., 1978), sendo o conjunto, posteriormente, fechado com tampa acrílica.

Após três dias da eclosão, com auxílio de um pincel esterilizado em luz germicida durante 30 minutos e em capela de fluxo laminar, as lagartas foram individualizadas em copos plásticos, com a mesma dieta descrita anteriormente, sendo mantidas em câmara climatizada regulada a 25 ± 2 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

3.2 Metodologia geral

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação e em laboratório do Departamento de Entomologia/UFLA, no período de março a abril de 2004.

Semearam-se 4 sementes de milho híbrido AS-3466 Precoce (Agroeste[®]) por vaso com capacidade para 5 litros de substrato, composto por terra de barranco adubado com esterco de curral (2:1) e 15 g de NPK (4-14-8), além do

agrosilício, que foi utilizado para alguns tratamentos. A umidade do substrato foi mantida por meio de irrigações diárias. Após 10 dias da emergência, procedeu-se o desbaste das plantas excedentes deixando-se apenas a planta mais vigorosa por vaso. Cada parcela experimental foi constituída por dois vasos, sendo um utilizado no experimento em laboratório e o outro, na casa-de-vegetação.

Previamente à implantação do experimento, uma amostra do solo foi submetida à análise química pelo Laboratório de Análise de Solo do Departamento de Ciência dos solos/UFLA (Tabela 1).

Os vasos foram dispostos ao acaso sobre bancadas metálicas em casa-de-vegetação, sendo nove tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos testados foram: T1 = aplicação de 2g de agrosilício/kg de solo incorporada ao substrato antes do plantio; T2 = aplicação foliar de ácido silícico (0,5% de SiO_2) aos 10 dias da emergência; T3 = aplicação de 2g de agrosilício/kg de solo incorporada ao substrato antes do plantio + uma pulverização com o inseticida lufenuron (Match[®] CE) na dosagem 7,5 g i.a./ha, um dia antes da liberação das lagartas; T4 = aplicação de 2g de agrosilício/kg de solo incorporada ao substrato antes do plantio + uma pulverização com o inseticida lufenuron na dosagem de 15 g i.a./ha (dose recomendada) um dia antes da liberação das lagartas; T5 = aplicação foliar de ácido silícico (0,5% de SiO_2) aos 10 dias da emergência + uma pulverização com o inseticida lufenuron na dosagem 7,5 g i.a./ha, um dia antes da liberação das lagartas; T6 = aplicação foliar de ácido silícico (0,5% de SiO_2) aos 10 dias da emergência + uma pulverização com o inseticida lufenuron na dosagem 15 g i.a./ha, um dia antes da liberação das lagartas; T7 = pulverização com o inseticida lufenuron na dosagem 7,5 g i.a./ha, um dia antes da liberação das lagartas; T8 = pulverização com o inseticida lufenuron na dosagem 15 g i.a./ha, um dia antes da liberação das lagartas; T9 = testemunha (sem silício e sem inseticida).

Quando as plantas atingiram o estágio 2 de desenvolvimento fisiológico (3 a 4 folhas), período em que a cultura se encontra mais susceptível ao ataque desta praga (Cruz & Turpin, 1982), iniciaram-se os testes para avaliação de resistência com lagartas, provenientes da criação de manutenção, que tinham 24 h de idade, e que estavam sob dieta artificial desde a eclosão (Bogorni & Vendramim, 2003)

TABELA 1. Análise química do solo relativo ou utilizado no experimento, realizada pelo Laboratório de Análises de Solos do Departamento de Ciência do Solo da UFLA.

pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	SB	(T)	V	m	P-rem	
H ₂ O	mg/dm ³		cmol/dm ³						---	%	---	mg/L
5,7	2,0	14	2,4	0,9	0,0	4,0	3,3	7,3	45,5	0,0	11,5	

3.3 Teste de preferência com chance de escolha em folhas destacadas de plantas de milho

A preferência alimentar de *S. frugiperda* foi avaliada em testes com chance de escolha em laboratório. As seções foliares, retângulos de 1,5 cm x 2,0 cm, foram obtidas da quarta folha totalmente expandida das plantas de cada tratamento, os quais foram dispostos circularmente em placas de Petri (15 cm de diâmetro), que continha papel filtro umedecido com água destilada, formando-se, assim, uma arena. Imediatamente após, 27 lagartas foram liberadas no centro das placas, vedando-se em seguida com filme de PVC. As placas foram colocadas em câmara climatizada regulada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. O número de lagartas sobre as folhas de cada tratamento foi registrado após 24 e 48 h da liberação.

Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com dez repetições. Os dados obtidos foram transformados em $\sqrt{(x+0,01)}$ e submetidos à análise de



variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de significância.

3.4 Teste de preferência sem chance de escolha em folhas destacadas de plantas de milho

Na execução desse bioensaio, uma seção foliar de 6 cm de comprimento da quarta folha totalmente expandida das plantas de cada tratamento foi colocada numa placa de Petri (15 cm de diâmetro) contendo, no fundo, um papel filtro umedecido com água destilada para manter a turgescência da folha de milho. Cada placa recebeu 20 lagartas e após 24, 48 e 72h da instalação do experimento, avaliou-se a mortalidade por meio da contagem dos sobreviventes. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições.

O consumo foliar foi determinado após 48h do fornecimento das folhas de milho de cada tratamento, em que o segmento foliar foi recolhido e substituído por um outro pertencente, agora a quinta folha. Quantificou-se, dessa forma, o consumo das lagartas após 48 e 96h da instalação do experimento. De cada tratamento deixou-se uma alíquota para poder medir a perda da umidade. O consumo alimentar foi obtido pela diferença do peso foliar entre a porção oferecida e a sobra.

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo os de mortalidade transformados em arco-seno ($\sqrt{x/100}$) antes de proceder a análise. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de significância.

3.5 Avaliação de injúrias de *S. frugiperda* em plantas de milho

Para avaliar as injúrias, os tratamentos foram infestados artificialmente com 10 lagartas, sendo colocadas na quarta folha com auxílio de um pincel. Após 10 dias da infestação, foi realizada uma avaliação do ataque, utilizando

uma escala visual de injúrias proposta por Davis & Williams (1989) (Tabela 2), sendo a nota média de injúria obtida das notas atribuídas por quatro avaliadores.

Após o surgimento de fezes no interior do cartucho das plantas do tratamento testemunha (característica da presença da praga no cartucho), as lagartas de todos os tratamentos foram contadas e levadas ao laboratório para a determinação do peso médio.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo os referentes ao número de lagartas presentes nos diferentes tratamentos transformados em $\sqrt{(x+0,01)}$, antes de proceder a análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de significância.

TABELA 2. Escala visual de injúrias para *S. frugiperda* (Davis & Williams, 1989)

Nota	Descrição
0	Nenhuma injúria nas folhas
1	Perfurações diminutas em algumas folhas
2	Pequena quantidade de perfurações arredondadas em algumas folhas
3	Perfurações arredondadas em várias folhas
4	Perfurações arredondadas e lesões em algumas folhas
5	Lesões em várias folhas
6	Grandes lesões em várias folhas
7	Grandes lesões e porções comidas (dilaceradas) em algumas folhas
8	Grandes lesões e porções comidas (dilaceradas) em várias folhas
9	Grandes lesões e porções comidas (dilaceradas) na maioria das folhas

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teste de preferência com chance de escolha com folhas destacadas de plantas de milho

Não houve diferença entre os tratamentos, na preferência das lagartas de primeiro ínstar em teste com chance de escolha, após 24 e 48 horas da liberação (Tabela 3). Nas avaliações feitas após 24 e 48 horas da liberação das lagartas, constatou-se uma faixa de $3,5 \pm 0,7$ a $1,7 \pm 0,5$ e $3,0 \pm 0,6$ a $1,1 \pm 0,3$ lagartas/tratamento, respectivamente. Provavelmente, o período de avaliação não foi suficiente para detectar diferenças entre os tratamentos. Contudo, um maior período de avaliação poderia acarretar uma mortalidade excessiva de lagartas devido aos tratamentos com inseticida e a ocorrência de canibalismo que é comum nessa espécie, como constatado por Goussain et al. (2002) quando aplicaram uma solução de silicato de sódio via solo em plantas de milho.

TABELA 3. Número de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (média \pm EP) em seção foliar de milho nos diferentes tratamentos em teste de preferência com chance de escolha.

Tratamentos	Número de lagartas	
	24 h	48 h
Agrosilício	2,2 \pm 0,4 a	1,2 \pm 0,3 a
Ácido silícico	2,8 \pm 0,5 a	3,0 \pm 0,6 a
Agrosilício e lufenuron (7,5 g i.a./ha)	2,3 \pm 0,4 a	2,1 \pm 0,5 a
Agrosilício e lufenuron (15 g i.a./ha)	3,5 \pm 0,7 a	2,6 \pm 0,4 a
Ácido silícico e lufenuron (7,5 g i.a./ha)	2,6 \pm 0,6 a	2,1 \pm 0,5 a
Ácido silícico e lufenuron (15g i.a./ha)	2,4 \pm 0,9 a	2,3 \pm 0,6 a
Lufenuron (7,5 g i.a./ha)	1,7 \pm 0,5 a	1,1 \pm 0,3 a
Lufenuron (15 g i.a./ha)	2,7 \pm 0,9 a	1,8 \pm 0,4 a
Testemunha	2,5 \pm 0,5 a	1,7 \pm 0,4 a
CV (%)	50,102	50,657

Médias com diferenças não significativas pelo Teste F ($P > 0,05$).

4.2 Teste de preferência sem chance de escolha em folhas destacadas de plantas de milho

Observa-se diferença significativa entre os tratamentos, com referência à mortalidade de lagartas após 24, 48 e 72h da liberação (Tabela 4). Ácido silícico e lufenuron (15 g i.a./ha) proporcionaram maior mortalidade após 24 horas, diferindo significativamente dos demais tratamentos. Após 48 horas a maior mortalidade foi obtida pelo tratamento que recebeu agrosilício com lufenuron em meia dosagem (7,5 g i.a./ha). Provavelmente, o silício conferiu uma resistência mecânica às folhas, o que dificultou a alimentação desses insetos, deixando-os mais susceptíveis à ação do inseticida, como encontrado por Goussain et al (2002), que verificaram efeito significativo do silício na mortalidade da lagarta-do-cartucho ao final do 2^a instar, quando alimentadas

com folhas provenientes de plantas que receberam esse mineral, apresentando o dobro da mortalidade da testemunha.

Entretanto, pelos resultados pode-se perceber que os tratamentos combinando silício e inseticida foram mais eficientes que os tratamentos isolados. Isto se justifica pelo fato de o uso da combinação fornecer uma resposta mais rápida e mais eficiente no controle da lagarta-do-cartucho do milho, pois segundo Alvarez & Datnoff (2001), o silício tem a capacidade de reduzir consideravelmente várias pragas de importância econômica, levando a uma redução da aplicação de inseticida.

Na avaliação realizada após 72 horas, constatou-se que todos os tratamentos com silício combinado com lufenuron apresentaram de 90 a 100% de mortalidade e os tratamentos que receberam apenas o inseticida obtiveram uma mortalidade de aproximadamente 85 a 95%. Resultados semelhantes foram encontrados por Bellettini et al. (1992) ao avaliarem a utilização de produtos fisiológicos no controle da lagarta-do-cartucho. Estes autores concluíram que os inseticidas chlorfluazuron (Atabron 50CE) e diflubenzuron (Dimilin 25PM) apresentaram alta eficiência de controle de 75,2 a 97,6% aos 03, 09 e 12 dias após a aplicação. Em outro trabalho, Gomez & Ávila (2001) verificaram que os inseticidas teflubenzuron, triflumuron e diflubenzuron, nas doses de 10, 15 e 30 g/há, respectivamente, controlaram eficientemente as lagartas de *S. frugiperda* já no quarto dia após a aplicação.

Observou-se, nos tratamentos com o inseticida regulador de crescimento, um sintoma de mortalidade semelhante ao encontrado por Edomwande et al. (2000) em lagartas de primeiro instar de *Phthorimaea operculella*, em tubérculos de batata tratados com lufenuron; durante a muda para o segundo instar as lagartas mortas exibiram um sintoma típico de benzoylphenyl uréia, isto é, corpo murcho, falta de abrigo para a velha cutícula, redução do tamanho do corpo e ruptura do exoesqueleto.

TABELA 4. Porcentagem de mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (média \pm EP) nos diferentes tratamentos em teste sem chance de escolha.

Tratamentos	Porcentagem de mortalidade		
	24 h	48 h	72 h
Agrosilício	0,0 \pm 0,0 b	8,0 \pm 1,9 d	9,0 \pm 1,9 c
Ácido silícico	4,0 \pm 1,1 b	7,0 \pm 2,2 d	9,0 \pm 2,1 c
Agrosilício e lufenuron (7,5 g i.a./ha)	0,0 \pm 0,0 b	89,0 \pm 3,2 a	100,0 \pm 0,0 a
Agrosilício e lufenuron (15 g i.a./ha)	1,0 \pm 0,4 b	72,0 \pm 2,4 b	100,0 \pm 0,0 a
Ác. silícico e lufenuron (7,5 g i.a./ha)	0,0 \pm 0,0 b	84,0 \pm 3,4 ab	93,0 \pm 3,1 ab
Ác. silícico e lufenuron (15 g i.a./ha)	28,0 \pm 5,3 a	84,0 \pm 2,8 ab	99,0 \pm 0,4 ab
Lufenuron (7,5 g i.a./ha)	2,0 \pm 0,9 b	48,0 \pm 1,5 c	88,0 \pm 2,3 b
Lufenuron (15 g i.a./ha)	7,0 \pm 1,3 b	48,0 \pm 0,9 c	94,0 \pm 1,8 ab
Testemunha	1,0 \pm 0,4 b	6,0 \pm 1,1 d	23,0 \pm 5,4 c
CV (%)	128,053	24,208	18,778

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

Quanto ao consumo alimentar, verificou-se que o peso da matéria fresca consumida pelas lagartas, no período de 96 horas, foi afetado significativamente pelas concentrações do inseticida e pela forma de aplicação do silício (Tabela 5). Os resultados diferem daqueles encontrados por Goussain et al (2002) em estudos com essa mesma praga, em teste com chance de escolha por lagartas de 3º e 5º instares em 24 horas, os quais não verificaram efeito significativo no consumo de folhas de plantas de milho com ou sem silício.

Nos tratamentos que receberam apenas Si, as lagartas apresentaram maior consumo foliar, diferindo da testemunha. Esses resultados se assemelham àqueles de Oliveira et al. (1990), que ao estudarem a nutrição quantitativa da lagarta-do-cartucho em milho cultivado para três níveis de alumínio, verificaram que as folhas de milho produzidas no solo com baixo teor de Al mostraram-se

mais adequadas como alimento, uma vez que foram menos consumidas e melhor digeridas, apresentando ainda menor custo metabólico. Conforme esses autores, houve uma tentativa de resposta compensatória, na qual a lagarta mudou seu comportamento em relação à tomada de alimento, procurando compensar as dificuldades na digestão e aproveitamento de alimento.

TABELA 5. Consumo alimentar (g) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (média \pm EP) nos diferentes tratamentos num teste sem chance de escolha, após 96 h.

Tratamentos	Consumo (g)
Agrosilício	0,5 \pm 0,03 a
Ácido silícico	0,5 \pm 0,02 a
Agrosilício e lufenuron (7,5 g i.a./ha)	0,2 \pm 0,02 c
Agrosilício e lufenuron (15 g i.a./ha)	0,1 \pm 0,26 cd
Ác. silícico e lufenuron (7,5 g i.a./ha)	0,1 \pm 0,01d
Ác. silícico e lufenuron (15 g i.a./ha)	0,2 \pm 0,25 c
Lufenuron (7,5 g i.a./ha)	0,1 \pm 0,03 cd
Lufenuron (15 g i.a./ha)	0,1 \pm 0,01 d
Testemunha	0,3 \pm 0,06 b
CV (%)	31,860

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

4.3 Avaliação de injúrias de *S. frugiperda* em plantas de milho

As notas atribuídas às injúrias devido à alimentação da *S. frugiperda* e o número de lagartas presentes nas plantas apresentaram efeito significativo, no entanto, o mesmo não foi constatado para o peso das lagartas (Tabela 6).

No que se refere às injúrias provocadas pelas lagartas presentes nas plantas de milho nos diferentes tratamentos, os maiores danos encontrados foram nas plantas que receberam apenas silício (agrosilício e ácido silícico) e a

testemunha, que foram, em média, de 7,9; 7,0 e 6,7, respectivamente. Isto indica que ao se utilizar uma fonte de silício, as lagartas provavelmente fogem para a região do cartucho do milho onde se localizam as folhas mais tenras, uma vez que a sílica confere textura à epiderme, constituindo barreira mecânica que dificulta a alimentação das lagartas, conforme constatado por Busato et al. (2002) e Goussain et al. (2002) ao observarem desgaste nos dentes da mandíbula das lagartas por ocasião da alimentação em folhas de milho contendo silício.

Já os tratamentos que receberam dosagem de 15 g i.a./ha do inseticida, seja isolado ou em conjunto com silício, apresentaram menores injúrias. O efeito intermediário foi constatado quando se utilizou silício associado com a dosagem de 7,5 g i.a./ha do lufenuron.

O número de lagartas encontradas nas plantas de milho nos diferentes tratamentos foi significativo e semelhante às notas de injúrias, o que aumenta a confiabilidade do método proposto por Davis & Williams (1989), utilizado na avaliação do experimento.

O reduzido número de lagartas presentes nas plantas que receberam inseticidas se deve à alta eficiência do inseticida lufenuron, o que confirma o relato de Gomez & Ávila (2001) de que os inseticidas reguladores de crescimento podem controlar eficientemente as lagartas de *S. frugiperda* já no quarto dia após a aplicação.

De maneira geral a interação silício e o inseticida lufenuron foi positiva, contudo, outros testes são necessários para uma resposta conclusiva sobre o emprego desta técnica. Experimentos a campo, com infestação natural, e maior redução nas dosagens do inseticida seriam fundamentais; mesmo assim, os resultados são satisfatórios, considerando que as infestações com *S. frugiperda* foram artificiais, com número inicial de lagartas muito maior que o geralmente encontrado no campo.

TABELA 6. Notas de injúrias, número e peso de lagartas *Spodoptera frugiperda* (média ± EP) nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Nota de injúria	Número de lagartas	Peso das lagartas (g)
Agrosilício	7,9 ± 0,5 a	2,8 ± 0,2 a	0,035 ± 0,007 a
Ácido silícico	7,0 ± 0,4 a	2,4 ± 0,2 a	0,033 ± 0,004 a
Agrosilício e lufenuron (7,5 g i.a./ha)	4,4 ± 0,8 b	0,8 ± 0,2 b	0,046 ± 0,007 a
Agrosilício e lufenuron (15 g i.a./ha)	1,1 ± 0,7 c	0,0 ± 0,0 c	-
Ácido silícico e lufenuron (7,5 g i.a./ha)	3,5 ± 0,8 b	0,6 ± 0,1 b	0,051 ± 0,006 a
Ácido silícico e lufenuron (15 g i.a./ha)	1,1 ± 0,1 c	0,0 ± 0,0 c	-
Lufenuron (7,5 g i.a./ha)	1,4 ± 0,1 c	0,0 ± 0,0 c	-
Lufenuron (15 g i.a./ha)	1,5 ± 0,1 c	0,0 ± 0,0 c	-
Testemunha	6,7 ± 0,1 a	3,0 ± 0,1 a	0,045 ± 0,006 a
CV (%)	24,2221	42,415	34,133

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

5 CONCLUSÕES

- As aplicações de silício e de lufenuron, isolados ou em conjunto, não afetam a preferência de *Spodoptera frugiperda* em teste com chance de escolha.
- A interação silício e lufenuron no manejo de *S. frugiperda* é positiva, com possibilidades de redução da dosagem do inseticida pela metade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADATIA, M. H.; BESFORD, R. T. The effects of silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution. *Annals of Botany, London*, v. 58, n. 3, p. 343-351, Sept. 1986.

AGRIANUAL – Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2004. 392p.

AHMAD, R.; ZAHEER, S. H.; ISMAIL, S. Role of silicon in salt of wheat (*Triticum aestivum* L.) *Plant Science, Limerick*, v. 85, n. 1, p. 43-50, 1992.

ALVAREZ, J.; DATNOFF, L.E. The economic potential of silicon for integrated management and sustainable rice production. *Crop Protection*, n.20, p.43-48, 2001.

ANDERSON, D. L.; SOSA, O. JR. Effect of silicon on expression of resistance to sugarcane borer (*Diatraea saccharalis*). *Journal American Society of Sugar Cane Technologists*, n. 21, p. 43-50, 2001.

BARBOSA, L. J.; ROSSI, C. E.; CALAFIORI, M. H.; TEXEIRA, N. T. Efeito de zinco, em milho (*Zea mays* L.) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). *Ecosistema, Espírito Santo do Pinhal*, v. 14, p. 142-149, out. 1989.

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

BELLETTINI, S.; BELLETTINI, N. M. T.; HIRAI, L. T.; MOREIRA, E. M.; ZANARDO, M. C.; KOBAYASHI, W. M. Utilização de produtos fisiológicos no controle da “lagarta-do-cartucho-do-milho”, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lep. , Noctuidae). *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil, Viçosa*, v. 21, n. 3, p. 262-266, 1992.

BOGORNÍ, P. C.; VENDRAMIM, J. D.; Bioatividade de extratos aquosos de *Trichilia spp.* sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidóptera: Noctuidae) em milho. *Neotropical Entomology, Londrina*, v. 32, n. 4, p. 665-669, Oct./Dec. 2003.

[REDACTED]

BOIÇA JUNIOR, A. L.; FERNANDES, E. B.; TOSCANO, L. C.; LARA, F. M. Influência de genótipos de milho, adubação e inseticida sobre a população e danos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) em duas épocas de semeadura. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1185-1190, Sept./Oct. 2001.

BOIÇA JUNIOR, A. L.; LARA, F. M.; LUCCIN, L. M.; COSTA, G. M.; Avaliação dos efeitos da adubação em milho sobre a incidência de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) e *Sitophilus zeamais* (Mots., 1855). *Cultura Agronômica*, Ilha Solteira, v. 5, n. 1, p. 39-50, 1996.

BORTOLI, S. A.; ARAUJO, J. A. C.; MARI, U. L.; QUEIROZ, M. J. Influência da aplicação de biofertilizante, fertirrigação sobre populações de alguns insetos pragas do milho (*Zea mays* L.). *Ecosistema*, Espírito Santo do Pinhal, v. 12, p. 45-53, out. 1987.

BUSATO, G. R.; GRÜTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; GILO, F. P.; MARTINS, A. F. Consumo e utilização de alimento por *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidade) originária de diferentes regiões do Rio Grande do Sul, das culturas do milho e do arroz irrigado. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 31, n. 4, 2002.

CARNEVALLI, P. C.; FLORCOVSKI, J. L. Efeito de diferentes fontes de nitrogênio em milho (*Zea mays* L.) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). *Ecosistema*, Espírito Santo do Pinhal, v. 20, p. 41-49, out. 1995.

CARVALHO, R.; FURTINI NETO, A. E.; SANTOS, C. D. dos.; FERNANDES, L. A.; CURO, N.; RODRIGUES, D. de C.; Interações silício-fósforo em solos cultivados com eucalipto em casa de vegetação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, n. 3, p. 557-565, Mar. 2001.

CARVALHO, R. B. et al. Estudo de diferentes dosagens de potássio em milho (*Zea mays* L.) influenciando sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). *Ecosistema*, Espírito Santo do Pinhal, v. 9, p. 95-100, 1984.

CARVALHO, S. P.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G. Efeito do silício na resistência do 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, M.; ASSELIN, A.; BÉLANGER, R. R. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. *Patopathology*, St. Paul, v. 84, n. 3, p. 236-242, Mar. 1994.

CORRALES, I.; POSCHENRIEDER, C.; BARCELÓ, J. Influence of silicon pretreatment on aluminium toxicity in maize roots. *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 190, n. 2, p. 203-209, Mar. 1997.

CRUZ, I.; TURPIN, F. T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estágios de crescimento da cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 17, n. 3, p. 355-359, mar. 1982.

DAVIS, F. M.; WILLIAMS, W. P. Methods used to screen maize for and to determine mechanisms of resistance to the southwestern corn borer and fall armyworm. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON METHODOLOGIES FOR DEVELOPING HOST PLANT RESISTANCE TO MAIZE INSECT, 1989, México. *Proceedings...* México, 1989. p. 101-108.

DIDONET, J.; SARMENTE, R. de A.; AGUIAR, R. W. de S. Incidência e densidade populacional de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera, Noctuidae) na cultura do milho, em Gurupi-To. *Bioscience Journal*, Uberlandia, v. 16, n. 2, p. 17-23, Dec. 2000.

EDOMWANDE, E. O.; SCHOEMAN, AT. S.; BRITS, J. A.; MERWE, M. V. D. Laboratory evaluation of lufenuron on immature stages of potato tuber moth (Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Economic Entomology*, Lanhan, v. 93, n. 6, p. 1741-1743, Dec. 2000.

EMBRAPA. Introdução e Importância Econômica do Milho. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho/importancia.htm>>. Acesso em: 04/2004.

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

EVANGELISTA JÚNIOR, W. S.; TORRES-SILVA, C. S. A.; TORRES, J. B. Toxicidade de Lufenuron para *Podisus nigripinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 31, n. 2, p. 319-325, Apr./June 2002.

EXLEY, C. Silicon in life: a bioinorganic solution to bioorganic essentiality. *Journal of Inorganic Biochemistry*, New York, v. 69, n. 3, p. 139-144, Feb. 1998.

FARIAS, P. R. S.; BARBOSA, J. C.; BUSOLI, A. C. Distribuição espacial da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), na cultura do milho. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 30, n. 4, p. 681-689, Dec. 2001.

FAWER, A.; ABOU-ZAID, M.; MENZIES, J. G.; BÉLANGER, R. R. Silicon-mediated accumulation of flavonoid phytoalexins in Cucumber. *Phytopathology*, St. Paul, v. 88, n. 5, p. 396-401, May 1998.

FONSECA, M.; SILVA, J. E. F. da.; LEMOS, M. A.; CALAFIORI, M. H.; TEIXEIRA, N. T. Adubação química e orgânica influenciando *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), na cultura do Painço (*Setaria itálica* Beauvois). *Ecossistema*, Espírito Santo do Pinhal, v. 12, p. 25-29, out. 1987.

GALLO, D. et al. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GOMES, F. B. Indução de resistência em trigo por silício e pelo pulgão *Schizaphis graminum*. 2003. 51 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GOMEZ, S. A.; ÁVILA, C. J. Controle químico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1792), na cultura do trigo. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. 18 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

GOUSSAIN, M. M. Efeito 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. 64 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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, Apr./June 2002.

GRANA Jr., J. F.; VALÉRIO, L. A.; CONCEIÇÃO, C. H. C.; CALAFIORI, M. H.; FLORCOVSKI, J. L. Influência de diferentes fontes de fósforo no milho (*Zea mays* L.) sobre o desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). *Ecossistema*, Espírito Santo do Pinhal, v. 21, p. 46-50, dez. 1996.

- GRÜTZMACHER, A. D.; NAKANO, O.; MARTINS, J. F. da S.; LOECK, A.; GRÜTZMACHER, D. D. Consumo foliar de cultivares de arroz irrigado por *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidade). *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil*, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 519-525, 1999.
- HANISCH, H. C. Zum einfluss der stickstoffdüngung und vorbeugender spritzung von natronwasser glas zu weizenpflanzen auf deren widerstandsfähigkeit gegen getreideblattläuse. *Kali-Driefe*, Berlin, v. 15, p. 287-296, 1980.
- ISIDRO, R.; ALMEIDA, R. P. da.; PEREIRA, J. O. Consumo foliar de *Spodoptera frugiperda* em amendoim cultivares Tatu e CNPA BR-1. *Revista de Oleaginosas e Fibrosas*, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 37-42, dez. 1997.
- JONES, L. H. P.; HANDRECK, K. A. Silica in soil, plants, and animals. *Advances in Agronomy*, London, v. 19, p. 107-149, 1967.
- KASTEN, P.; PRECETTI, A. A.; PRECETTI, C. M.; PARRA, J. R. P. Dados biológicos comparativos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) em duas dietas artificiais e substrato natural. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v. 53, n. 1/2, p. 68-78, jun. 1978.
- KEEPING, M. G. & MEYER, J. H. Increasead resistance of sugarcane to *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) with calcium silicate application. *Proceedings of the Annual Congress South African Sugar Technologists Association*, Pretoria, n. 74, p. 221-222, 2000.
- KORNDÖRFER, C. M.; ABSALLA, A. L.; BUENO, I. C. da S. O silício e as gramíneas no cerrado. *Veterinária Notícias*, Uberlândia, v. 7, n. 2, p. 153-193, 2001.
- KORNDÖRFER, G. H.; DATNOFF, L. E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, n. 70, p. 1-3, jun. 1995.
- LANNING, F. C.; PONNAIYA, W. X.; CRUMPTON, C. F. The chemical nature of silica in plants. *Plant Physiology*, Rockville, v. 33, n. 5, p. 339-343, Sept. 1958.
- LEITE, P. C. Interação silício-fósforo em Latosso_ roxo cultivado com sorgo em case-de-vegetação. 1997. 87 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

- LIMA FILHO, O. F.; GROTHGE-LIMA, M. T.; TSAI, S. M. O silício na agricultura. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, n. 87, p. 1-7, set. 1999.
- LYRA, J. R. M.; FERRAZ, J. M. G.; SILVA, A. P. P. Acción de inhibidores de la síntese de la quitina em la reproducción de *Spodoptera littorais* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidade). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 569-576, dez. 1998.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. London: Academic Press, 1995. p. 920.
- METCALF, R. L. Changing role of insecticides in crop protection. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 25, p. 219-256, 1980.
- MICHEREFF FILHO, M.; LUCIA, T. M. C. D.; CRUZ, I.; GALVÃO, J. C. C.; VEIGA, C. E. Impacto de deltametrina em artrópodes-praga e predadores na cultura do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 1, n. 1, p. 25-32, 2002.
- MOURA, P. A. M de.; OLIVEIRA, A. C. S de.; Aspectos econômicos da cultura do milho. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 6, n. 72, p. 2-8, dez. 1980.
- NAKANO, O.; DRUMMOND, F. A.; POLLETO, C. F. Controle das cigarrinhas vetoras da CVC em citros pela pulverização com inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento. *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v. 77, n. 3, p. 341-346, dez. 2002.
- NAKANO, O.; ZUCCHI, R. A. Novos métodos de controle à *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) em cultura de milho. *O Solo*, Piracicaba, v. 62, n. 2, p. 23-26, nov. 1970.
- OBIHARA, C. H.; RUSSEL, E. W. Specific adsorption of the silicate and phosphate by soils. *Journal of Soil Science*, Oxford, v. 23, n. 1, p. 105-117, Mar. 1972.
- OLIVEIRA, M. G. A. Determinação, adsorção e deslocamento recíproco de silício e fósforo em Latossolo do Triângulo Mineiro. 1984. 68 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, viçosa, MG.

OLIVEIRA, L. J.; PARRA, J. R. P.; CRUZ, I. Nutrição quantitativa de lagarta-do-cartucho em milho cultivado para três níveis de alumínio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 25, n. p. 235-241, fev. 1990.

PEREIRA, M. C. C. F.; CALAFIORI, M. H.; Prejuízos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) NA CULTURA DO ARROZ (*Oryza sativa* L.). *Ecossistema*, Espírito Santo do Pinhal, v. 14, p. 193-196, out. 1989.

RAVEN, J. A. The transport and function of silicon in plants. *Biological Reviews*, Cambridge, v. 58, n. 2, p. 170-207, May 1983.

ROSSI, C. E.; BARBOSA, L. J.; CALAFIORI, M. H.; TEIXEIRA, N. T. Influência de diferentes adubações em milho sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797), (Lepidóptera-Noctuidae). *Ecossistema*, Espírito Santo do Pinhal, v. 12, p. 88-101, out. 1987.

SARMENTO, R. de A.; AGUIAR, R. W. de S.; AGUIAR, R. de A. S. de S.; VIEIRA, S. M. J.; OLIVEIRA, H. G. de.; HOLTZ, A. M. Revisão da biologia, ocorrência e controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera, Noctuidae) em milho no Brasil. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 18, n. 2, p. 41-48, Dec. 2002.

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

SCHMIDT, F. B. , Linha básica de suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera: Noctuidade) a Lufenuron na cultura do milho. 2002. 48 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

SILVA, D. F. Biocombustíveis e produção animal impulsionarão a cultura. *Agriannual*. 373-374 p. 2004.

SILVA, M. T. B da. Fatores que afetam a eficiência de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* Smith em milho. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 383-387, jul./set. 1999.

SILVA, M. T. B. da; COSTA, E. C.; BOSS, A. Controle de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidóptera: Noctuidae) com reguladores de crescimentos de insetos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 601-605, jul./ago. 2003.

SILVA, P. H. S da. Avaliação de danos, de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidóptera: Noctuidade) no milho cultivado com dois níveis de fertilidade. 1995. 84 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

TANZINI, M. R.; CALAFIORI, M. H.; TEXEIRA, N. T. Efeito de fósforo no milho (*Zea mays* L.) sobre *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797). *Ecossistema*, Espírito Santo do Pinhal, v. 16, p. 60-68, out. 1991.

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

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. *Soil fertility and fertilizers*. New York: Mcmillan Publishing Company, 1985. 754 p.

VENDRAMIM, J. D. A resistência de plantas e o manejo de pragas. In: CRÓCOMO, W. B. (Ed.) *Manejo integrado de pragas*. São Paulo: UNESP, 1990. p. 177-197.

VIANA, P. A.; COSTA, E. F. Controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidóptera: Noctuidae) na cultura do milho com inseticidas aplicados via irrigação por aspersão. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, São Paulo, v. 27, n. 3, p.p. 451- 458, set. 1998.

VIANA, P. A.; POTENZA, M. R. Avaliação de antibiose e não-preferência em cultivares de milho selecionados com resistência à lagarta-do-cartucho. *Bragantia*, Campinas, v. 59, n. 1, p. 27-33, 2000.

WOOLLEY, J. T. Sodium and silicon as nutrients for the tomato plant. *Plant physiology*, Rockville, v. 32, n. 4, p. 317-321, July 1957.